

[CAPA](#) [SOBRE ANTERIORES](#) [PÁGINA DO USUÁRIO](#) [PESQUISA](#) [ATUAL](#)
[NOTÍCIAS](#) [MODELO](#) [CARTA](#)

[Capa > Edições anteriores > V.12, N.3 \(AGOSTO-OUTUBRO 2021\) VOLUME TEMÁTICO - SIDNEI QUEZADA](#)

V.12, N.3 (AGOSTO-OUTUBRO 2021) VOLUME TEMÁTICO - SIDNEI QUEZADA (PRÉ-VISUALIZAR)

SUMÁRIO

ARTIGOS CIENTÍFICOS

A CONTEXTUALIZAÇÃO E O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DA TEMÁTICA PLANTAS MEDICINAIS

João da Silva Carneiro, Beatriz Silva Quaresma, Karla Maria Moraes Carneiro

DIFICULDADES E VANTAGENS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UM OLHAR DOS PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA A PARTIR DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Amanda Pereira de Freitas, Angela Fernandes Campos

ANÁLISE DO PROCESSO DE OBJETIVAÇÃO EM LICENCIANDOS ACERCA DA PERSPECTIVA CTS NO ENSINO DE QUÍMICA: UM ESTUDO INTRODUTÓRIO PARA REPRESENTAÇÕES SOCIAIS

Roberto Carlos Silva dos Santos, Suely Alves da Silva

O Ensino de Ciências, a abordagem CTS e a Complexidade: desafios e possibilidades

Luiz Carlos Aires de Macêdo, Albino Oliveira Nunes, Marcos Cesar Danhoni Neves, Débora Amaral Taveira Mello

CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Marcos Vinícios Da Silva Ferreira, Mara Elisângela Jappe Goi, Denise Rosa Medeiros

ANÁLISE DA NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM - VÍDEO DE BIOQUÍMICA PARA ESTUDANTES SURDOS

André Luis Fachini de Souza, Lúcia Loreto Lacerda, Wenis Vargas de Carvalho

A RESSIGNIFICAÇÃO DE CONTEÚDOS A PARTIR DE JOGOS DIDÁTICOS: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Rayane Erika Galeno Oliveira, Thalita Brenda dos Santos Vieira, Thaís Alves Carvalho, Raiane de Brito Sousa, Rusbene Bruno Fonseca de Carvalho

QUÍMICA E LITERATURA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DO LIVRO "THE POISONER'S HANDBOOK"

Leticia do Prado, Larissa Dyovana de Oliveira Zamuner

INTERAÇÕES CTS NA ÓTICA DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS A PARTIR DO COCTS

Loryne Viana Oliveira

O ENSINO DE CIÊNCIAS COM ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR: O QUE SABEM OS PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL ANOS INICIAIS?

Cristiane Aparecida Kiel, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Sil

XML

NÃO SE NASCE CIENTISTA, TORNA-SE: REFLEXÕES SOBRE A PERFORMATIVIDADE DE GÊNERO ASSOCIADA AO ENSINO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Lohrene de Lima da Silva, Marcos André Ferreira de Araujo Santos, Viviane Gomes Teixeira, Joaquim Fernando Mendes da Silva

XML

CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE COM PENSAMENTO CRÍTICO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DESDE OS PRIMEIROS ANOS DE ESCOLARIDADE

Rui Marques Vieira

XML

OPEN JOURNAL SYSTEMS

[Ajuda do sistema](#)

USUÁRIO

Logado como:
ledagmendonca
[Meus periódicos](#)
[Perfil](#)
[Sair do sistema](#)

CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

Escopo da Busca

Todos 

Procurar

[Por Edição](#)
[Por Autor](#)
[Por título](#)
[Outras revistas](#)

TAMANHO DE FONTE

INFORMAÇÕES

[Para leitores](#)
[Para Autores](#)
[Para Bibliotecários](#)

ARTIGOS DE REVISÃO

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA: POSSIBILIDADES PARA
A EXPERIMENTAÇÃO

Ângelo Gomes de Melo, Mirley Luciene dos Santos, Cleide Sandra Tavares Araújo

RELATO DE EXPERIÊNCIA

ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES DE INSERÇÃO DO FILME PERDIDO EM
MARTE NAS AULAS DE QUÍMICA

Patrícia Silveira, José Gonçalves Teixeira Júnior

ASPECTOS BIOQUÍMICOS, CULTURAIS E SOCIAIS DO CORPO: UMA
ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR

Maikon Moisés de Oliveira Maia, Ayla Marcia Cordeiro Bizerra

PRODUTO EDUCACIONAL

PROPOSTA DE AULAS PRÁTICAS COTIDIANIZADAS DE QUÍMICA PARA
ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO EM CONSERVAÇÃO-RESTAURAÇÃO DE
BENS CULTURAIS

João Cura D Ars Figueiredo Junior, Camilla Henriques Maia de Camargos, Carina
Gonçalves Bessa, Ana Carolina Motta Rocha Montalvão, Virgínia Ribeiro da Silva

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE ENSINO PARA O CONCEITO DE
OXIRREDUÇÃO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Edvaldo Nóbrega Gaião, João Roberto R. T. da Silva Raitis Silva

Jogo thermo10 como recurso didático digital para o ensino de termoquímica

Afonso Feitosa Reis Filho, Bruno Silva Leite, Marcelo Brito Carneiro Leão

RESENHA

RESENHA DO LIVRO: NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: COMO O CÉREBRO
APRENDE

Flávia Lage Pessoa da Costa, Viviane Aparecida Carvalho de Moraes

ISSN: 2176-1477



O ENSINO DE QUÍMICA À LUZ DOS PRESSUPOSTOS DA ABORDAGEM CTS POSSIBILITANDO UMA SALA DE AULA MAIS HUMANIZADA

Jorge Cardoso Messeder [jorge.messeder@ifrj.edu.br]

Sheila Presentin Cardoso [sheila.cardoso@ifrj.edu.br]

*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - Rua Coronel Délio Menezes
Porto, 1045, Centro, Nilópolis, RJ, CEP: 26530 - 060*

"O que o educador faz no ensino é tornar possível que os estudantes se tornem eles mesmos" (Paulo Freire).

Ao iniciarmos esse editorial, não poderíamos deixar de homenagear Paulo Neves Reglus Freire, mais conhecido como Paulo Freire, que desde 2012, passou a ser reconhecido oficialmente como o patrono da educação brasileira, e que em outubro de 2021, tem o seu centenário comemorado. Ao pensarmos na força da presença de Freire, sobretudo nesses tempos de pandemia da Covid-19¹, é que iniciamos o nosso texto.

Ao trazermos a proposta de um ensino de Química para uma sala de aula humanizada, indicamos que nossas reflexões se baseiam no legado Freireano. No livro *Pedagogia do Oprimido*, Freire aponta que, a educação verdadeiramente humanista deve disponibilizar ao sujeito a liberdade de pensar, ter apontamentos críticos ao mundo que o cerca, com a criação de novas ideias (FREIRE, 1969). Será que esse foco pedagógico é uma novidade? Não estamos malhando em ferro frio, ao discutirmos tal assunto? Já passou o tempo! Temos que reforçar, sim! E executar! É preciso que, realmente, em nossas salas de aulas, discutamos os caminhos para uma sociedade mais justa, com reflexões para que, todos nós, discentes e docentes, possamos ter condições de vida próspera e digna. Temos que trazer para nossas discussões um (re)pensar em um ambiente que seja propício à humanização.

A educação é o meio mais eficaz para humanizar, uma vez que permite que os seres humanos se atentem mais uns com os outros, a partir de suas necessidades mútuas. Sem apelos poéticos, podemos trazer as colocações de Madalena Freire (2008), ao dizer medo e coragem fazem parte da educação. Nos dias de hoje, esse antagonismo é mais do que presente, pois o ato de educar esbarra em atos de bravura, resistência e resiliência, diante de tantos entraves e situações desafiadoras, que estão acontecendo dentro dos ambientes escolares (presenciais ou virtuais). Arroyo (2000) ressalta que é importante trabalhar a humanização do sujeito, em todas as suas instâncias. Cabe ao docente olhar para o aluno com os olhos da afetividade, da amizade, do carinho e principalmente com os olhos do amor.

¹ **Director-General's remarks at the media briefing on 2019-nCoV on 11 February 2020** [Internet]. Genebra: OMS, 2020. Disponível em: WHO Director-General's remarks at the media briefing on 2019-nCoV on 11 February 2020. Acesso em: 24 agosto 2021.

Essa humanização na educação, trazida em nossas ponderações, não é nada recente. Já no final dos anos 60 (século passado), se preconizavam essas relações humanísticas entre a Ciência e a Tecnologia, no âmbito do ensino e da pesquisa, com o surgimento do chamado movimento CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade (CHRISPINO, 2017). Falar da importância da abordagem CTS nas práticas escolares seria algo laborioso e extenso, e fugiria ao pretexto do presente editorial. Fixamos aqui, nossas lentes às aproximações da pedagogia Freireana e aos encaminhamentos educacionais do campo CTS. Essas conexões entre um ensino mais humanizado e os pressupostos da abordagem CTS na sala de aula podem ser estudadas com olhares multifacetados, devido às riquezas a serem exploradas. Indicamos as pesquisas de Auler e Delizoicov (2015), que apontam como os pensamentos educacionais de Paulo Freire podem fazer parte das pesquisas de cunho CTS, voltadas para práticas de ensino e de pesquisas.

Durante anos, ao iniciarmos a leitura de um texto sobre o ensino de Química, nas mais diversas revistas brasileiras da área de ensino e/ou educação, nos deparamos com textos que sempre apontam para um ensino de Química não contextualizado, ou não relacionado com questões sociais. Geralmente, esses artigos indicam que os professores de química abordam, em muitas das vezes, os conteúdos disciplinares, seguindo uma lista de assuntos ou temáticas. Em suma, lemos que na prática das salas de aulas, falta a busca por uma contextualização histórica, filosófica, social e ambiental, na verdade, um ensino que busque relações com a realidade da vida dos estudantes. E para "solucionar" esse déficit nas relações de ensino e aprendizagem, voltadas para um ensino mais humanístico, recorre-se ao ensino com abordagem em CTS (ou CTSA, para um "A" que realça as questões voltadas ao Ambiente).

A abordagem CTS(A) no ensino de Química, nas últimas duas décadas, tem sido apresentada como "salvacionista", nas visões de vários educadores. Há um apelo de que ao trazer CTS nas estratégias para o ensino da Química (ciência tão "temida" nos bancos escolares), tudo se transforma, e os conceitos químicos fundamentais passam a ser entendidos, como num passe de mágica! Mas vêm as perguntas: o que ficou de transformação pessoal na vida dos estudantes, após essas práticas CTS de ensino? Qual o retorno, de fato que os alunos deram aos docentes? O que de concreto temos, nas realidades de nossas escolas? O que mudou na educação química, durante esses anos de práticas de ensino CTS? Não vamos ter essas respostas, mas propomos que os(as) nossos(as) leitores(as) exercitem muitas análises.

Apoiamos-nos no que Chrispino (2017) apresenta para a abordagem CTS, uma vez que tal conduta pedagógica permite que o docente trabalhe a realidade do cotidiano, com possibilidades de reflexões pessoais e/ou decisões coletivas. Achamos que para justificar o título do nosso texto, no qual indicamos que a abordagem CTS permite uma sala de aula mais humanizada, vale citar diretamente o que Alvaro Chrispino coloca no seu livro:

No que concerne a sua contribuição social, a Abordagem CTS também é importante. Uma vez que a proposta de fundo é a aceitação da Construção Social da Ciência e da Tecnologia e no estudo do impacto da Ciência e da Tecnologia sobre a Sociedade, espera-se que o conhecimento sobre a humanização da Ciência e da Tecnologia e a relativização do bem absoluto da Ciência e da Tecnologia se transformem em aprendizado social e sejam patrimônio coletivo a influir no fazer cotidiano de cada cidadão. Sob este ângulo, não se espera que a Abordagem CTS seja mais uma técnica didática, mas, sim, uma cultura: a cultura CTS que se manifesta em qualquer técnica de ensino ou manifestação docente... (CHRISPINO, 2017, p. 81).

Nossas colocações (e provocações) até aqui foram para justificar o nosso propósito de direcionar as nossas experiências no ensino de Química, com vieses da abordagem em

CTS, para práticas da sala de aula humanizadas. Queremos que os olhares dos leitores(as) não sejam para um passado pedagógico, mas que sejam olhares de um presente e de um futuro, tanto para os nossos atuais educadores (particularmente de Química e Ciências), como para aqueles que ainda estão em formação. Nessa perspectiva, apresentamos o volume Temático Sidnei Quezada, volume 12, número 3 da Revista Ciências & Ideias, organizado contendo dezoito trabalhos científicos distribuídos em cinco seções, sendo onze artigos científicos, um artigo de revisão, dois relatos de experiência, três produtos educacionais e uma resenha, na expectativa de que desfrutem dos textos e sintam-se estimulados para novos debates e troca de ideias.

Na seção *Artigos Científicos*, o trabalho **A contextualização e o ensino de química através da temática plantas medicinais** apresenta o uso do conhecimento popular dos alunos em relação as plantas medicinais, como forma de contextualizar o ensino de Química, fato que gerou grande participação dos alunos aperfeiçoando seus conhecimentos sobre plantas medicinais, suas propriedades físicas, químicas e biológicas. No artigo, **Dificuldades e vantagens da aprendizagem baseada em problemas no ensino de química: um olhar dos professores da educação básica a partir da divulgação científica**, os autores buscam analisar as impressões dos professores sobre as vantagens e dificuldades do uso da resolução de problemas no ensino de Química, por meio de estudos sistematizados no website RPEQ, sugerindo a necessidade de formação continuada que propicie a reflexão sobre a prática docente, o desenvolvimento profissional, e o aprofundamento teórico sobre essa proposta de ensino. O texto, **Análise do processo de objetivação em licenciandos acerca da perspectiva CTS no ensino de química: um estudo introdutório para representações sociais**, aborda a forma como se apresenta o processo de objetivação em licenciandos a respeito à perspectiva CTS no ensino de Química, contribuindo para as pesquisas e os estudos em Representações Sociais, apontando a necessidade de um maior número de trabalhos envolvendo as Representações Sociais sobre CTS, e a maneira como elas impactam na prática docente, principalmente no ensino de Química. Enquanto no artigo, **Contribuições das atividades experimentais investigativas no ensino de química da educação básica**, os autores buscam investigar, aprofundar e trabalhar a aplicação de atividades experimentais investigativas, envolvendo sua forma de abordagem e contribuições para as aulas de química, visando uma participação mais ativa dos alunos no processo de construção do conhecimento.

O texto, **A ressignificação de conteúdos a partir de jogos didáticos: desenvolvimento e aplicação no ensino de química**, aborda a aplicação de jogos desenvolvidos com o uso de materiais alternativos e de fácil acesso, visando explorar e auxiliar nas dificuldades que os alunos possuem na apresentação de determinados conteúdos de química no primeiro ano do Ensino Médio. Em, **Química e literatura: uma proposta de sequência didática a partir do livro "the poisoner's handbook"**, os autores trazem uma sequência didática envolvendo a função orgânica álcool a partir de trechos do livro *The Poisoner's Handbook* e de notícias atuais, como ponto de partida para a aprendizagem, explorando o uso de variados recursos como jogos, textos de noticiários e aplicativos para smartphones, de modo a proporcionar aos alunos um papel ativo em sua aprendizagem. No artigo, **Interações CTS na ótica de licenciandos em ciências a partir do questionário de opiniões sobre ciência, tecnologia e sociedade**, foram obtidas as percepções de licenciandos em ciências da natureza sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, visando a elaboração de ação didática envolvendo CTS, que foram analisadas a partir das categorias ingênua, adequada e plausível, sendo observado como críticos os seguintes eixos: definição de tecnologia, as influências mútuas entre ciência, tecnologia e a sociedade, e a natureza da ciência e da tecnologia. Já o trabalho, **O ensino de ciências com enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a base nacional comum curricular: o que sabem os professores do ensino fundamental anos**

iniciais?, apresenta um estudo de caso que visa identificar os conhecimentos de professores sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, Letramento Científico e Tecnológico no ensino de ciências, BNCC, e a maneira como os processos de formação continuada na área das Ciências da Natureza estão ocorrendo, cujos resultados indicam o desconhecimento dos docentes sobre enfoque CTS e BNCC, apontando para a necessidade de se ofertar aos professores formação continuada para o ensino de ciências envolvendo as temáticas CTS, LCT e BNCC.

No artigo, **Não se nasce cientista, torna-se: reflexões sobre a performatividade de gênero associada ao ensino de ciência, tecnologia e sociedade**, os autores discutem a masculinização da ciência, propondo o currículo com enfoque CTS para problematizar, questionar e desconstruir essa realidade, com uso de discursos subversivos dos estereótipos de gênero. O texto, **Ciência-tecnologia-sociedade com pensamento crítico na educação em ciências desde os primeiros anos de escolaridade**, discute investigações realizadas abordando a integração da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade com o pensamento crítico, fundamentando sua relevância e destacando um quadro conceitual que se aprimorou ao longo dos últimos 10 anos, descrevendo propostas didáticas e destacando implicações futuras para a investigação, formação e inovação na educação em ciências com orientação CTS/PC e na formação de professores. Finalizando essa seção, o trabalho **O mapeamento da área CTS a partir das dissertações dos mestrados profissionais: uma abordagem por análise de redes sociais entre os anos de 2005 a 2019** apresenta um mapeamento do ensino de Ciências, Tecnologia e Sociedade, a partir de 244 dissertações selecionadas do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, sendo identificado que 52% delas são oriundas da região sudeste, com a análise de redes social (ARS) indicando as palavras que estão mais próximas da temática CTS, com destaque para as palavras-chave, ensino de Química, ensino de Física e CTSA.

Na seção *artigos de revisão*, o texto **Sequências didáticas no ensino de química: possibilidades para a experimentação** traz um estudo bibliográfico que investigou como tem sido elaborada, aplicada e validada as sequências didáticas para o ensino de Química no ensino médio, sendo observado que estas estão sendo desenvolvidas com abordagens contextualizadas, fazendo uso da experimentação química investigativa e levando em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes.

Já na seção *relato de experiência*, o artigo **Análise das possibilidades de inserção do filme perdido em Marte nas aulas de química** aborda o uso de trechos do filme Perdido em Marte buscando relações com conteúdos de química, sendo trabalhados os conceitos de substâncias e elementos químicos, reações químicas, tabela periódica, radioquímica, dentre outros, permitindo resgatar conceitos prévios e mediar novos conhecimentos, enquanto o trabalho **Aspectos bioquímicos, culturais e sociais do corpo: uma abordagem interdisciplinar** apresenta uma proposta pedagógica interdisciplinar envolvendo educação Física e Química, a partir dos temas corpo, esteroides, alimentação e suplementação alimentar, sendo observada uma participação ativa dos alunos nas atividades disciplinares e a aquisição de conceitos de forma mais integral e relacionados aos seus contextos.

Na seção *produto educacional*, o artigo **Proposta de aulas práticas cotidianizadas de química para estudantes de graduação em conservação-restauração de bens culturais** aborda a proposta de um curso experimental, para dar suporte à disciplina teórica, cujos temas das aulas práticas envolveram uma abordagem interdisciplinar e com tópicos do contexto de bens culturais, como pigmentos, aglutinantes, tinta a óleo, papel, esculturas em pedras e metal. Em, **Construção de um modelo de ensino para o conceito de oxirredução com materiais de baixo custo**, o autor traz

um modelo construído com materiais encontrados em papelarias e fundamentado na analogia de uma balança mecânica de dois pratos, cujo deslocamento do ponteiro indicador mostra como ocorre a oxidação ou redução, podendo ser usado no ensino médio ou fundamental. No trabalho, **Jogo THERMO10 como recurso didático digital para o ensino de termoquímica**, apresenta as percepções de professores e licenciandos de química a respeito do jogo digital contendo conceitos da termoquímica, envolvendo o desenvolvimento do jogo, sua aplicação e análise por parte dos professores e licenciandos, sendo considerado importante para ensinar conceitos da termoquímica e contextualizá-los ao dia a dia dos estudantes.

Na seção *resenha*, o texto **Resenha do livro: neurociência e educação: como o cérebro aprende** aborda a obra de Ramon Moreira Cosenza e Leonor Bezerra Guerra, que é uma das pioneiras a explorar a forma como a Neurociência pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem, levando o leitor a observar como estudos neurocientíficos são importantes para a educação, sendo indicado para profissionais da educação e da saúde, e para aqueles que queiram conhecer e compreender como a Neurociência afeta a aprendizagem.

Desejamos a todos uma boa leitura!

Referências

ARROYO, Miguel. **Ofício de mestre**: Imagens e autoimagens. Petrópolis: Vozes, 2000.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, v. 21, n. 45, p. 275-296, 2015.

CHRISPINO, Alvaro. **Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na educação e no ensino**. Madri: Organización de Estados Iberoamericanos Para La Educación, La Ciencia y La Cultura (OEI) – Iberciencia e Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de La Junta de Andalucía, 2017. Disponível em: [introducao_aos_enfoques_cts_na_educacao_e_no_ensino_final.pdf](#) (ua.pt). Acesso em: 24 agosto 2021.

FREIRE, Madalena. **Educador, educa a dor**. São Paulo: Paz e Terra, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1974.

Jorge Cardoso Messeder é...

Graduado em Química Industrial pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Mestre e Doutor em Ciências pelo Instituto Militar de Engenharia (IME). Atualmente é professor Associado IV do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) onde desenvolve trabalhos nas áreas de Ensino de Ciências/Química no curso de Licenciatura em Química. Integra o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense (UFF/PPECN). A sua produção acadêmica se concentra principalmente em temas sobre Ensino de Química/Ciências, tanto na Educação Básica como no Ensino Superior, tendo enfoques em: CTS, Práticas de Ensino, Produção de Materiais Educativos e Relações entre Ensino, Aprendizagem e Pesquisa. Lidera o Grupo de Pesquisa Rotas Metodológicas para o Ensino de Ciências – RoMEC (<http://romec.com.br/>).

ORCID: 0000-0002-7396-1596

Sheila Pressentin Cardoso é...

Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Especialista em Ensino de Ciências e Mestre em Química pela Universidade Federal Fluminense (UFF), e Doutora em Ciências em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora titular aposentada do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), no qual atuou como docente no curso técnico, na licenciatura e no bacharelado em química. Desde 2008 é professora permanente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências (PROPEC/IFRJ), estando vinculada às linhas de pesquisa "formação de professores de ensino de ciências" e "processos de ensino e aprendizagem no ensino de ciências da natureza". Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Rotas Metodológicas para o Ensino de Ciências – RoMEC (<http://romec.com.br/>).

ORCID: 0000-0002-1822-8420



Revista
Ciências & Ideias

A CONTEXTUALIZAÇÃO E O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DA TEMÁTICA PLANTAS MEDICINAIS

CONTEXTUALIZATION AND ORGANIC CHEMISTRY TEACHING THROUGH MEDICINAL PLANTS THEME

Beatriz Silva Quaresma [biasilva2008@live.com]

Karla Maria Moraes Carneiro Autor [carla.maria17@hotmail.com]

João da Silva Carneiro [joaocarneiro@uepa.br]

Universidade do Estado do Pará

RESUMO

A contextualização no ensino de química é uma prática que, quando realizada de maneira satisfatória e eficiente, possibilita aos estudantes associarem os conhecimentos científicos com o seu cotidiano e, conseqüentemente, colabora com a construção do conhecimento crítico. Contudo, a prática de contextualizar é pouco abordada em sala de aula, principalmente no ensino de química que, em sua grande maioria, é desenvolvido de forma expositiva e demonstrativa e, assim, os docentes encontram grandes dificuldades de despertar o interesse dos alunos. Nesse sentido, o presente artigo tem o objetivo utilizar o conhecimento popular dos alunos em relação as plantas medicinais para contextualizar o ensino de química orgânica. A pesquisa desenvolvida foi de caráter quali-quantitativo e os dados foram obtidos através da observação das percepções dos estudantes no decorrer das aulas, da atividade experimental e da aplicação de questionários semiestruturados. Os resultados das observações permitiram dizer que desde o início da aplicação da metodologia foi possível verificar o empenho e a grande participação dos alunos da turma e indicaram que os alunos aperfeiçoaram seus conhecimentos sobre plantas medicinais, suas propriedades físicas, químicas e biológicas dos compostos orgânicos. Além disso, o trabalho apresentou resultados interessantes, principalmente, por estimular o aprendizado e interesse por meio da atividade experimental. Logo, trabalhar os conteúdos de Química de forma contextualizada, pode contribuir, positivamente, para o aprendizado do aluno, pois este se envolve ativamente na realização das atividades e isto pode permitir uma aprendizagem mais significativa, uma vez que o estudante consegue relacionar o conteúdo aprendido na escola com seu cotidiano.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas medicinais; Contextualização; Ensino; Química.

ABSTRACT

The contextualization of the teaching of Chemistry is a practice that, when performed in a satisfactory and efficient manner, allows students to associate scientific knowledge with their daily lives, and consequently, collaborates with the construction of critical knowledge. However the practice of contextualizing is rarely addressed in the classroom, especially in the teaching of Chemistry, which, for the most part, is developed in an expository and demonstrative way and, this students find it very difficult to arouse the interest of students. In this sense this article aims to use students' popular knowledge of medicinal plants to contextualize the

teaching of organic chemistry. The research was qualitative and quantitative and data were obtained using semi-structured questionnaires and observations of students' perceptions, during interactive classes and the experimental activity. From the beginning it was possible to verify the commitment and massive participation of all students in class during the application of the methodology. Results indicate that students improved their knowledge regarding medicinal plants, their physical and biological properties and the subjects related to organic chemistry. In addition, the present study showed satisfactory results, mainly by stimulating learning and interest through experimental activities. Thus, teaching chemistry subjects using contextualization can positively contribute to student's learning, since the student is actively involved in the activities. This may allow a meaningful learning, as the student can relate the content learned at school with his daily life.

KEYWORDS: Medicinal plant; Contextualization; Teaching; Chemistry.

INTRODUÇÃO

A química é uma ciência voltada às transformações geradoras de novos materiais. É sabido, contudo, que a maior parte dos alunos veem a disciplina como de difícil compreensão. Essa visão está, provavelmente, relacionada à forma como ela é tratada em sala de aula, onde é dado bastante ênfase à simples memorização de nomes e fórmulas e à resolução de situações problema, na maioria das vezes, sem a devida contextualização (CARDOSO e COLINVAUX, 2000).

No cotidiano, a contextualização e a formação para a cidadania tem sido referenciais constantes nos trabalhos em ensino de química. Apesar do entendimento heterogêneo e, por vezes, reducionista desses termos pela comunidade da área, Wartha, Silva e Bejarano (2013); essas perspectivas têm sido, fortemente, vinculadas a (re)significação dos conteúdos curriculares, numa tentativa de construir um elo entre conceitos e o ambiente, onde os estudantes estão inseridos.

Segundo Oliveira (2010), a melhoria da qualidade do ensino de química passa pela definição de uma metodologia que privilegie a contextualização como uma das formas de aquisição de dados da realidade, oportunize ao aprendiz uma reflexão crítica do mundo e um desenvolvimento cognitivo. Diz ainda que, possibilita a contextualização social no ensino, abordando a composição estrutural das plantas medicinais ao conteúdo de funções orgânicas, por exemplo, quando considera os conhecimentos prévios dos alunos e a interação com as novas informações, de modo que os mesmos construam e reconstruam o conhecimento, favoreçam a aprendizagem dos conteúdos e a interdisciplinaridade do assunto.

A associação de conceitos químicos com a vida e com o cotidiano é o que os profissionais e, principalmente, os professores de química devem buscar como estratégias de abordagem de ensino. Neste caso, Lima e Rosa (2016), afirmam que as recomendações para alcançar tal objetivo são claras, inclui articular o conteúdo específico a temas sociais relevantes e de maneira que haja problematização ou o aporte de aspectos condizentes ao tema, como o histórico, o socioambiental e o econômico.

A experimentação é uma importante ferramenta metodológica para o ensino de Química Orgânica, visto que se trata de uma ciência, fundamentalmente, empírica. Portanto, se caracteriza como recurso eficiente para demonstrar os conteúdos vistos em sala de aula e contextualizá-los com problemas reais, que estão diretamente relacionados com o cotidiano do aluno e, possibilita, portanto, um ensino-aprendizagem significativo (LACERDA, REIS E SANTOS, 2016).

À vista disso, Silva e Zanon (2000) defendem a utilização da experimentação no ensino de Química, pois a prática possibilita a contextualização. Silva (2016), diz que a importância da experimentação está no seu papel investigativo e na forma como proporciona ao aluno a compreensão dos fenômenos envolvidos no conteúdo abordado. A ciência experimental, desenvolvida em sala de aula, pode despertar a atenção e o interesse dos educandos para os processos que são desenvolvidos. Todavia, não deve ser pautada em somente seguir roteiros, escrever reações e chegar aos resultados esperados. Guimarães (2009) declara que no decorrer do desenvolvimento experimental deve ser criada uma problematização que permita a contextualização e, conseqüentemente, o estímulo à investigação.

Conseqüentemente, contextualizar no ensino de Química, através de temas que tenham vínculo com o cotidiano, é fundamental para favorecer a melhor participação em sala de aula e melhorar o aprendizado, pois quando o aluno não consegue estabelecer um elo entre o conteúdo ministrado à sua efetiva aplicação na rotina, acaba por rotular a ciência como difícil de compreender. Nesse sentido, a temática "Plantas Medicinais", surge como uma ferramenta essencial na intenção de possibilitar a relação entre a contextualização e a vivência do aluno, e contribuem, como mencionam Sá et al. (2012) para uma aprendizagem que permita a formação do conhecimento pelos próprios alunos.

De acordo com Villas-Boas e Gadelha (2007), a cada dia, os produtos naturais vêm sendo uma fonte importante para a extração de princípios ativos, utilizados na produção de muitos medicamentos alopáticos. Considera-se que o uso de plantas medicinais na região amazônica é parte da cultura; alguns autores e estudiosos levantam alguns questionamentos de que não somente a tradição seja o fator responsável por este aspecto. Maia (2010), sustenta que por dificuldades financeiras para adquirir medicamentos sintéticos, as populações amazônicas fazem o uso de espécies com finalidades terapêuticas.

Quanto a relação da temática com o ensino, a literatura já oferece alguns trabalhos, em que alguns autores tentam aproximar o uso de vegetais ao ensino de química. Navarro et al. (2007) utilizaram-se de plantas medicinais e aromaterapia como ferramenta no ensino fundamental das ciências, fazendo um significativo envolvimento no processo ensino-aprendizagem, com vivências experimentais na área de Fitoterapia, que propiciou a valorização conhecimentos prévios dos alunos pela experimentação e novas perspectivas em um espaço emergente, direcionado ao estudo dessas plantas.

No artigo de Silva, Braibante e Braibante (2011) intitulado "Chá: uma temática para o ensino de grupos funcionais", analisaram-se os conteúdos de química orgânica a partir da abordagem sobre funções orgânicas, que culminou com a (re)construção do conhecimento científico e proporcionaram um aprendizado significativo, segundo os autores.

No trabalho de Schuster e Olguin (2013) designado: "A química dos óleos essenciais: uma proposta de experimentação e investigação", discutiram-se alguns conteúdos do estudo de compostos de carbono a partir dos óleos essenciais, numa perspectiva investigativa, mediante experimentação, pesquisa e atividade lúdica.

Souza (2014) fez uma análise a respeito da opinião de um grupo de professores sobre uma proposta de aula de funções mistas para o Ensino Médio a partir de estruturas moleculares de plantas utilizadas com propriedades analgésicas e anti-inflamatórias, no município de Amargosa-BA. Segundo o pesquisador, a ideia de aplicar e contextualizar a aula de Química, com plantas medicinais foi aceita por uma parcela relevante dos discentes, principalmente pelo fato da escola possuir alunos da zona rural.

No escrito de Silva et al. (2017), os autores propuseram o uso da temática "Chás: Uma Contribuição para o Ensino de Nomenclatura dos Compostos Orgânicos", com intuito de discutir sobre as nomenclaturas das moléculas orgânicas presentes nos chás, combinada à sua

identificação, através de uma análise multissensorial, contribuiu para uma abordagem contextualizada e interdisciplinar.

Nessa perspectiva, a temática "plantas medicinais" no ensino de química, aplicado ao conteúdo de funções orgânicas, funciona como um processo que tende a torná-lo motivador, significativo e interessante, declara Lima et al., (2016).

A utilização dos princípios ativos existentes nas plantas medicinais é fundamental para o ensino de química orgânica, pois permite ao professor utilizar um assunto presente no cotidiano do aluno. Isto possibilita a interação do com o conteúdo e sua participação efetiva, valorização do senso comum e reforça a importância do cuidado com o uso abusivo, já que algumas espécies são medicamentos. Além, também, da possibilidade propagar o conhecimento científico em favor da comunidade, haja visto que a popularização dos remédios fitoterápicos é decorrente de um processo histórico, onde estima-se que o uso das propriedades curativas de algumas espécies vegetais é uma das primeiras manifestações do homem. (BARACHO et al., 2006).

Ademais, considera-se a importância de propiciar um ambiente de sala de aula contextualizado, participativo e interativo no ensino de química. Nesta perspectiva, este trabalho teve como objetivo utilizar o conhecimento popular dos alunos da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Benvinda de Araújo Pontes, do município de Abaetetuba-PA, sobre as plantas medicinais da região, para contextualizar o ensino de química orgânica e verificar os conhecimentos prévios dos alunos, a fim de nortear o desenvolvimento da sequência didática, colaborar com a aprendizagem dos alunos sobre os assuntos relacionados ao ensino de química orgânica, através da contextualização com o cotidiano no qual estão inseridos e elaborar uma sequência didática, que conduza a uma aprendizagem significativa sobre o tema plantas medicinais e o ensino de química orgânica.

METODOLOGIA

O presente estudo se caracterizou por ser uma pesquisa descritiva do conhecimento, percepção e ensino, acerca das plantas medicinais. Uma das características mais significativas deste método é a coleta de dados, tais como o questionário e a observação.

A pesquisa foi de cunho exploratório e realizada utilizando a técnica quanti-qualitativa, que de acordo com Creswell (2010), a qualidade de ambos os métodos produz uma popularização de método misto e evidencia os pontos fortes, tanto da abordagem qualitativa quanto quantitativa. Desse modo, Silva e Simon (2005) defendem que a pesquisa quantitativa deve ser utilizada quando há conhecimento e o controle de qualidade do que será estudado. Em compensação, na abordagem qualitativa, Silva, Lopes e Braga Júnior (2014), afirmam que os procedimentos qualitativos são direcionados às áreas pouco estudadas e tem por objetivo obter informações empíricas da realidade.

Participaram da pesquisa, 60 alunos de duas turmas, em uma faixa etária de 16 a 21 anos, cursando o 3º ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Benvinda de Araújo Pontes, do município de Abaetetuba-PA, e a sequência didática se deu em sete momentos, como se descreve a seguir:

Questionário de conhecimentos prévios

O primeiro momento foi realizado por meio do protocolo tendo em vista a apresentação prévia e finalidades do trabalho. Em seguida, foi solicitado aos alunos que respondessem um questionário semiestruturado (quadro 1, abaixo), referente aos seus conhecimentos prévios

com questões objetivas e subjetivas sobre plantas medicinais, seus usos terapêuticos e suas relações com o ensino de química orgânica.

Quadro 1: Questionário de conhecimentos prévios.

Escola Benvinda Pontes de Araújo

Professor(a):

Aluno(a):

Turma:

Disciplina:

De acordo com seus conhecimentos, responda as questões abaixo:

QUESTÃO 1. Você conhece alguma planta medicinal? Caso sim, já utilizou ou ainda utiliza em seu cotidiano?

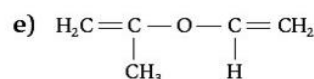
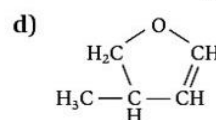
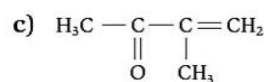
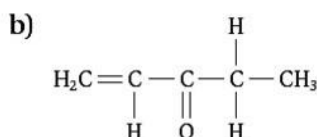
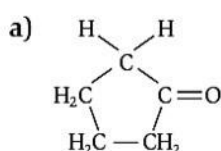
QUESTÃO 2. Cite uma planta medicinal que você ou que sua família utilizou, de que forma foi consumida e para qual finalidade.

QUESTÃO 3. Você sabe o que é princípio ativo? Caso sim, sabe o princípio ativo da planta medicinal que citou?

QUESTÃO 4. Você acredita que as plantas medicinais podem apresentar alguma toxicidade no organismo humano?

QUESTÃO 5. Você considera que é possível contextualizar o estudo de plantas medicinais com a Química? De que forma isso pode ser feito?

QUESTÃO 6. A estrutura do composto orgânico de fórmula molecular C_5H_8O que apresenta cadeia ramificada, insaturada, heterogênea e alicíclica é:



QUESTÃO 7. Cite 3 funções orgânicas que podem estar presentes em plantas medicinais

Fonte: elaborado pelos autores.

Conforme aponta Minayo (2006), o questionário semiestruturado trata-se de um instrumento no qual há uma combinação entre questões abertas e fechadas e proporciona ao participante da pesquisa, a exposição de suas ideias e opiniões a respeito do tema abordado, sem que haja respostas ou exigências preestabelecidas pelo pesquisador. Assim, permite ao aluno construir a resposta por caminhos próprios e, posteriormente, confrontar suas concepções iniciais com os significados construídos ao longo do conjunto de atividades.

A investigação dos conhecimentos prévios acerca do assunto a ser estudado, bem como, o registro destes comentários, além de proporcionar a análise e avaliação dos dados para a identificação de resultados é uma importante ferramenta, pois, segundo Marochio e Olguin (2013), no processo de ensinar e aprender, é imprescindível considerar o ponto de vista dos alunos para, a partir deles, apresentar os conceitos científicos envolvidos. Essa forma de abordagem, de acordo com Alegro (2008), é a condição básica e determinante na organização do ensino.

Levantamento bibliográfico sobre plantas medicinais

No segundo momento, com base nas plantas medicinais catalogadas no questionário inicial aplicado aos alunos, foi realizada uma pesquisa por parte dos autores para identificar as estruturas químicas relacionadas a esses compostos, com a finalidade de visualizar os princípios ativos presentes em cada erva selecionada para serem discutidas em sala de aula. Partindo dessas moléculas, os assuntos a seguir foram sistematizados, tais como: fórmula molecular, fórmula estrutural, classificação de cadeias carbônicas, identificação de carbonos (primário, secundário ou terciário), hibridização (sp , sp^2 ou sp^3) e funções orgânicas.

Aulas expositivas e interativas

No terceiro momento, utilizou-se as aulas expositivas e interativas para a aplicação do trabalho. Na primeira aula, foram apresentadas as plantas medicinais selecionadas anteriormente (*Peumus boldus* e *Phyllanthus ninuri* L.) e se abordou conteúdos básicos fundamentais, para compreensão da temática, como: nome científico, nome popular, forma de cultivo, preparo, posologia, benefícios e implicações do consumo excessivo para o organismo.

Na segunda aula, foram apresentadas algumas estruturas químicas presentes nas plantas, para que, embasado nessas substâncias, os estudantes pudessem compreender os conteúdos de química orgânica, como: fórmula molecular e estrutural, classificação de cadeias carbônicas, identificação de carbonos, hibridização e funções orgânicas, de modo a relacionar um assunto específico ao seu cotidiano. Corroborando com essa ideia, Moraes et al. (2008) afirmam que se devem contextualizar as atividades propostas na linguagem dos estudantes, de maneira que o conhecimento científico discutido na escola seja próximo ao contexto real dos alunos.

Experimentação de identificação de funções orgânicas

Na realização da atividade experimental foram utilizadas as plantas medicinais citadas pelos alunos no questionário de conhecimentos prévios, com o intuito de comparar as funções orgânicas em comum, para que a partir dessas similaridades os conteúdos abordados fossem contextualizados com a realidade dos educandos. Posteriormente, foi desenvolvido um experimento, cujo objetivo foi identificar uma das funções orgânicas (fenol) presentes na espécie medicinal *Peumus boldus*, popularmente conhecido como Boldo, por infusão com água. As demais funções existentes foram discutidas teoricamente. Na realização dos experimentos foram manuseados os seguintes materiais: tubos de ensaio, suporte para tubos de ensaio, béquer, pipeta Pasteur e cloreto férrico hidratada, e realizada a infusão por água, da referida espécie.

Assim sendo, realizou-se o teste de análise do grupamento funcional, obtido pelo extrato do boldo, por infusão por água, cujo princípio ativo encontrado em maiores proporções nesse extrato, chama-se Boldina. Essa substância é constituída de variadas funções, por exemplo: fenol, amina e éter. Por conseguinte, escolheu-se o fenol para ser identificado por meio da reação com o Cloreto Férrico Hidratado (página 13).

Divisão das equipes

Os aprendizes foram orientados a se dividirem em equipes com a proposta de preparar um chá de uma planta medicinal conhecida ou utilizada por eles em seu dia a dia, explicar a forma de preparo, identificar as funções orgânicas, relatar algumas curiosidades sobre o a erva, bem como, os riscos à saúde humana, de modo a proporcionar um ensino-aprendizado interativo e dinâmico. Durante essa etapa, os alunos puderam buscar por informações em diferentes vias de conhecimento. Assim, promover um incentivo à pesquisa proporciona, conforme p e Castanha (2009), o espírito investigativo, desenvolve a reflexão sobre o assunto, aumenta a capacidade de argumentação e torna a aula mais atrativa.

Socialização dos trabalhos

Por meio da "Feira sobre plantas medicinais", aconteceu a socialização dos trabalhos dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos das turmas de 3º ano, onde os mesmos apresentaram aos visitantes a planta medicinal escolhida e o modo de preparo da infusão, explanando para a comunidade escolar os resultados obtidos em suas pesquisas e o conhecimento adquirido. Isto possibilitou à classe a participação ativa no processo de aprendizagem. Como disse, Silva (2007) reconhece que os alunos ao vivenciarem essas estratégias diferenciadas, se sentem mais motivados para construção de conhecimentos químicos, conseguem perceber maior integração entre as informações, envolvem-se de forma mais efetiva, têm o envolvimento em ações mais solidárias, cooperativas e potencializam a troca e a busca de informações.

Para a avaliar a apresentação, foram convidados professores de biologia e química, os quais lecionam na escola coincidente, com o propósito de analisarem as informações repassadas aos visitantes e a participação dos alunos na metodologia.

Questionário avaliativo

No sétimo momento foi dirigido aos alunos um questionário avaliativo (quadro 2), contendo perguntas relacionadas às contribuições do experimento para o sua aprendizagem e questões específicas sobre os conteúdos ministrados, de modo a avaliar o entendimento dos estudantes a respeito do assunto e a eficiência da utilização de plantas medicinais contextualizada ao ensino de química orgânica.

Por fim, analisaram-se todas as informações obtidas pelos questionários, permitindo a realização de comparações e a interpretação da evolução conceitual dos alunos referente ao conteúdo de química orgânica, através da temática "plantas medicinais".

Quadro 2: Questionário avaliativo.

Escola Benvinda Pontes de Araújo

Professor(a):

Aluno(a):

Turma:

Disciplina:

De acordo com seus conhecimentos, responda as questões abaixo:

QUESTÃO 1. Qual o componente responsável pelo efeito terapêutico das plantas medicinais?

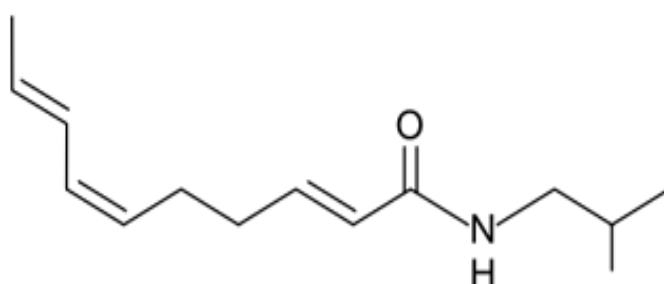
QUESTÃO 2. Sobre a planta medicinal "Boldo", qual sua finalidade terapêutica?

Questão 3. Em sua opinião, a utilização da temática "Plantas Medicinais" facilitou ou não o seu conhecimento em química orgânica? Explique.

QUESTÃO 4. Você gostaria de aprender química a partir da contextualização de temas como este? Por quê?

QUESTÃO 5. Cite a função orgânica que pode ser identificada a partir do experimento com o cloreto férrico.

QUESTÃO 6. O jambu é uma planta originária da região amazônica, comumente utilizada na culinária do norte do Brasil. No entanto, suas propriedades vão além das gastronômicas. A erva é utilizada como analgésico e anestésico no tratamento de aftas, herpes, dores de dente e garganta. O princípio ativo que garante essas propriedades é o Espilantol. A função orgânica presente na estrutura abaixo é:

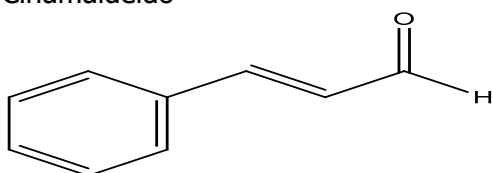


espilantol

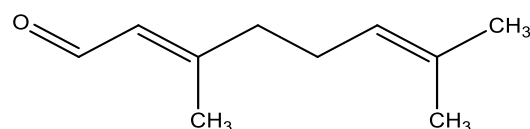
- a) Álcool. b) Amida. c) Amina. d) Cetona.

QUESTÃO 7. Cite as funções orgânicas presentes na fórmula estrutural dos compostos abaixo:

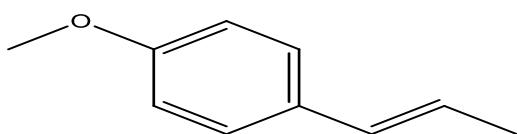
a) Cinamaldeído



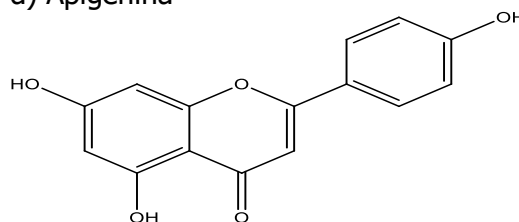
b) Citral



c) Anetol



d) Apigenina



Fonte: elaborado pelos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio do questionário 1, constituído de sete questões, foi verificada as percepções dos alunos com relação a temática, sendo as quatro primeiras perguntas baseadas no uso das plantas medicinais e as três últimas, relacionadas à química orgânica.

A análise das respostas da primeira pergunta do questionário permitiu verificar que 7% dos alunos não reconhecem nenhuma espécie, 21% conhecem algumas ervas, mas nunca as usaram e 72% conhecem e utilizam plantas medicinais, de acordo com a figura 1. Dentre as mais citadas, estão o *Peumus boldus* (boldo), *Phyllanthus ninuri* L (quebra-pedra), *Mentha piperita* (hortelã), *Aloe vera* (babosa) e *Zingiber officinalis* Rosc (gengibre).

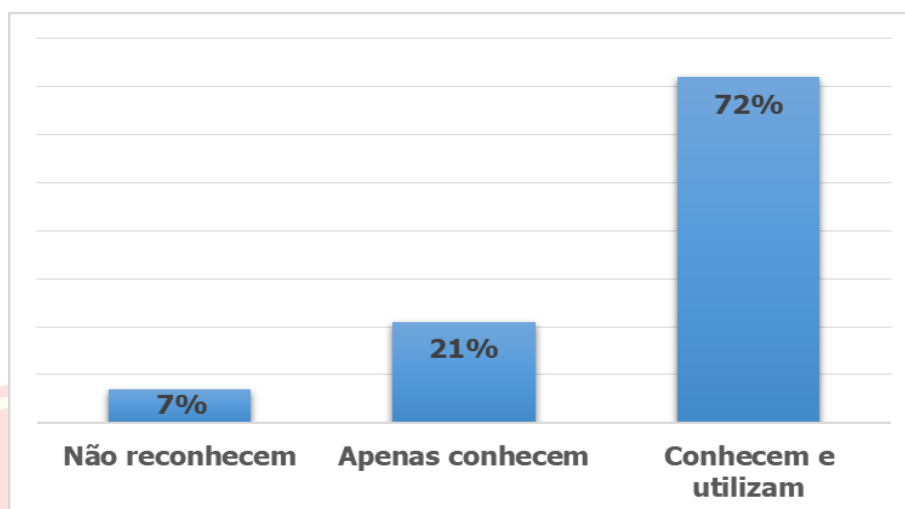


Figura 1: Percentual de respostas sobre o uso de plantas medicinais.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O uso de plantas medicinais para fins terapêuticos também foi observado por Cavaglier e Messeder (2014) em suas pesquisas feitas com alunos da Educação de Jovens e Adultos. Os resultados obtidos nos questionários e na "Oficina de chás: o conhecimento popular sobre plantas medicinais" demonstraram que os participantes utilizavam e cultivavam medicamentos fitoterápicos, além de comprovarem que o saber popular atravessa gerações, pois há valorização do conhecimento adquirido no convívio familiar.

Na segunda questão esperava-se que os estudantes relatassem espécies medicinais utilizadas por eles ou alguém da família, como consumiram e para qual fim, com o objetivo de comparar com a literatura e notar se as usaram de acordo com o recomendado e relacionar o saber popular com a ciência. Assim, cerca de 67% dos estudantes responderam perfeitamente a ação medicinal da planta citada e a maioria mencionou como principal método de ingestão os "chás", conforme declarado abaixo, pela resposta de um aluno A1: "Meu pai toma o chá de boldo sempre que está de ressaca. Ele diz que se sente melhor depois de tomar".

Issopo (2011) confirma as propriedades toxicológicas do *Paemus boldus* quando diz que as folhas são usadas na medicina popular no tratamento de doenças que acometem o sistema digestivo e hepático, além de possuir propriedades colerética, colagoga, antissépticas, sedativas e diurética.

Assim, os conhecimentos prévios associados às novas informações, repassadas no decorrer das atividades, permitiram o conceito da aprendizagem significativa. Moreira (2016), defende que este aprendizado ocorre com a interação de novas informações com àquelas já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, as quais funcionam como âncoras aos novos conhecimentos ou conceitos.

Logo, pode-se considerar que maioria dos alunos reconheceram as propriedades curativas de alguns vegetais, os quais estão intimamente inseridos no seu dia-a-dia, pelo consumo de chás e infusões. Entretanto, não conseguiram citar o princípio ativo conforme a terceira pergunta, devido possuírem somente o conhecimento popular, repassado por seus familiares, corroborando com os resultados obtidos por Lima (2017), ao questionar os estudantes sobre os componentes químicos presentes nas plantas, constatou que 92% não sabiam, mas estavam interessados em aprender.

Os conhecimentos prévios associados às novas informações, repassadas no decorrer das atividades, promoveram o conceito da aprendizagem significativa. Moreira (2016), defende que este aprendizado ocorre com a interação de novas informações com àquelas já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, as quais funcionam como âncoras aos novos conhecimentos e conceitos.

Na quarta questão, ao questionar os estudantes sobre a toxicidade dos produtos naturais, 95% dos alunos consultados consideraram que não possuem substâncias nocivas para o organismo vivo, como respondeu o aluno A2:

"Acredito que não faz mal para o nosso organismo, justamente porque são produtos naturais e que até cultivamos em casa. Não é algo feito em laboratórios, nós participamos do processo de preparação, por isso acho que não faz mal".

Por isto, pode-se notar a falta de informação, visto que, embora sejam produtos naturais, ainda sim, possuem contraindicações e podem ocasionar efeitos prejudiciais aos órgãos do corpo humano. Martins et al. (1998), alega que as plantas sintetizam compostos químicos a partir dos nutrientes, da água e da luz que recebem. Muitos desses compostos ou grupos deles que podem provocar reações nos organismos, são os princípios ativos. Algumas dessas substâncias podem ou não ser tóxicas, pois dependem da dosagem em que venham a ser utilizadas.

Quando perguntados a respeito da possibilidade de contextualizar o ensino de química a partir da temática "plantas medicinais", a maioria dos educandos afirmaram que é possível estabelecer essa relação. Todavia, poucos responderam como seria feito esse processo, conforme a resposta do aluno A3: *"É possível fazer essa contextualização, mas não sei de que maneira".*

A maioria dos alunos, os quais responderam de que forma essa contextualização poderia ser estabelecida, apontaram para o uso de experimentos, fazendo uma pequena relação entre o estudo das plantas medicinais com a aplicação de aulas práticas, conforme diz o aluno A4: *"Sim, é provável que se possa fazer, mas, acredito que seja com experimentos".* Sendo assim, demonstraram saber que a Química se faz presente no seu cotidiano, no entanto, sentem dificuldades em exemplificar. Por esse motivo, pôde-se observar que, de modo geral, há certo desejo por parte deles em ter experiências científicas para aprender um conteúdo novo e, conseqüentemente, se distanciarem um pouco da metodologia tradicional de ensino. Assim, a experimentação é vista como forma de motivação e uma alternativa para tornar as aulas mais interessante, segundo Santos e Souza. (2019).

Em relação à pergunta referente de número 6, referente à classificação da cadeia carbônica, apenas 12% dos alunos assinalaram corretamente à resposta (figura 2), pois, a estrutura do composto orgânico de fórmula molecular C_5H_8O apresenta cadeia ramificada, insaturada, heterogênea e alicíclica.

Marcondes et al. (2005), destacam que classificar carbonos, diferenciar funções orgânicas e nomear compostos orgânicos, fazem parte do currículo tradicional e são importantes para a compreensão de conceitos. No entanto, a forma como estes conteúdos são

repassados, na maioria das vezes de forma teórica e sem a devida contextualização com o cotidiano, colaboram com a aprendizagem mecânica e são pouco eficientes para o desenvolvimento crítico e reflexivo do aluno.

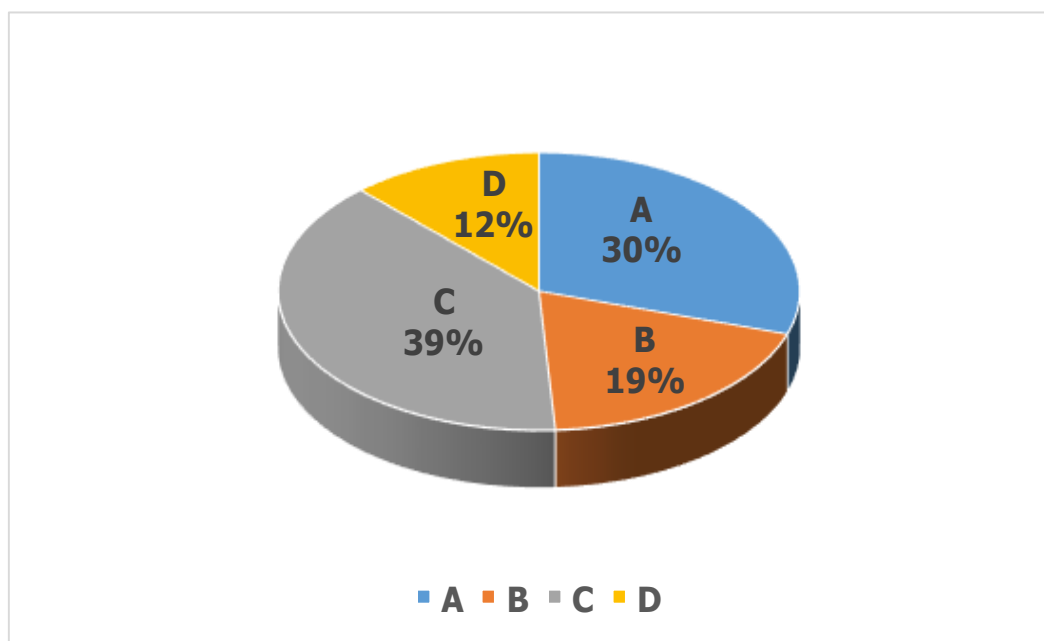


Figura 2: Percentual referente as respostas sobre classificação de cadeia carbônica.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Seguindo a análise metodológica, ao serem interrogados sobre as funções orgânicas que podem estar presentes na composição das plantas, 90% dos estudantes não conseguiram citar, devido, talvez não assimilarem que os grupos funcionais estudados possam estar relacionados com as espécies utilizadas em seu cotidiano. Isso pode estar correlacionado com o fato de que os conteúdos nos livros didáticos são abordados de maneira descontextualizada, apenas com definições de fórmulas, conceitos, estruturas, nomenclaturas. Portanto, não há uma abordagem significativa a respeito, por exemplo, dos componentes ativos das plantas medicinais (SILVA et al.,2018).

Em seguida aconteceram as aulas expositivas sobre o seguinte tema: "Como a química está relacionada com as plantas medicinais?". No decorrer da primeira aula, conceitos de cunho botânico foram mencionados brevemente, com a intenção de estimular o interesse dos alunos pelo conhecimento científico abordado. Logo, com a utilização da ferramenta tecnológica Datashow, apresentou-se aos estudantes duas ervas com ação terapêutica típicas da região Norte, *Peumus boldus* (figura 3A) e *Phyllanthus ninuri L.* (figura 4A), bem como definições sobre nome científico e popular, forma de cultivo, uso, contraindicações, posologia e consequências do consumo de produtos naturais.

Posteriormente, após a investigação sobre fármacos das espécies supracitadas, deu-se início a segunda aula da sequência de atividades propostas. O princípio ativo encontrado em maiores quantidades nas espécies *Paemus boldus* e *Phyllanthus ninuri L.*, são respectivamente, a boldina e o estradiol. De posse desses dados, conceitos relativos aos princípios ativos concernentes à química orgânica foram explicados, como por exemplo: fórmula estrutural, fórmula molecular, classificação de cadeia e carbono, hibridização e funções orgânicas.

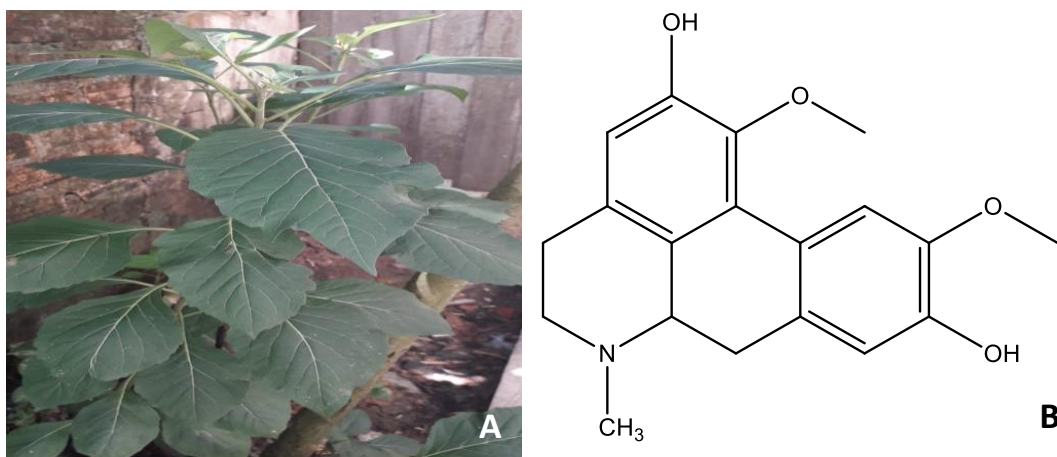


Figura 3: Fotografia da planta *Paemus boldus* (A) e seu princípio ativo boldina (B). Fonte: Elaborado pelos autores.

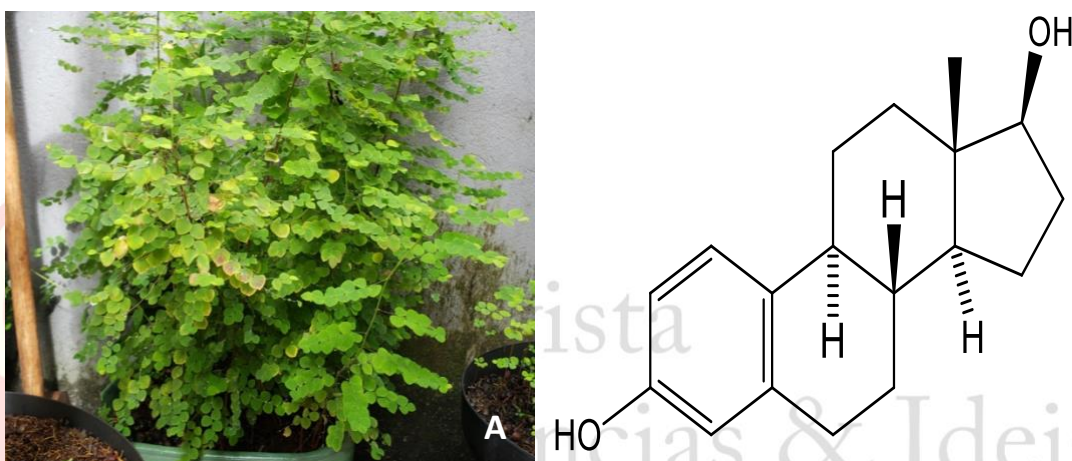


Figura 4: Fotografia da planta *Phyllanthus niruri* L. (A) e seu princípio ativo estradiol (B).

Fonte: Elaborado pelos autores.

A realização das aulas expositivas (figura 5) propiciou aos alunos uma visão sobre como a química está presente nas plantas medicinais. No decorrer do processo foram realizados exercícios e utilizou-se como referência a estrutura molecular dos fármacos, boldina e estradiol, a fim de avaliar a eficácia da metodologia aplicada. Assim, constatou-se a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento, averiguado através de questionamentos, respostas quando solicitados e o entusiasmo em aprender.



Figura 5: Aulas expositivas na perspectiva da contextualização do ensino de química orgânica, através das plantas medicinais. Fonte: Elaborado pelos autores.

A pesquisa sobre os princípios ativos e a contextualização com os conteúdos aproximou a teoria ao cotidiano do aluno. Ao ilustrar a importância no aprendizado, Paraná (2008) enfatiza que no processo de ensino, contextualizar é um importante meio de estimular a curiosidade e fortalecer a confiança do aluno.

Após a explanação dos conhecimentos científicos iniciou-se o momento da atividade experimental, com a finalidade de demonstrar aos estudantes um método de identificação de compostos orgânicos mediante reação química. Cada grupo funcional apresenta determinada especificidade que, a partir de testes qualitativos, são possíveis de serem observados. A caracterização do fenol é expressa pela mudança de coloração. Este grupo possui como uma de suas características a acidez e, ao reagir com o FeCl_3 passa a formar complexos coloridos com o íon Fe^{3+} , conforme a reação abaixo:

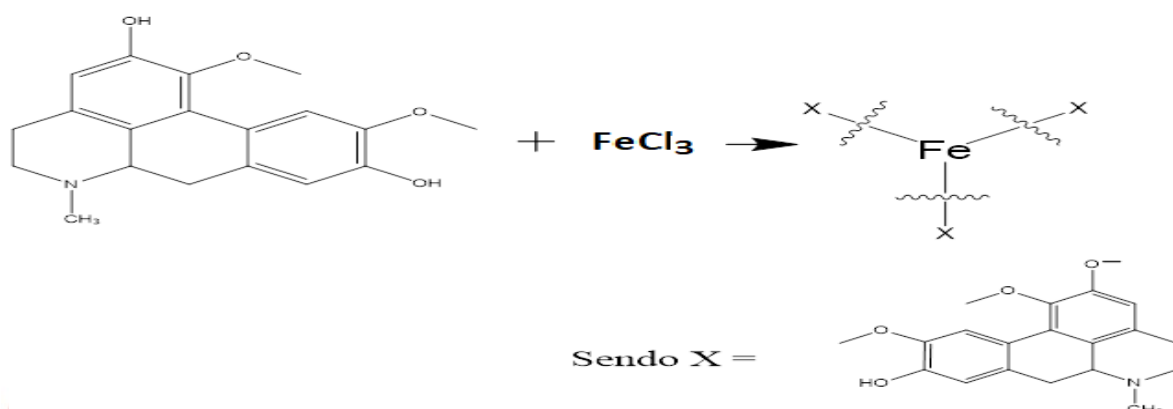


Figura 6: Reação entre a boldina e o cloreto férrico.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A cor do complexo pode variar do azul ao verde, dependendo dos substituintes presentes no anel aromático e do solvente utilizado. Neste caso o solvente manipulado foi a água, o qual garante a coloração verde à amostra. Nesse sentido, ao adicionar a solução no tubo de ensaio juntamente com 3 gotas de cloreto férrico hidratado, esta mudou de tonalidade variando do amarelo brilhante ou transparente - cores típicas da infusão, ao verde escuro, confirmando a existência do fenol na estrutura molecular. A figura abaixo demonstra a mudança.

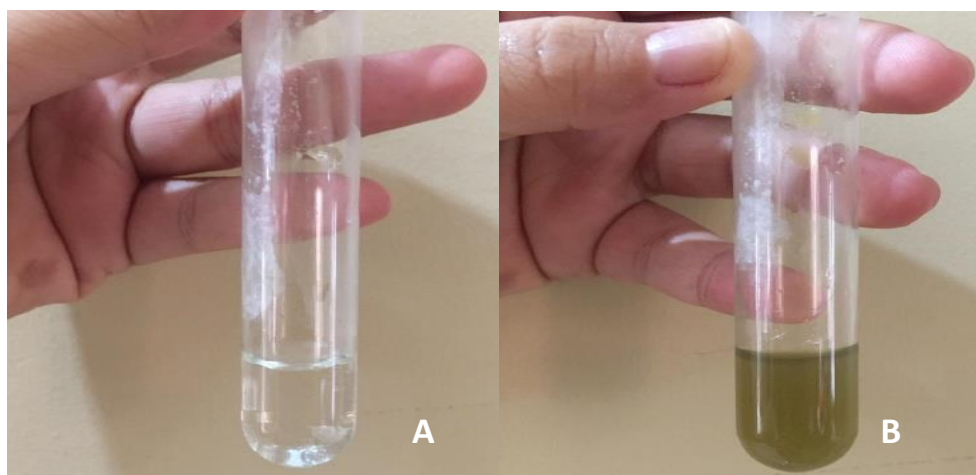


Figura 7: demonstração da mudança de coloração da infusão por água do boldo (A) ao adicionar cloreto férrico hidratado na amostra (B). Fonte: Elaborado pelos autores.

No decurso do experimento (figura 8), percebeu-se o envolvimento dos alunos tanto na abordagem teórica quanto no desenvolvimento da prática. Os aprendizes demonstraram interesse no método experimental desenvolvido, pois a maioria já possuía algum entendimento a respeito das plantas medicinais.

Moreira (2006), ao discursar sobre a visão clássica da teoria da aprendizagem significativa afirma que aquilo que o aprendiz já sabe é importante e influencia significativamente na aprendizagem. No entanto, reforça que existem condições para que isso aconteça e, depende não somente da potencialidade significativa dos materiais educativos, mas, também, da pré-disposição do sujeito para aprender. Além do mais, enfatiza a importância do conhecimento prévio como fator importante na construção de uma aprendizagem significativa. Diante do observado, notou-se o interesse dos alunos em aprender o conteúdo ministrado não somente por ser demonstrado de diferentes maneiras por meio de uma sequência didática, mas, pela temática está inserida em sua cultura. Depois da execução do experimento, constatou-se que este tipo de metodologia é pouco explorada pelo docente de química, principalmente, devido à falta de tempo e de materiais para elaboração de aulas práticas.



Figura 8: Demonstração do experimento em sala de aula.

Fonte: Elaborado pelos autores.

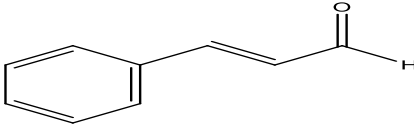
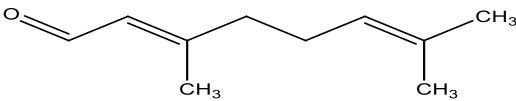
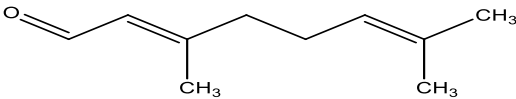
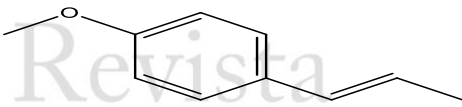
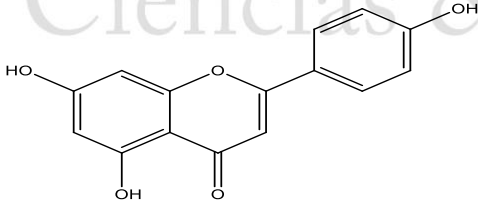
Cabral (2012) concorda que as aulas experimentais possuem dificuldades de serem realizadas e refletem na forma como o ensino é conduzido. No entanto, diz que esses obstáculos podem ser superados com o uso de materiais de baixo custo, experimentos que não necessitem de laboratório para serem reproduzidos ou atividades de demonstração em conferências, palestras, museus, planetários e centros de ciências.

A pesquisa sobre os princípios ativos, a identificação da função orgânica existente na infusão por água do boldo e teste com o cloreto férrico, aproximou a teoria ao cotidiano do aluno e tornou a aula mais dinâmica e atrativa. Silva, Braibante e Braibante (2011), relatam que as atividades experimentais são boas estratégias para aprimorar o entendimento a respeito dos grupos funcionais encontrados em compostos orgânicos pois permite identificar os princípios ativos, os quais, posteriormente, serão reconhecidos por meio de reações específicas.

Em seguida, os participantes foram divididos em equipes, orientados a pesquisar uma planta medicinal que ainda não tivesse sido discutida em sala de aula e elaborar um cartaz contendo as seguintes informações: nome científico e popular, modo de preparo, indicação e contraindicação, consequências do uso abusivo, princípio ativo presente com sua respectiva

fórmula estrutural e molecular, e as funções orgânicas existentes na molécula. O quadro abaixo exhibe as escolhas feitas pelos integrantes.

Quadro 3: Plantas medicinais escolhidas pelas equipes.

| Nome Popular | Nome Científico | Princípio Ativo | Nomenclatura IUPAC |
|---------------|-------------------------------|--|--|
| Canela | <i>Cinnamomum verum</i> |  | 3-fenil-2-propenal |
| Capim-limão | <i>Cymbopogon citratus</i> |  | 3,7-dimetil-2,6-octadienal |
| Erva-cidreira | <i>Melissa officinalis</i> |  | 3,7-dimetil-2,6-octadienal |
| Erva-doce | <i>Pimpinella anisum L.</i> |  | E-1-metóxi-4-(1-propenil)-benzeno |
| Camomila | <i>Matricaria recutita L.</i> |  | 5,7-dihidroxi-2-(4-hidroxifenil)-4H-1-benzenopiran-2-ona |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Cada grupo apresentou a pesquisa em forma de cartaz para os demais professores e alunos da instituição, além de demonstrar um exemplar da erva e o modo de preparo da infusão. O método de exposição, que ocorreu por meio de uma feira, foi escolhido por ser uma atividade diferenciada, participativa e interativa em que há envolvimento ativo de todos os estudantes. Ademais, com a realização desta feira, comprova-se a importância da utilização de atividades de contextualização no ensino de Química no âmbito escolar, pois integra ainda mais os educandos ao ensino, torna-os capazes de transmitir o conhecimento adquirido à outras pessoas e preparados para formar seu próprio critério científico, como mostra a figura 11.

Adiante, foi efetuada a aplicação da última etapa do conjunto de atividades elaboradas utilizando a temática em questão. Esta fase realizou-se através da execução do questionário final, o qual possibilitou a construção de novos conhecimentos científicos e serviu, também,

como método avaliativo, de modo a verificar se o processo de ensino-aprendizagem aplicado foi eficaz.



Figura 11: Momento da socialização dos trabalhos para a comunidade escolar.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na primeira questão, 84% dos entrevistados mencionaram o princípio ativo como o componente responsável pelo efeito terapêutico das ervas. De fato, as respostas fornecidas pelos alunos são verídicas, pois, de acordo com Soares (2014), princípio ativo é a substância que existe na composição da planta medicinal, responsável por seu efeito terapêutico, exemplificado pelo aluno A5: *"As plantas medicinais possuem diversas finalidades, mas o que a caracteriza dessa forma é o princípio ativo"*.

Por outro lado, com relação à segunda questão, os alunos atribuíram respostas corretas em relação às utilidades do boldo, relatada através da observação feita pelo aluno A6: *"A planta medicinal é utilizada para o tratamento de inflamação do estômago, popularmente conhecida como gastrite, devido à sua ação antioxidante"*

Similarmente, Daniel e Tesser (2010) confirmam que as folhas do *Peumus boldus*, popularmente conhecido como boldo, possui ação curativa em diferentes patologias como por exemplo, problemas gastrointestinais, espasmos e dispepsia. Por outro lado, estudos indicam que a ação antioxidante do chá de boldo é devido a presença do alcaloide boldina. Pesquisas realizadas em pacientes com câncer demonstram que o fármaco se comporta como um eficiente antioxidante em organismos submetidos ao estresse oxidativo (GERHARDT, 2012). De acordo com Youn et al. (2002), conforme citado por Ruiz et al. (2008), "a capacidade parece estar relacionada com a habilidade em sequestrar radicais hidroxila e peroxila".

Em sequência, quando indagados se a utilização da temática como estratégia facilitadora no ensino de química orgânica os ajudou na assimilação dos conteúdos, 100% dos estudantes relataram que sim, exemplificado através da resposta do aluno A7:

"Sim, pois agora podemos saber quais plantas são benéficas para a nossa saúde e quais podem nos prejudicar, para que assim possamos ajudar outras pessoas e entender melhor sobre o assunto. Eu pensava que os vegetais estavam relacionados somente com a biologia, mas fiquei surpresa ao saber que também possui relação com a química".

Na próxima pergunta, o questionamento referente à aprendizagem de plantas medicinais a partir da contextualização com o ensino, atingiu resultados satisfatórios quanto à aplicação da metodologia em sala de aula, pois, 100% dos educandos concordaram que sim. O aluno A8 relata: *"Sim, não por gostar de química, mas para adquirir mais experiências e*

conhecimentos a respeito de assuntos como esses, pois, são importantes no nosso dia a dia, para sabermos o que estamos consumindo e como devemos consumir”.

O aluno evidenciou algo que é realidade no ensino de química, o fato de não gostar da disciplina. Conforme mencionam Santos et al. (2013), o ensino de química geralmente vem sendo estruturado em torno de atividades que levam à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o aprendizado dos alunos e contribuem para a desmotivação em aprender e estudar. A solução para este fato está na elaboração de material didático que seja potencialmente proveitoso, atividades lúdicas e metodologias, tais como: experimentação, jogos didáticos, feiras de ciências, simulações, dentre outros, que sejam capazes de instigar a curiosidade dos escolares e, conseqüentemente, contribuir para uma aprendizagem significativa e efetiva.

Na pergunta seguinte, relacionada à atividade experimental, desejava-se que os participantes fornecessem a resposta correta, no entanto, apenas 68% dos educandos relataram que a função orgânica identificada no experimento com o cloreto férrico, é o fenol. Outros 32% responderam grupos como: cetona, metanol, etanol e éter. Durante a explicação do experimento, mencionou-se diversas vezes que a metodologia utilizada servia para identificar apenas o composto fenólico. Pode-se inferir que os alunos não compreenderam a pergunta ou não estavam atentos à informação repassada.

Na sexta questão utilizou-se o Espilantol, componente ativo do Jambu e perguntou-se qual a função orgânica presente. Aos estudantes foram dadas as seguintes opções referente ao grupo funcional presente: álcool, amida, ácido carboxílico, amina e cetona. Nesse sentido, 82% dos alunos assinalaram corretamente, conforme a estrutura presente no quadro 1 abaixo:

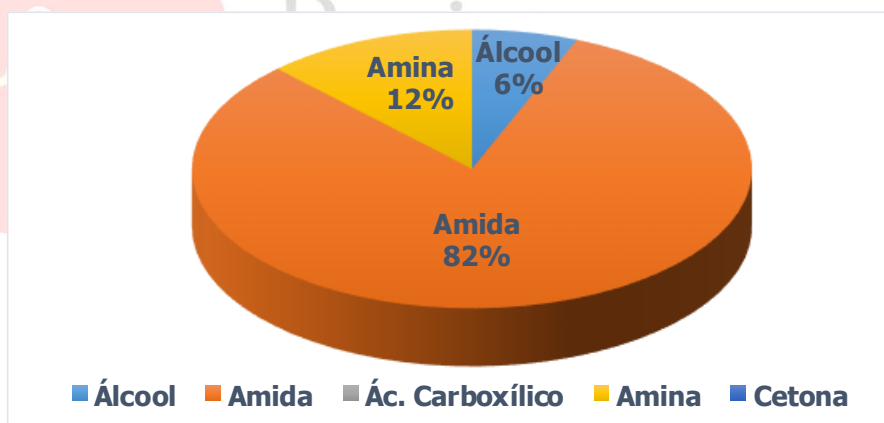


Figura 9: Percentual de respostas indicadas a função orgânica presente no espilantol.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em contrapartida, 12% marcaram amina, talvez pela semelhança entre os dois grupos e 6% assinaram álcool. Esse percentual indica que grande parte dos participantes compreendeu a temática abordada, conseguindo, com base na metodologia usada, identificar a função orgânica presente no princípio ativo.

Apesar do tempo determinado pela gestão escolar para a realização das atividades, os conteúdos abordados não se limitaram a memorização de fórmulas, nomenclatura ou funções orgânicas, pois os procedimentos desenvolvidos garantiram a contextualização e experimentação. Giani (2010), afirma que quando o ensino se restringe aos aspectos de memorização de conteúdo, resolução de exercícios e aulas essencialmente expositivas, sem nenhuma ou pouca contextualização com o cotidiano do aluno, favorece a aprendizagem mecânica e delimita a construção do conhecimento. A consequência disso é observada através

da distração durante as aulas, quedas nas notas e o esquecimento, a curto prazo, dos conceitos repassados pelos professores.

A tabela abaixo mostra o percentual de respostas corretas e incorretas, de acordo com a última pergunta do questionário 2, relacionadas aos grupos funcionais presentes nas plantas medicinais canela, capim-limão, erva-cidreira, erva-doce e camomila, cujo princípios ativos são, cinamaldeído, citral, anetol e apigenina, respectivamente.

Tabela 1: Respostas correspondentes aos grupos funcionais presentes nos princípios ativos.

| PRINCÍPIO ATIVO | FUNÇÕES ORGÂNICAS | RESPOSTAS CORRETAS | RESPOSTAS INCORRETAS |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Cinamaldeído | Aldeído | 93% | 14% |
| Citral | Aldeído | 76% | 24% |
| Anetol | Éter | 86% | 14% |
| Apigenina | Fenol, éter e cetona | 68% | 32% |

Fonte: Elaborado pelos autores.

A identificação de funções orgânicas foi um dos assuntos que permitiu que os estudantes observassem, com facilidade, a caracterização dos grupos nos compostos apresentados. Constatamos que alguns alunos possuíam dificuldades em diferenciar amina e amida ou éter e éster. As dúvidas eram pertinentes e, com o passar das aulas, utilizando exemplos e exercícios, os questionamentos davam lugar a respostas corretas.

O experimento de identificação de funções orgânicas agregado a aulas expositivas contribuiu significativamente para a construção do conhecimento científico, pois o uso de práticas experimentais fomenta o caráter investigativo e a tomada de decisões. Ademais, para que o ensino de Química colabore com a formação cidadã dos estudantes da rede pública de ensino, é necessário que os alunos compreendam as relações existentes entre a ciência e seu cotidiano. Em contrapartida, a contextualização permite que os estudantes adotem posturas críticas e coerentes diante dos problemas que envolvam a sociedade (SANTOS et al., 2012).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nos questionários de conhecimentos prévios, pode-se considerar que os procedimentos utilizados foram bons mecanismos para o reconhecimento de conceitos relacionados à química orgânica. No entanto, apesar de reconhecerem que espécies com fins medicinais estão intimamente ligadas com a sua rotina, não conseguiram citar os componentes químicos presentes, tampouco as funções orgânicas que podem ser identificadas a partir do princípio ativo.

Ao longo da abordagem da temática nas aulas expositivas, outros conceitos e informações foram desenvolvidos além dos presentes na área da química, mas, também, conhecimentos biológicos, por exemplo: benefícios e malefícios dos chás, forma de cultivo e preparo de infusões, posologia, entre outros. Aproximando, ainda mais, a ciência da realidade em que o estudante está inserido.

Os alunos conseguiram identificar a função fenol presente no princípio ativo do boldo mediante sua infusão por água e teste com o cloreto férrico hidratado. Esta prática proporcionou maior envolvimento e participação dos estudantes nas aulas, despertando sua curiosidade e interesse no método desenvolvido, visto que a temática está presente em seu cotidiano. Dessa forma, o uso de práticas experimentais utilizando elementos que fazem parte

do cotidiano, ajudam no entendimento, socialização dos conceitos repassados e incentivam a uma aprendizagem significativa.

A metodologia focada na pesquisa em grupo viabilizou o processo de socialização do conhecimento científico adquirido em detrimento da comunidade escolar, uma vez que no decorrer da exposição, os apresentadores explanaram os resultados de forma contextualizada, consciente, segura e, sobretudo, com linguagem acessível, colaborando para que o compartilhamento de conhecimento abrangesse todos os espectadores. Por isso, considera-se que para que o aluno seja capaz de construir o próprio conhecimento é importante contextualizar o ensino, pois a construção conceitual não é feita de maneira isolada, todavia acontece por meio da aproximação do conteúdo formal com os saberes trazidos pelo aluno.

No que se refere ao questionário avaliativo constatou-se que houve um avanço significativo em relação ao conteúdo, sendo possível identificar, através do considerável aumento no número de acertos nas questões objetivas, melhor rendimento dos alunos nas questões referentes às funções orgânicas, se comparadas com as respostas obtidas no questionário inicial.

Neste estudo observou-se, também, que a temática elaborada aos alunos como proposta metodológica para o ensino de química orgânica foi capaz de agregar conhecimento científico ao saber popular, e possibilitou o entendimento sobre um assunto que estava sendo associado ao seu cotidiano. Notou-se, que os estudantes sabiam pouco sobre o tema, porém percebeu-se que os mesmos tinham interesse quando o mesmo fora apresentado a eles. Nesse sentido, compreendeu-se a importância da articulação dos conteúdos com o cotidiano do aluno, pois o contrário, o ensino de química orgânica poderá ser pouco relevante para a sua formação.

REFERÊNCIAS

ALEGRO, R. C. **Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no ensino médio**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Marília - São Paulo. 2008.

BARACHO, N. C. V. et al. O uso de plantas medicinais como tratamento alternativo no bairro Jardim das Colinas, Itajubá, Minas Gerais, Brasil. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 12, n. 2, p. 88-91, 2006. Disponível em <<http://rmmg.org/artigo/detalhes/260>>. Acesso em: 08 nov. 2019.

CABRAL, J. R. R. **Atividades experimentais/demonstrações e principais referenciais teóricos**. Departamento de Ciências Naturais - UFSJ. São João del Rei, 2012. Disponível em <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/pibidfisica/Trabalhos%20sobre%20Revisao/Jessica_Regina_-_201412_-_Revisao_bibliografica_-_atividades_experimentais.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação Para Estudar Química. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000. Disponível em <http://quimicanova.sbq.org.br/imagbank/pdf/Vol23No3_401_v23_n3_%2817%29.df>. Acesso em: 15 ago. 2019.

CAVAGLIER, M. C. S.; MESSEDER, J. C. Plantas medicinais no ensino de química e biologia: propostas interdisciplinares na educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 55-71, 2014. Disponível em <<http://www.conhecer.org.br/download/BIOLOGIA/MODULO3/Leitura%20Anexa%201.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DANIEL, L.; TESSER, G. J. **Plantas medicinais na prevenção e tratamento de doenças**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. Curitiba: SEED/PR., v.1, 2010.

GERHARDT, D. **Avaliação do efeito do alcaloide boldina sobre modelos experimentais de malignidades do sistema nervoso central e bexiga**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Ciências Biológicas: Bioquímica) Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Porto Alegre, 2012.

GIANI, K. **A Experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa**. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2019.

ISSOPO, T. R. **Avaliação do conhecimento popular do peumus boldus em uma região do sul do estado de Santa Catarina, visando seus aspectos terapêuticos e toxicológicos**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

LACERDA, J. R. L.; REIS, R. P.; SANTOS, M. A. R. Utilização de produtos naturais da região do Xingu-PA em experimentos didáticos para o ensino de química orgânica. **Scentia Plena**, v. 12, n. 6, p. 1-14, 2016. Disponível em <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/2995/1500>>. Acesso em: 12 out. 2019.

LIMA, A. B.; ROSA, E. A. Sequência didática para o ensino de química orgânica a partir da temática plantas. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 26-38, 2016. Disponível em <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Atigo_ID309/v11_n2_a2016.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.

LIMA, G.S. et al. Contextualização no ensino de química: o uso de plantas medicinais aplicadas ao ensino de funções orgânicas. In: Congresso Brasileiro de Química, 56., 2016. Belém. Anais... Rio de Janeiro: ABQ, 2016. Disponível em <<http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/6/10296-22420.html>>. Acesso em: 12 out. 2019

LIMA, J. A. **Plantas medicinais como temática de contextualização para uma aprendizagem significativa das funções orgânicas oxigenadas**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

MAIA, F. L. C. **Etnofarmácia nos grupos sociais da ilha de Cotijuba, Pará**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia), Universidade Federal do Pará, Núcleo de Meio Ambiente, Belém, 2010.

MARCONDES et al. Química Orgânica: do que se ensina ao que deveria ser aprendido. In: _____. **Química Orgânica: Reflexões e Propostas para o seu Ensino**. São Paulo: EDUSP, 2005, p. 10-13.

MAROCHIO, M. R.; OLGUIN, C. F. A. **Plantas medicinais e o estudo das funções orgânicas**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola paranaense. Curitiba: SEED/PR., v.1, 2013. Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospe/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unioeste_qui_artigo_maria_regina_marochio.pdf>. Acesso em: 15 set. 2019.

MATTOS, E. M. A.; CASTANHA, A. P. A importância da pesquisa escolar para a construção do conhecimento do aluno no ensino fundamental. **Dia a Dia Educação**, 18 p. 2009. Disponível em <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/25256.pdf>>. Acesso em: 06 de set. 2019.

MARTINS, E. R. et al. 1998. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV - Imprensa Universitária. 220 p.

MINAYO, M.C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 9 ed. São Paulo: Hucitec, 2006. 406 p.

MORAES, R. et al. É possível ser construtivista no ensino de ciências?. In: Prof. Roque Moraes (org). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p. 103-130.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a visão clássica. In: _____ (org). **A teoria da aprendizagem significativa**. 2 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. p. 6-29.

MOREIRA, M.A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. In: V ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2006. Madrid. **Anais do V encontro internacional sobre aprendizagem significativa**. Madrid, 2006. In: I Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática, 2007. Tandil. **Anais do I encuentro nacional sobre enseñanza de la matemática**. Tandil, 2007. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica>>. Acesso em: 19 out. 2013.

NAVARRO et al. Utilização de plantas medicinais e aromaterapia como ferramenta no ensino fundamental das ciências. **Revista Conexão - UEPG**, v. 13, n. 1, 62-67, 2007. Disponível em <<https://www.revistas2.uepg.br/index.php/conexao/article/view/3840/5844>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

OLIVEIRA, H. R. S. **A Abordagem da Interdisciplinaridade, Contextualização e Experimentação nos livros didáticos de Química do Ensino Médio**. Monografia (Curso de Licenciatura em Química). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza - CE, 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Química**, 2008. Curitiba: SEED/PR., 2011. Disponível em <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_quim.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

RUIZ, A. L. T. G. et al. Farmacologia e Toxicologia de *Peumus boldus* e *Baccharis genistelloides*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 2, p. 295-300, 2008.

SÁ, L.D.C. et al. Contextualizando o estudo das propriedades dos compostos orgânicos com uso de plantas medicinais no ensino médio no município de Floriano-Pi. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 10.; 2012, Teresina. **Anais....** Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2012/trabalhos/280-13444.html> Acesso em 25 set. 2019.

SALESSE, Anna Maria Teixeira. **A experimentação no ensino de química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem**. 2012. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

SANTOS, A. O. et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, 2013. Disponível em <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/viewFile/1517/812>>. Acesso em 25 set. 2019.

SANTOS, D. G. et al. A Química do Lixo: utilizando a contextualização no ensino de conceitos químicos. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 8, n. 2, 2012.

SANTOS, J. F.; SOUZA, G. A. P. A experimentação nas aulas de química do ensino médio: uma revisão sistemática dos ENEQs de 2008 a 2018. **Scientia Naturalis**, v.1, n.1, p. 72-78, 2019. Disponível em <<https://periodicos.ufac.br/index.php/Scinat/article/view/2393>>. Acesso em: 14 dez. 2019.

SCHUSTER, L.; OLGUIN, C. F. A química dos óleos essenciais: uma proposta de experimentação e investigação. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**, Paraná, 2013. Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos_pde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unioeste_qui_pdp_luciana_schuster.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2019.

SILVA, A. J. **Aprendizagem cooperativa no ensino de química: uma proposta de abordagem em sala de aula.** 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVA, D.; BRAIBANTE, M. E. F.; BRAIBANTE, H. T. S. Chá: uma temática para o ensino de grupos funcionais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 86-95, 2011. Disponível em <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID148/v6_n2_a2011.pdf>. Acesso em: 25 set. 2019.

SILVA, F. C. et al. Temática Chás: Uma Contribuição para o Ensino de Nomenclatura dos Compostos Orgânicos. **Revista Química Nova na Escola**, v. 39, n. 4, p. 329-338, 2017. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_4/05-RSA-55-16.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.

SILVA, D.; LOPES, E. L.; BRAGA JUNIOR, S. S. Pesquisa quantitativa: elementos, paradigmas e definições. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 5, n. 1, p. 01-18, 2014. Disponível em <https://www.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/297/pdf_36>. Acesso em: 13 out. 2019.

SILVA, D.; SIMON, F. O. **Abordagem quantitativa de análise de dados de pesquisa: construção e validação de escala de atitude.** Cadernos do CERU, v. 2, n. 16, p. 11-27, 2005. Disponível em <<http://www.revistas.usp.br/ceru/article/view/75338>>. Acesso em: 19 out 2019.

SILVA, G. L. et al. Plantas medicinais no ensino de química e biologia: uma alternativa para o estudo de funções orgânicas. In: Educação em Ciências em múltiplos contextos - **Atas** do XVII Encontro Nacional de Educação em Ciências, XVII ENEC, I Seminário Internacional de Educação em Ciências, I SIEC, 2018.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A. **Experimentação no ensino de ciências.** In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (org.). Ensino de ciência: fundamentos e abordagens. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora, 2000, 120 p.

SILVA, V. G. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências.** 2016. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

SOARES, FLÁVIA. **Noções de Farmacologia.** Apostila do Curso de Técnico em Enfermagem do Instituto Formação - Cursos Técnicos Profissionalizantes. Bahia, 2014. Disponível em <<http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/182427ap0stilafarmacologia.pdf>>. Acesso em 10/12/2019.

SOUZA, E. R. **Estruturas moleculares no ensino de Funções Mistas em Química Orgânica, a partir de substâncias encontradas em plantas com propriedades analgésicas e anti-inflamatórias.** Monografia (Licenciatura em Química). Centro de Formação de Professores, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Amargosa, 2014

VILLAS-BOAS, G. K.; GADELHA, C. A. G. Oportunidades na indústria de medicamentos e a lógica do desenvolvimento local baseado nos biomas brasileiros: bases para a discussão de uma política nacional. **Caderno de Saúde Pública**, v. 23, n. 6, p. 1463-1471, 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v23n6/20.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2019.

WARTHA, E. J.; Silva, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35 n. 2, 84-91, 2013. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf>. Acesso em: 05 set. 2019.

DIFICULDADES E VANTAGENS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UM OLHAR DOS PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA A PARTIR DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

DIFFICULTIES AND ADVANTAGES OF PROBLEM-BASED LEARNING IN CHEMISTRY TEACHING: A VIEW OF BASIC EDUCATION TEACHERS FROM SCIENTIFIC DISSEMINATION

Amanda Pereira de Freitas [amandafreitaspd@gmail.com]

Angela Fernandes Campos [afernandescampos@gmail.com]

Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

O presente estudo objetivou identificar e analisar as impressões dos professores acerca das dificuldades e vantagens da resolução de problemas a partir da divulgação científica de estudos desenvolvidos sobre esta abordagem no ensino de Química sistematizados no *website* RPEQ. Para tanto, realizou-se uma entrevista mediada por um questionário com dez professores de Química em exercício em sete escolas públicas da Educação Básica localizadas na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. Para análise das respostas dos sujeitos utilizamos a técnica da Análise de Conteúdo fundamentada em Bardin. Desta forma, foi possível identificar seis dificuldades e oito vantagens de utilizar a estratégia de resolução nas aulas de Química levantadas pelos docentes. Este estudo sugere a necessidade de formação continuada com ênfase na elaboração de planejamentos de aula pautados na aprendizagem baseada em problemas que propicie: uma reflexão sobre a prática docente; o desenvolvimento profissional e o aprofundamento teórico desta proposta inovadora de ensino.

PALAVRAS-CHAVE: Resolução de Problemas; Química; Divulgação Científica.

ABSTRACT

The present study aimed to identify and analyze the conceptions of teachers impressions about the difficulties and advantages of problem solving from the scientific dissemination of studies developed on this approach in the teaching of Chemistry systematized on the RPEQ website. To this end, an interview was conducted mediated by a questionnaire with ten Chemistry teachers working in seven public schools of Basic Education located in the city of Recife, Pernambuco, Brazil. To analyze the responses of the subjects, we used the Content Analysis technique based on Bardin. In this way, it was possible to identify six difficulties and eight advantages of using the resolution strategy in the Chemistry classes raised by the teachers. This study suggests the need for continuing education with an emphasis on the elaboration of lesson plans based on problem-based learning that provides: reflection on teaching practice; professional development and theoretical deepening of this innovative teaching proposal.

KEYWORDS: *Problem Solving; Chemistry; Scientific Dissemination.*

INTRODUÇÃO

A aprendizagem baseada em problemas (ABP) é uma abordagem de ensino e aprendizagem marcada pela utilização de situações problemáticas baseadas na vida real, para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo e de habilidades de resolução de problemas, além de proporcionar ao estudante a construção de conceitos de maneira ativa¹ e significativa² (RIBEIRO, 2010).

Sob esta perspectiva, pesquisadores do campo da Didática das Ciências, especialmente na área do ensino de Química, têm apontado a ABP como uma potencial abordagem didática para o processo de ensino e aprendizagem da Química viabilizando a construção do conhecimento químico e o desenvolvimento de conteúdos do tipo procedimental e atitudinal (LOPES, 1994; SCHNETLZER, 2002; POZO e CRESPO, 2009; FREITAS e CAMPOS, 2019).

Em vista disto, há disponível na literatura nacional estudos sobre a ABP envolvendo diversos conteúdos químicos publicados em diferentes periódicos científicos (SILVA, CAMPOS e ALMEIDA, 2017; ALVES, CAVALCANTI e SIMÕES NETO, 2018; SILVA, SÁ e BATINGA, 2019). Entretanto, grande parte das contribuições destas pesquisas não tem chegado aos professores da Educação Básica nas escolas brasileiras (FREITAS e CAMPOS, 2018; 2019). Marandino (2003) explica que apesar da crescente produção de pesquisas no campo do ensino de Ciências, e ainda que os resultados destes trabalhos sejam provenientes de atividades realizadas no contexto da sala de aula, pouco se avançou na aplicação destes resultados no contexto escolar.

Nesta mesma direção, Delizoicov (2004, p. 152) questiona quanto ao impacto destas pesquisas no âmbito escolar, apresentando a seguinte indagação: "*Qual é o retorno, em termos de usos e aplicações, dos resultados de pesquisa em EC [Ensino de Ciências] para alterações significativas das práticas educativas na escola?*". Uma das razões que contribui para a persistência desta lacuna no âmbito educacional se dá pelo fato da escassa Divulgação Científica realizada pelas instituições públicas de ensino superior nas escolas de ensino básico (TORRESI, PARDINI e FERREIRA, 2012).

Pelo exposto e partindo da premissa de que a aprendizagem baseada em problemas ou abordagem de resolução de problemas contribui significativamente para o processo de ensino e aprendizagem da Química, surge-nos a seguinte questão de pesquisa: Quais as impressões de professores de Química atuantes na Educação Básica sobre as dificuldades e vantagens de utilizar a ABP em sala aula? Sendo assim, este estudo objetivou identificar e analisar as impressões dos professores acerca das dificuldades e vantagens da ABP a partir da divulgação científica de estudos desenvolvidos sobre esta abordagem no ensino de Química sistematizados no *website* Resolução de Problemas no Ensino de Química (RPEQ) (FREITAS e CAMPOS, 2018).

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

O processo de ensino e aprendizagem orientado para a aprendizagem baseada em problemas teve seu início no final da década de 60, quando esta abordagem começou a ser introduzida no currículo das Ciências da Saúde na Faculdade de Medicina da Universidade de

¹ Ao mencionarmos a expressão *ativa* estamos nos referindo às metodologias ativas de ensino e aprendizagem, que pressupõem um ensino centrado no aluno, colocando-o como protagonista e construtor do seu próprio conhecimento, participando ativamente de todo processo de ensino e aprendizagem, contrapondo-se a uma posição meramente passiva desse estudante.

² Ao utilizarmos os termos: *significativo* e *aprendizagem significativa* não estamos fazendo referência à teoria de aprendizagem proposta por David Ausubel (1968), mas sim ao sentido literal dos termos: proporcionar uma aprendizagem que tenha um significado para o estudante.

McMaster no Canadá em 1968. Esta abordagem surgiu em decorrência da necessidade de suprir a lacuna existente entre a teoria ensinada, a prática e a realidade social em que se encontrava o país (BARROWS, 1996).

Em outras palavras, a ABP surgiu como resultado da insatisfação sentida com o ensino tradicional, bem como pela mudança no cenário econômico e social em virtude do avanço científico e tecnológico da época. Sendo assim, esperava-se que a partir da reestruturação do currículo tradicional das Ciências da Saúde, a educação pudesse ter um alcance não somente profissional, mas também social, implicando em uma educação multidisciplinar (BOUD e FELETTI, 1997).

De acordo com Barrows (1996), a ABP é a aprendizagem resultante do processo ou do trabalho em direção ao entendimento e resolução de um problema. Segundo Barrows (1996) a ABP apresenta as seguintes características: (i)- o estudante tem um papel ativo no processo educativo (aprendizagem é centrada no estudante); (ii)- o processo de resolver os problemas acontece em pequenos grupos estimulando as interações sociais, troca de experiências e discussão; (iii)- o professor atua como mediador, sendo responsável pelo planejamento, orientação e supervisão das atividades realizadas e desenvolvidas pelos estudantes; (iv)- os problemas são ponto de partida para aprendizagem, fonte de motivação para os estudantes se engajarem no processo de resolução; (vi)- o processo de resolução dos problemas pelos estudantes proporcionam a aquisição da aprendizagem.

Meirieu (1998) comenta que para o estudante, a resolução dos problemas e superação dos obstáculos inerentes a ele possibilita a compreensão e a articulação dos conceitos inseridos nos problemas. Vários autores definem um problema como um enunciado que a princípio o indivíduo não dispõe de meios fáceis e disponíveis para resolver (LOPES, 1994; POZO, 1998; MEIRIEU, 1998; SILVA e NÚÑEZ, 2002). Assim, um problema constitui um obstáculo inicial para o estudante que ao ser transposto possibilita a aprendizagem. Nesta perspectiva o termo situação-problema utilizado por Meirieu dialoga com o sentido do termo problema empregado pelos autores supracitados. De acordo com Meirieu a situação-problema é

Uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema, se dar ao vencer obstáculos na realização da tarefa (MEIRIEU, 1998, p. 192).

O autor salienta que a situação-problema deve ser ajustada ao nível e possibilidades cognitivas dos estudantes. Sendo assim, não deve ser tão fácil, pois desta maneira a resolução ocorrerá de forma imediata. E também, não deve ser tão difícil, de forma que o estudante não queira ou não consiga resolver, uma vez que a situação-problema demanda reflexões, ações e tomadas de decisões. E por fim, a situação-problema deverá despertar interesse e motivação dos estudantes em querer aprender sobre os contextos e os conteúdos científicos (químicos) envolvidos na situação-problema (MEIRIEU, 1998).

Pelo exposto, neste estudo, consideramos que os termos problema e situação-problema apresentam semelhanças no sentido de se apresentarem como situações contextualizadas a partir de contextos reais ou fenômenos vivenciados no dia a dia dos estudantes, que despertem o interesse neles, e que possam ser trabalhadas durante todo o processo de resolução de problema, de forma que o processo de ensino e aprendizagem seja mais significativo para os estudantes.

A ABP inicialmente implementada na faculdade de Medicina no Canadá foi em seguida expandida para outros países e diferentes áreas do saber: História, Administração, Contabilidade, Engenharias, Biologia, Química, etc., sendo aplicada em todos os níveis desde

a educação básica até a pós-Graduação (SOUZA e DOURADO, 2015). Também, tem sido utilizada como mobilizadora de outras abordagens que se distanciam do ensino tradicional, como por exemplo, a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). A perspectiva CTS pode ser implementada à custa de diversas metodologias, sendo a ABP uma delas se os problemas exigirem conhecimentos das três áreas supracitadas (CASTRO et al, 2019). Ainda, os estudos (ROSS, 1997; SOUZA e DOURADO, 2015) mostram que a ABP tem sido inserida nos diferentes níveis de ensino de duas maneiras: para orientar o desenvolvimento de todos os conteúdos do currículo disciplinar ou para abordar, de forma pontual, os conteúdos de uma disciplina. No primeiro caso, os problemas são utilizados como critérios para selecionar os conteúdos a serem incluídos no currículo disciplinar, assim como para abordar os conteúdos em sala de aula por meio de tarefas de resolução de problemas. Enquanto que no segundo caso, o uso de problemas para abordar os conteúdos disciplinares é facultativo.

Assim, entendemos que a primeira concepção se refere a utilização da resolução de problemas como uma abordagem metodológica, constituindo-se como a metodologia que norteará toda a disciplina. Nesta perspectiva, os problemas são utilizados para selecionar, organizar e abordar todo o conteúdo programático de uma determinada matéria curricular. No que tange a segunda maneira, compreendemos que esta concerne ao uso resolução de problemas como uma abordagem estratégica. Sob este prisma, a implementação desta abordagem em sala de aula é facultativa, cabendo ao professor utilizá-la quando melhor lhe convier para abordar algum(uns) conteúdo(s) científicos ao longo da disciplina.

A fim de sistematizar o que foi explicitado anteriormente ilustramos na figura 1 as formas que a ABP vem sendo utilizada nos diferentes níveis de ensino.

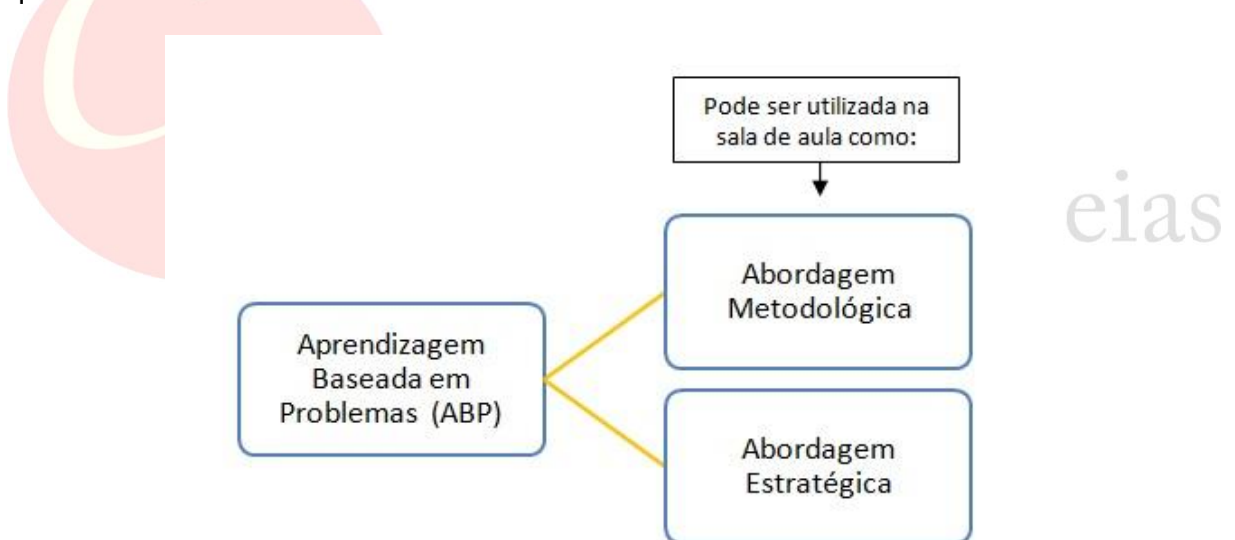


Figura 1: Possibilidades de uso da ABP na sala de aula.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tendo em vista estas possibilidades de aplicação, neste estudo optamos por nos referir a ABP como uma abordagem de ensino e aprendizagem na perspectiva de uma estratégia didática. Isto pelo fato da nossa investigação ter como público-alvo professores atuantes na educação básica, e por isso, trabalhar a resolução de problemas nesta direção torna-se mais viável para estes sujeitos, uma vez que nas escolas que eles atuam não há a implementação da ABP como abordagem metodológica. Em suma, versaremos sobre a ABP como uma estratégia didática constituindo-se como uma ferramenta didático-pedagógica, de modo que o docente possa utilizá-la em sala de aula como uma alternativa para diversificar suas aulas.

Comunicação, Divulgação Científica e o *Website* RPEQ: algumas considerações.

Em linhas gerais, tanto a Divulgação Científica quanto a Comunicação Científica se reporta à propagação de informações tecnológicas e científicas. No entanto, estes termos se distinguem quanto ao público que se destinam.

A Comunicação Científica refere-se à disseminação do conhecimento científico, em que esse processo é caracterizado pela veiculação de informações pensadas e repassadas para um público de especialistas (PASQUALI, 1979; BUENO, 2010).

Bueno (2010) chama a atenção para o público ao qual a comunicação científica se destina. Para este autor, a Comunicação Científica compreende a dois níveis denominados de comunicação intrapares e extrapares. O autor ainda explica que apesar do público ser formado por especialistas, nos dois casos há diferenças entre eles no que concerne à sua relação direta com o tema/assunto ou com a área de conhecimento.

Sendo assim, a comunicação intrapares compreende a circulação de informações, dirigida aos grupos de especialistas de uma mesma área ou de áreas afins. Enquanto que, a comunicação extrapares diz respeito à circulação dessas informações, direcionada aos grupos de especialistas que não se situam exclusivamente, por formação ou atuação específica, na área objeto da disseminação (BUENO, 2010).

Concernente a Divulgação Científica, Pasquali (1979) explica que *divulgar* consiste em vulgarizar as informações e fazer acessível ao público. Sob esta perspectiva, Spazziani e Moura (2008, p. 4), conceituam a divulgação científica da seguinte maneira: "*se divulgar é tornar público, divulgar informações científicas é tornar público o conhecimento científico que produziu nas instituições de pesquisa*". Adicionalmente, Bueno (2010, p.5) atribui à Divulgação Científica o papel de "*democratizar o acesso ao conhecimento*" por meio do uso de recursos, técnicas, processos e produtos para a veiculação de informações científicas, tecnológicas, ou associadas a inovações ao público leigo (BUENO, 2010).

Hernando (2001), por sua vez, salienta que os objetivos da divulgação científica são múltiplos. Para ele a divulgação científica ocorre quando a veiculação das informações de um determinado eixo científico deixa de estar restrita apenas aos membros pertencentes da comunidade investigadora. Em vista disto, para o autor a Divulgação Científica compreende a todo tipo de atividade de ampliação e atualização do conhecimento realizado fora da comunidade acadêmica.

Sob estas perspectivas, entendemos que a produção acadêmica desenvolvida no campo da Didática das Ciências também se configura como um material de informações que deve ser veiculado a um público não especializado (indivíduos que não são pesquisadores na área) e comunicado aos pares e extrapares (pesquisadores da área).

Visando promover a Divulgação e a Comunicação Científica de pesquisas sobre a estratégia de resolução de problemas em Química, o grupo de pesquisa RPEQ da UFRPE desenvolveu o *website* RPEQ (FREITAS e CAMPOS, 2018), o qual se encontra disponível na internet através do endereço eletrônico www.rpeq.ufrpe.br apresentando o seguinte *layout* (Figura 2):

O *website* RPEQ tem como propósito sistematizar os estudos desenvolvidos em nível nacional sobre a abordagem de resolução de problemas no ensino de Química, contribuindo para a difusão do conhecimento produzido pela comunidade acadêmica. Neste contexto, a disseminação das produções científicas sobre resolução de problemas em Química disponibilizadas no *website* RPEQ tem duas naturezas distintas. A primeira delas é a promoção da Divulgação Científica. Neste sentido, o *website* RPEQ busca aproximar professores de Química da educação básica às pesquisas desenvolvidas no ambiente acadêmico publicadas

em diferentes periódicos científicos sobre resolução de problemas. Assim, a ideia é possibilitar que estes estudos sejam apropriados pelo docente e utilizados no contexto escolar. A segunda é propiciar a Comunicação Científica. Sob esta perspectiva, o *website* RPEQ objetiva comunicar as ideias atuais sobre resolução de problemas em Química a um público específico da área, que tenha o interesse em aprofundar as discussões na área e contribuir para o desdobramento de novas pesquisas.



Figura 2: Página do *website* RPEQ.

Fonte: *Website* RPEQ.

Ademais, o *website* RPEQ apresenta algumas finalidades. Além de ser o meio de Divulgação e Comunicação Científica de pesquisas sobre resolução de problemas em Química, ele também se configura como um repositório digital. Nele encontram-se armazenados, de maneira sistematizada, os estudos desenvolvidos nesta temática, possibilitando que outras pessoas reutilizem estas pesquisas. Por outro lado, o *website* RPEQ também serve como um recurso didático digital para o professor, uma vez que este corresponde a um acervo de materiais didáticos sobre resolução de problemas para o ensino de Química, funcionando como uma ferramenta que poderá auxiliar o docente na preparação de atividades pautadas nesta estratégia.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, visto que os dados foram analisados de forma descritiva e interpretativa tendo como objetivo, explicar o significado e as características das informações presentes no instrumento de análise (OLIVEIRA, 2016). Como instrumento de coletas de dados foi elaborado um questionário contendo questões abertas para a realização de uma entrevista.

Os sujeitos da pesquisa foram dez (10) professores de Química de escolas que fazem parte do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) da UFRPE. A escolha por estas escolas deu-se devido à acessibilidade, uma vez que são parceiras da Universidade como participantes de um programa que visa à melhoria da qualidade do ensino.

As ações metodológicas foram divididas em dois momentos. O primeiro refere-se à divulgação das pesquisas disponibilizadas no *website* RPEQ aos professores e à entrevista; e o segundo é concernente à análise dos dados.

Primeiro Momento: Divulgação das pesquisas disponibilizadas no *website* RPEQ aos professores e entrevista

A pesquisa foi realizada em sete (7) escolas públicas localizadas na cidade do Recife-PE com os professores de Química destas instituições. Primeiramente fomos até estas escolas para estabelecermos um contato inicial com os sujeitos, a fim de convidá-los para participar desta investigação. Para tanto, entregamos uma *Carta de Apresentação* nas referidas escolas contendo detalhes deste estudo. Assim, agendamos uma data com dia e horário definidos para apresentar a estes docentes o *website* RPEQ, divulgar as pesquisas sobre resolução de problemas disponibilizadas nele e realizar a entrevista. Conforme dia agendado, fomos até as escolas realizar tais atividades, as quais ocorreram no mesmo dia, nas próprias escolas em que os professores atuavam. Desta forma, foram realizados dez (10) encontros com dez (10) professores tendo uma duração média de 1:30h.

Em virtude de não sabermos se as escolas dispunham do acesso à internet e perante a possibilidade de falha da internet móvel, optamos por levar o layout do *website* RPEQ e parte do seu conteúdo de forma impressa e disponibilizamos aos professores o endereço eletrônico do *website* para que eles pudessem acessá-lo no momento que considerassem mais oportuno.

Por conseguinte, selecionamos duas situações-problema (SP) ambas extraídas do *website* RPEQ, sobre o conteúdo de Ligação Química para apresentar aos docentes. Escolhemos este tema por se tratar de um assunto comum aos primeiros anos do Ensino Médio. A seguir apresentamos a SP1 e a SP2.

SP1: Seis homens foram presos em flagrante roubando fios de cobre da empresa de telefonia Oi. A polícia chegou até os suspeitos por meio de denúncias anônimas de que uma quadrilha estaria furtando o material. Ao chegar ao local, os policiais encontraram um caminhão caçamba com 13 tubos de fios de cobre. Cada tubo possuía cerca de seis metros. De acordo com informações repassadas pelos suspeitos aos policiais, cada quilo de fio de cobre seria vendido a R\$ 7. Após a prisão, o grupo foi encaminhado à Delegacia de Plantão da Boa Vista. Todos foram autuados por furto qualificado e formação de quadrilha. A reportagem acima relata o roubo de fios de cobre. Porque esse metal é utilizado na transmissão de energia elétrica? Como explicar o seu comportamento considerando os aspectos macroscópico, teórico e representacional do conhecimento químico? (FERREIRA, FERNANDES e CAMPOS, 2016, p.95).

SP2: O diamante é uma substância que apresenta uma dureza elevada. Por isso, é utilizado na perfuração de rochas. Na sua composição apresenta apenas átomos de carbono. A grafite é uma substância que possui resistência baixa. É empregada na fabricação de lápis e também é constituída apenas por átomos de carbono. Na escala de dureza o diamante é o mais duro com valor igual a 10 e a grafite é um dos materiais mais moles com dureza igual a 1. A grafite é um condutor elétrico ao contrário do diamante que é considerado um isolante. Por conduzir eletricidade a grafite é utilizada em fornos elétricos. Por que há diferença de dureza tão acentuada nessas substâncias uma vez que ambas são constituídas apenas por carbono? Por que só a grafite conduz corrente elétrica? Que tipo de ligação química ocorre nessas substâncias? (FERNANDES e CAMPOS, 2014, p.41).

As pesquisas das quais estas situações-problema advêm foram resumidas separadamente em um tipo de texto didático. Neste texto estão apresentadas a situação-problema, o conteúdo químico abordado, a série que o estudo foi aplicado, as estratégias e os materiais utilizados para resolução da situação-problema, a fim de facilitar a leitura e a

compreensão do professor. Da mesma forma encontram-se as demais pesquisas publicadas no *website*. O acesso na íntegra, destas e dos outros estudos, tal como foram publicados nos periódicos, também se encontram disponíveis no *website*.

Ademais, todos os professores foram convidados a ler as duas situações-problema. Após os docentes fazerem a leitura das pesquisas, solicitamos que eles respondessem duas questões:

1. "Na sua opinião quais as dificuldades da abordagem de ensino por resolução de problemas em Química?"
2. "E quais seriam os aspectos positivos desta abordagem?"

Cabe ressaltar, que deixamos o professor livre para escolher a forma como queria respondê-las, se por escrito ou por gravação de áudio. Sendo assim, para análise de algumas respostas realizamos o processo de transcrição da fala dos professores.

Segundo Momento: Análise das respostas dos docentes

As respostas dos participantes foram analisadas conforme a técnica de Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011). Esta técnica compreende três fases fundamentais, as quais se complementam: a *pré-análise*, a *exploração do material* e o *tratamento dos resultados – a inferência e a interpretação*.

Na *pré-análise* o objetivo é tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso o desenvolvimento de operações sucessivas, num plano de análise (BARDIN, 2011). Esta fase consiste: na *escolha dos documentos* que serão analisados, neste caso os documentos foram os questionários respondidos pelos docentes; na *delimitação dos objetivos da análise*, referente à identificação das dificuldades apontadas pelos docentes sobre a resolução de problemas; na realização de *uma leitura flutuante*, concernente ao "primeiro olhar" (breve leitura) do pesquisador no material de análise, a qual foi realizada no momento da transcrição das respostas dos professores que optaram pela gravação de áudio, como também dos questionários respondidos por escrito; e na *indicação do referencial* que fundamentará a interpretação final. Sendo assim, o referencial teórico utilizado para análise das respostas foram os pesquisadores que discutem sobre a abordagem de resolução de problemas.

A fase da *exploração do material* é o momento em que ocorre a *definição das categorias*, que podem ser estipuladas *a priori* ou *a posteriori* e de subcategorias se for oportuno. Para esta pesquisa adotamos categorias *a posteriori* que emergiram após a leitura flutuante dos questionários e elaboramos subcategorias para facilitar a explanação dos dados. Sendo assim, denominamos de Categoria A, aquela que se refere às dificuldades apontadas pelos docentes e de Categoria B, aquela que apresenta as vantagens da resolução de problemas.

Posteriormente, acontece o processo de codificação e de categorização por meio das *unidades de registro* que correspondem às unidades de sentidos (palavras-chaves) presentes nos documentos analisados, as quais fazem parte de um contexto denominado pela autoria de *unidades de contexto*. Tais unidades possibilitam a realização da categorização que tem por finalidade agrupar os dados em função de características comuns. Posto isto, os professores foram doravante denominados de P01 a P10. Desta forma, foi analisado um total de dez (10) questionários.

Por fim, a última fase refere-se ao tratamento dos resultados de forma que venha a ser significativa e válida. Para tanto, as inferências e a interpretação dos resultados devem ser fundamentadas com base em referenciais teóricos e algumas operações, como por exemplo, a elaboração de quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos devem ser utilizados

para condensar e pôr em destaque as informações fornecidas pela análise. Neste estudo realizamos as inferências e as interpretações dos dados de acordo com o nosso referencial teórico a respeito da abordagem de resolução de problemas, e para sistematizar os resultados fizemos o uso de diagramas e quadros. Os quadros a seguir (Cf. quadro 1 e 2) descrevem as categorias, as subcategorias encontradas, suas descrições e unidade de registro (palavras e expressões sublinhadas), as unidades de contexto equivalente às respostas dos professores e o código de análise correspondente à resposta do sujeito para cada categoria e subcategoria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da Categoria A

Inicialmente apresentaremos os resultados e análise referente à questão: "*Na sua opinião quais as dificuldades da abordagem de ensino por resolução de problemas em Química?*". Esta pergunta teve por objetivo identificar e analisar as dificuldades relatadas pelos sujeitos acerca do uso da estratégia de resolução de problemas em sala de aula.

No quadro 1 apresentamos as subcategorias referentes às dificuldades levantadas pelos docentes, sua respectiva descrição e unidades de registro (palavras sublinhadas), algumas unidades de contexto representando as falas dos docentes, e o código de análise correspondente aos professores que citaram as subcategorias.

A partir da análise de conteúdo pudemos identificar seis dificuldades levantadas pelos sujeitos sobre o uso da resolução de problemas nas aulas de Química. Apenas um participante (P10.A7) não mencionou uma dificuldade (Subcategoria A7).

Dentre as dificuldades levantadas pelos professores, destaca-se *o tempo* com seis (6) respostas referidas na Subcategoria A1. Com relação a esta dificuldade, os participantes apontaram dois obstáculos. O primeiro refere-se ao o tempo necessário para o professor elaborar uma sequência de ensino baseada na resolução de problemas (P05, P08 e P09); e o segundo o tempo exigido para desenvolver esta abordagem em sala de aula (P03, P04 e P06).

Quadro 1: Dificuldades da estratégia de resolução de problemas levantadas pelos docentes.

| CATEGORIA A – DIFICULDADES DA ESTRATÉGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS | | | |
|--|--|---|---|
| SUBCATEGORIAS | DESCRIÇÃO | UNIDADE DE CONTEXTO | CÓD. DE ANÁLISE |
| 1. Tempo | A dificuldade está na <u>falta de tempo</u> para elaborar uma aula baseada na resolução de problemas e <u>no tempo para o desenvolvimento/aplicação</u> que esta abordagem demanda em sala de aula, tendo em vista o cronograma escolar. | P08: " <u>O tempo que é demandado nesse processo diante das exigências de cumprimento dos programas. O professor precisa dedicar tempo para se preparar [...]</u> ". | P03.A1, P04.A1, P05.A1, P06.A1, P08.A1, P09.A1 |

| | | | |
|------------------------------------|--|--|------------------------------|
| 2. Falta de interesse do Professor | A dificuldade está na falta de interesse do professor, em dispor-se a trabalhar com a abordagem de resolução de problemas em sala de aula. | P05: "[...] Muitas vezes a falta de interesse do professor porque professor mal remunerado, mal equipado, a escola mal equipada, Professor já cansado com a carga horária extensa [...]". | P01.A2, P05.A2 |
| 3. Falta de interesse do aluno | A dificuldade está em fazer o aluno pensar, em fazer ele se interessar pela resolução de problemas e em mudar o seu papel de sujeito passivo no processo de ensino e aprendizagem. | P07: "É... a dificuldade acho que é... [...] Não são todos [os alunos] mas uma grande parte não quer pensar.. Aí a gente fica amarrado um pouquinho a isso, né? As vezes atrapalha, porque eles [os alunos] não querem... Ele quer que você já dê o resultado [...]". | P02.A3, P05.A3, P07.A3 |
| 4. Elaborar um problema | A dificuldade está em elaborar um problema, em contextualizá-lo de modo a relacionar os conteúdos com alguma situação cotidiana. | P09: "Contextualizar [...] você pensar o que eu vou pegar do dia a dia do aluno que eu possa trazer um... contexto relacionado ao tema que eu quero trabalhar. [...] Elaborar o problema é a dificuldade inicial [...]". | P09.A4 |
| 5. Falta de material | A dificuldade está na falta de material/recursos sobre a abordagem de resolução de problemas | P01: "Como toda forma de abordagem que visa retirar o aluno das quatro paredes da sala de aula, a abordagem de situação problema encontra as dificuldades de falta de material publicado [...]". | P01.A5, P08.A5 |
| 6. Articulação dos conteúdos | A dificuldade desta abordagem está relacionada ao fato do professor ter que em algum momento da atividade resgatar algum conteúdo, que o aluno não tenha visto anteriormente. | P03: A dificuldade é "[...]com relação a base que o aluno tá trazendo [...] Porque se o aluno tem uma dificuldade, se o aluno não trouxe uma bagagem que você possa abordar a partir de um ponto, certo? Então você passa a ter que resgatar lá atrás alguma coisa pra poder você ir dando continuidade a solução do problema e fazer com que ele entenda [...]". | P03.A6 |
| 7. Nenhuma dificuldade | Professor(es) que não relatou(aram) dificuldade acerca da abordagem de resolução de problemas | P10: "Hoje, nenhuma." | P10.A7 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Decerto, proporcionar um ensino orientado para a resolução de problemas exige não só algumas competências (LEITE e ESTEVES, 2005) como também disponibilidade dos professores para trabalhar com esta abordagem. Isto inclui tempo para elaborar uma sequência de aulas, envolvendo a proposição e a preparação de atividades didáticas (aulas experimentais, aulas de campo, entrevistas, etc.), bem como a escolha e/ou elaboração de recursos didáticos (vídeos, jogos, etc.), e ainda, ter espaço disponível no cronograma escolar para aplicar esta abordagem em sala de aula.

Esta percepção de dificuldade corrobora com os apontamentos de Oñorbe e Sánchez (1996). Para estes autores o tempo é um fator externo que pode representar um elemento complicador para utilização desta abordagem em sala de aula, principalmente pelo fato da resolução de problemas ir de encontro as práticas de ensino conteudistas com ênfase na transmissão-recepção. Souza e Dourado (2015) comentam que o tempo é uma das grandes limitações para o uso da ABP. Segundo eles, "*não é possível realizar a construção do conhecimento de forma rápida como se faz nos métodos tradicionais. Com a ABP, é necessário mais tempo para que seja possível aos estudantes alcançarem um nível de aprendizagem satisfatória*" (SOUZA e DOURADO 2015, p.196). Neste sentido, o *website* RPEQ pode contribuir. Pois nele, os professores poderão selecionar diferentes problemas e instrumentos didáticos, de diferentes conteúdos químicos, minimizando o tempo de pesquisa e de elaboração.

Das outras dificuldades sinalizadas pelos sujeitos, duas (2) delas foram referidas apenas uma vez por professores distintos, a saber: a elaboração de um problema (P09.A4) e a articulação dos conteúdos (P03.A6).

No tocante a dificuldade de elaborar um problema, este elemento, de fato, pode se constituir como um obstáculo para o professor propor um ensino baseado na resolução de problemas, uma vez que o problema consiste no ponto de partida para aprendizagem do estudante. De acordo com Meirieu (1998) e Pozo (1998) elaborar um problema não é uma tarefa fácil. Antes requer pesquisa, criatividade, conhecer o contexto histórico, sociocultural e econômico dos alunos, ou pelo menos de uma grande parte, para elaborar situações problemáticas reais que tenham a ver com seu cotidiano. Além disso, Silva e Núñez (2002) salientam alguns requisitos que devem ser levados em conta pelo professor durante a formulação de problemas ou situações-problema. São eles: colocar uma situação problemática ao estudante que não seja tão fácil ao ponto de não provocar uma dificuldade ao estudante, nem tão difícil que fique distante do alcance cognitivo dos alunos; sua formulação deve manifestar um caráter motivador, de forma a conduzir os estudantes a uma busca investigativa, devendo também ser dinâmica refletindo as relações causais entre os processos estudados.

Sendo assim, elaborar problemas ou situações-problema de maneira que possam propiciar ao aluno um conflito cognitivo, bem como a reflexão e aquisição de habilidades e competências inerentes ao conhecimento científico, pode se configurar como um grande desafio para o professor. Neste sentido, o *website* pode contribuir para minimizar esta dificuldade. Nele os professores podem encontrar situações-problemáticas envolvendo diversas temáticas articuladas a conteúdos Químicos que fazem parte do currículo de Química do Ensino Médio, como por exemplo, estrutura atômica, ligação química, substâncias e misturas, isomeria, cinética química, dentre outros.

No que tange a articulação dos conteúdos, o P03 aponta como uma dificuldade o fato do professor ter que, em algum momento da resolução do problema, resgatar algum conteúdo (Subcategoria A6). Em suma, este professor enfatiza a dificuldade de articular o problema proposto aos conteúdos que podem ser evocados durante a sua resolução.

Com efeito, este aspecto pode ser um obstáculo em razão de professores e alunos estarem habituados a um ensino, em que os conteúdos são abordados de maneira isolada, sem que haja uma integração dos mesmos. Portanto, a partir do momento que os conteúdos são articulados, pode representar um obstáculo tanto para o aluno, no sentido de ele não conseguir solucionar o problema, quanto para o professor, no que se refere a ter que resgatar algum conteúdo para dar continuidade à solução do problema, demandando ainda mais do seu tempo.

Certamente o P03 não reconhece em que medida precisa resgatar conteúdos que podem ter sido explorados anteriormente em sala e que corroborem com a resolução do problema. Uma possível solução para esta dificuldade seria a realização de uma avaliação diagnóstica. Segundo Meirieu (1998), por meio da avaliação diagnóstica é possível garantir que a tarefa proposta pelo professor pode ser realizada pelos alunos, e que o obstáculo presente no problema pode ser superado.

Assim, antes de propor um problema para os alunos, é necessário que o professor identifique os conhecimentos prévios dos estudantes acerca de determinados conceitos, que farão parte do problema que se pretende propor, a fim de apresentar aos estudantes um problema que seja adequado ao seu nível cognitivo e que possua uma solução viável (GONÇALVES, MOSQUERA e SEGURA, 2007).

Outro obstáculo apontado pelos professores P01 e P08 foi a ausência de materiais e recursos sobre a resolução de problemas (Subcategoria A5). A falta de informações sobre esta temática configura-se como uma dificuldade para o trabalho dos professores com esta estratégia didática em sala de aula como indicam Gonçalves, Mosquera e Segura (2007). Sobre estas dificuldades, cabe fazermos uma ressalva. Pesquisas têm apontado que nos últimos anos a resolução de problemas vem se consolidando como linha de pesquisa no âmbito didática das ciências e em especial no ensino de Química. O próprio *website* RPEQ corrobora com estes estudos (SCHNETZLER, 2002; FREITAS e CAMPOS, 2018; 2019). Por conseguinte, o rol de pesquisas em Química que discorrem sobre a abordagem de resolução de problemas ou ABP dispõe de um acervo relativamente expressivo. Entretanto, em decorrência destas pesquisas estarem publicadas em periódicos diversos, acreditamos que este fato pode se constituir como uma dificuldade para o professor.

Posto isto, a nosso ver, estas dificuldades levantadas por P01 e P08, caracteriza-se pela não disponibilidade de tempo do professor para realizar atividades de pesquisas do que propriamente a falta de materiais e recursos sobre a resolução de problemas. Em todo o caso, o *website* RPEQ também pode contribuir para atender esta dificuldade, uma vez que este funciona como um repositório digital alocando várias pesquisas publicadas em diferentes periódicos científicos, apresentando as suas situações-problema e seus respectivos instrumentos didáticos. Os sujeitos ainda elucidaram dificuldades relacionadas à falta de interesse do professor (P01.A2, P05.A2) e à falta de interesse dos alunos (P02.A3, P05.A3, P07.A3), no sentido destes não se interessarem pela estratégia de resolução de problemas, em razão de estarem habituados a uma prática de ensino tradicional (transmissão-recepção).

No que concerne ao desinteresse dos professores, este fato pode ser associado a diferentes fatores, incluindo os discutidos anteriormente, como por exemplo, o tempo, a elaboração de uma situação problemática, a integração de diferentes conteúdos, a falta de informação sobre a resolução de problemas, a exigência de algumas competências profissionais das quais os professores não estão habituados a mobilizar ou não foram formados nessa direção (ORÑORBE e SÁNCHEZ, 1996; GONÇALVES, MOSQUERA e SEGURA, 2007; SILVA e NÚÑEZ, 2002). Adicionalmente, outros fatores como a falta de conhecimento dos docentes a respeito do processo didático desta abordagem, pode suscitar nos professores o receio de inovar. Segundo Orñorbe e Sánchez (1996) e Gonçalves, Mosquera e Segura (2007),

este fato pode estar relacionado com a lacuna na formação inicial destes professores, no que concerne à explanação de novas abordagens de ensino, como a estratégia de resolução de problemas.

Em um ensino orientado para resolução de problemas, é importante que o docente não só apresente um domínio da teoria e da prática pertinente a esta estratégia, como também se faz necessário que o professor abandone sua posição de "poder" e se disponha a aprender junto com seus alunos (GONÇALVES, MOSQUERA e SEGURA, 2007).

Em relação à falta de interesse dos alunos, para os depoentes (P02, P05 e P07) os estudantes estão habituados a um ensino expositivo tradicional de tal maneira, que o professor ao trazer estratégias didáticas inovadoras para sala de aula, se depara com a resistência dos alunos em querer participar de atividades diferentes das quais estão acostumados a realizar. Principalmente quando estas tarefas requerem do aluno um maior esforço intelectual.

Autores como Orño e Sánchez (1996) e Gonçalves, Mosquera e Segura (2007) advogam sobre esta questão. Para Orño e Sánchez (1996) a falta de interesse dos alunos se caracteriza como uma dificuldade, em virtude da resolução de problemas demandar uma aprendizagem autônoma por parte do estudante. Enquanto que Gonçalves, Mosquera e Segura (2007), afirmam que o fato desta abordagem exigir um maior protagonismo dos discentes no processo de ensino e aprendizagem, retirando-os da condição de sujeito passivo, pode lhes proporcionar o desinteresse por esta ferramenta didático-pedagógica. Embora a falta de interesse dos alunos por atividades baseadas na resolução de problemas possa se configurar como um obstáculo notamos, que os docentes responsabilizam os estudantes pela não utilização dessa abordagem em sala de aula como foi o caso dos sujeitos P02, P05 e P07.

Análise da Categoria B

Apresentamos a seguir a análise das respostas dos docentes à pergunta: "*E quais seriam os aspectos positivos desta abordagem?*". Esta questão objetivou identificar as impressões dos sujeitos sobre as vantagens da resolução de problemas ou ABP.

Assim como no quadro anterior, elencamos no quadro 2 abaixo na coluna das subcategorias as vantagens levantadas pelos professores; a descrição das subcategorias e unidades de registro (palavras sublinhadas); a unidade de contexto representando as falas dos docentes; e o código de análise correspondente aos professores que citaram as subcategorias.

Quadro 2: Vantagens da estratégia de resolução de problemas levantadas pelos docentes.

| CATEGORIA B - VANTAGENS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS LEVANTADAS PELOS DOCENTES | | | |
|---|--|---|--|
| SUBCATEGORIAS | DESCRIÇÃO | UNIDADE DE CONTEXTO | CÓD. DE ANÁLISE |
| 1. Promove a contextualização | A abordagem de ensino por resolução de problemas propicia a <u>contextualização</u> do conhecimento científico/químico, <u>vinculando-o</u> a uma <u>situação real</u> do seu <u>cotidiano/dia a dia</u> . | P01: "[...] <i>O aluno consegue associar o seu <u>dia a dia</u> ao que aprendeu em sala</i> '. | P01.B1, P03.B1, P04.B1, P06.B1, P10.B1 |

| | | | |
|--|--|---|---|
| 2. Facilita a integração dos conteúdos | A abordagem de resolução de problemas fornece subsídios para a promoção de <u>um ensino não fragmentado</u> , possibilitando a articulação de múltiplos conteúdos e de diferentes disciplinas. | P01: " <i>Na situação-problema o conteúdo <u>não é visto de forma fragmentada</u> [...]</i> ". | P01.B2 |
| 3. O Aluno é visto como um sujeito ativo | Na resolução de problemas o aluno assume o papel de <u>protagonista</u> no processo de ensino e aprendizagem, construindo seu próprio conhecimento ao <u>buscar uma solução para o problema</u> . | P02: " <i>É fazer o aluno virar <u>protagonista</u> mesmo da situação. Ele <u>participar em busca da resposta</u> mesmo</i> ". | P02.B3 |
| 4. Abordagem Inovadora | A resolução de problemas proporciona um <u>ensino diferente de uma abordagem tradicional</u> . | P04: " <i>[...] A sequência didática que é algo <u>fora do tradicional</u></i> ". | P04.B4 |
| 5. Abordagem motivadora | A abordagem de ensino por resolução de problemas motiva os estudantes, pois <u>desperta, a curiosidade e chama a atenção</u> dos alunos, proporcionando o <u>interesse</u> dos alunos pelo conteúdo químico. | P08: " <i>Torna o ensino <u>mais dinâmico e interessante</u>. <u>Desperta a curiosidade dos alunos, o interesse pela pesquisa</u></i> ". | P03.B5, P08.B5, P09.B5, P10.B5 |
| 6. Desenvolve o raciocínio dos alunos | O estudante ao buscar uma solução para o problema proposto <u>estimula o seu pensamento</u> cognitivo desenvolvendo diferentes habilidades e competências. | P04: " <i>Os estudantes são <u>estimulados a pensar, pesquisar</u> porque são <u>desafiados na SP</u> [Situação Problema] [...]</i> ". | P04.B6, P07.B6 |
| 7. Ativa o conhecimento prévio | Na resolução de problemas o <u>conhecimento que os alunos possuem</u> , adquiridos ao longo de sua vida, são <u>ativados/resgatados</u> . | P05: " <i>[...] [os alunos] <u>perceberem que o conhecimento que eles trazem é importante para o conhecimento científico</u></i> ". | P05.B7, P09.B7 |
| 8. Utilização de Recursos Didáticos | No ensino orientado para a resolução de problemas, o professor apresenta diferentes <u>recursos didáticos e atividades</u> para que os alunos possam solucionar o problema proposto. | P07: " <i>E também positivo porque a gente <u>vê a utilização, o apoio da informática, da computação gráfica</u> [...]</i> ". | P07.B8 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da análise de conteúdo das respostas dos professores à questão acerca dos aspectos positivos, foi possível identificar oito (8) vantagens da resolução de problemas ou ABP nas declarações dos sujeitos.

A *contextualização* (Subcategoria B1) foi a vantagem mais destacada pelos docentes com cinco (5) respostas, seguida da *motivação* (Subcategoria B5) levantada por quatro (4) sujeitos.

Por se apresentar como uma característica bastante evidente nesta abordagem e por ser um dos aspectos fundamentais para atingir o seu objetivo – proporcionar um aprendizado que tenha significado para o aluno (POZO, 1998) – a contextualização é considerada como uma das vantagens de se trabalhar com problemas em sala de aula. De acordo com Gonçalves, Mosquera e Segura (2007), ao propor problemas contextualizados para os alunos, o professor contribui para minimizar a lacuna existente entre os saberes escolares e os saberes do cotidiano.

De fato, a contextualização é um fator motivador da aprendizagem baseada em problemas, porém não é o único. Outros elementos podem motivar os estudantes, como por exemplo, a proposição de diferentes atividades didáticas, aulas experimentais, visitas de campo, entrevistas, etc., assim como, a utilização de diferentes recursos didáticos, vídeos, jogos, revistas, etc. (LEITE e ESTEVES, 2005).

Adicionalmente, o fato do problema se configurar como uma situação nova e desconhecida para o aluno, representando um obstáculo para o mesmo, também contribui para motivá-los. Pois, despertar-lhes a curiosidade e os incentiva na busca por uma resposta (POZO, 1998; GONÇALVES, MOSQUERA e SEGURA, 2007).

Sob este contexto e para os autores supracitados, o discente ao tentar resolver uma situação problemática, inicialmente desconhecida para ele, estará estimulando o seu conflito cognitivo. A solução de um problema exige que o estudante elabore hipóteses a respeito de possíveis respostas, e que ele mesmo encontre e utilize suas próprias estratégias de resolução, a partir da sua criatividade cognitiva, para solucionar o problema (GONÇALVES, MOSQUERA e SEGURA, 2007).

A subcategoria B2 relativa à *integração dos conteúdos*, mencionada apenas pelo P01 também é uma das vantagens desta estratégia de ensino destacadas por Leite e Afonso (2001) e Gonçalves, Mosquera e Segura (2007). Dependendo do contexto da situação problemática a ser proposta para os alunos e dos conteúdos químicos que são subjacentes a ela, um único problema pode dar margem para abordar diferentes conteúdos químicos, bem como assuntos de outras disciplinas (LEITE e AFONSO, 2001).

Além disto, a solução de um problema requer do estudante a utilização de conteúdos conceituais, procedimentais (saber fazer) e atitudinais (saber ser) (GONÇALVES, MOSQUERA e SEGURA, 2007). Desta maneira, um ensino orientado para a resolução de problemas propicia aos alunos uma aprendizagem de diferentes conteúdos escolares (químicos e de outras disciplinas) e, por conseguinte um ensino não fragmentado.

No que concerne à subcategoria B4 apenas um professor (P04) citou que a vantagem de trabalhar com esta estratégia em sala de aula é propiciar um ensino diferente do tradicional. De fato, a abordagem de resolução de problemas ou ABP oportuniza um ensino diferente daquele que é comumente realizado nas escolas, o qual se encontra baseado em uma perspectiva tradicionalista marcado pela transmissão e recepção do conhecimento. Na concepção de ensino da resolução de problemas, o processo de ensino e aprendizagem se distancia da perspectiva tradicional do ensino. Neste sentido, esta abordagem é considerada inovadora, pois é centrada no aluno e não no professor (LEITE e ESTEVES, 2005). Consequentemente, o aluno sai da condição de sujeito passivo e passa a ser um sujeito ativo, responsável pela construção do seu próprio conhecimento. Sob esta perspectiva, somente o P02 apontou essa inversão de papel do estudante como uma vantagem da resolução de problemas (Subcategoria B3). Com efeito, a promoção de um ensino inovador é uma vantagem bastante relevante da estratégia de resolução de problemas, tendo em vista que esta abordagem torna o estudante protagonista no processo de ensino e aprendizagem (GONÇALVES, MOSQUERA e SEGURA, 2007).

De acordo com a ABP, o estudante será responsável pela tomada de decisão acerca do processo de resolução que deverá ser seguido, desenvolvendo além do seu raciocínio, habilidades e competências intrínsecas a tarefa de resolver problemas (POZO, 1998). Esta potencialidade da resolução de problemas, de estimular o raciocínio crítico e reflexivo do estudante (Subcategoria B6) foi levantada por dois participantes P04 e P07).

No que tange a Subcategoria B7, apenas dois sujeitos (P05 e P09), levantaram o resgate do conhecimento prévio do aluno como um aspecto positivo. Ativar os conhecimentos prévios dos estudantes também se configura como uma das potencialidades da resolução de problemas, pois permite que o aluno associe o conhecimento que possui e que foi construído ao longo de sua vida com os novos conhecimentos que serão apresentados na sala de aula (POZO, 1998).

A oportunidade de usar diferentes recursos didáticos, também é uma vantagem da ABP (Subcategoria B8) (LEITE e AFONSO, 2001), citada apenas por um sujeito, o P07.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A divulgação do *website* do RPEQ a professores de Química em exercício na Educação Básica nos permitiu responder a nossa questão de pesquisa e atender o objetivo desta investigação – identificar e analisar as impressões destes docentes sobre as vantagens e dificuldades de utilizar a estratégia de resolução de problemas ou ABP nas aulas de Química.

No que concerne às dificuldades percebemos que a disponibilidade de tempo, tanto para elaborar uma aula baseada na resolução de problemas quanto para aplicá-la em sala de aula, se configura como o principal obstáculo para o professor utilizar esta estratégia nas aulas de Química. Neste sentido, Lopes (1994), Pozo (1998) e Leite e Esteves (2005) sinalizam que a falta de experiência dos professores em trabalhar com esta abordagem pode se configurar como um obstáculo para obter-se um bom desempenho da resolução de problemas em sala de aula.

Também pudemos observar na resposta de alguns docentes a predominância de um modelo de ensino tradicional, o qual se fundamenta na transmissão-recepção do conhecimento, centrado no professor, em que o cumprimento do conteúdo programático é priorizado.

Esta perspectiva de ensino não potencializa o desenvolvimento de algumas habilidades dos estudantes que são importantes para sua formação como indivíduos crítico e reflexivo, as quais são defendidas por pesquisadores do campo da didática das Ciências (POZO, 1998; SCHNETZLER, 2002; POZO e CRESPO, 2009) e que são exigidas pelas diretrizes atuais que norteiam as políticas curriculares da educação brasileira para área da Química (BNCC, 2018). Isto é, além da discussão dos conteúdos conceituais, é importante que o professor de Química também discuta em sala de aula, os conteúdos do tipo procedimental e atitudinal. E neste sentido, a resolução de problemas ou ABP tem contribuído significativamente para por em prática estes diferentes tipos de conteúdos (POZO e CRESPO, 2009).

Alguns docentes culpam os estudantes pelo fato de não utilizarem novas abordagens de ensino em sala de aula, ao afirmarem que uma das dificuldades da resolução de problemas é a falta de interesse do aluno. Desta maneira, redirecionar a concepção e a prática pedagógica de professores em exercício em sala de aula, sobretudo dos mais antigos na profissão, é um obstáculo a ser enfrentado e superado pelos pesquisadores no âmbito da formação continuada de professores de Química.

No tocante as vantagens da resolução de problemas, a maioria dos docentes entrevistados apresentou uma percepção mais ampla sobre as potencialidades desta estratégia, não se limitando apenas a contextualização e a sua potencialidade motivadora, as quais podem ser consideradas as vantagens mais evidentes nas pesquisas que lhes foram apresentadas (GONÇALVES, MOSQUERA e SEGURA, 2007; SOUZA e DOURADO, 2015).

Além destas características positivas, os sujeitos apresentaram outras vantagens de um ensino orientado para a resolução de problemas, tais como: a valorização do conhecimento prévio do aluno; a presença de um sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem; o desenvolvimento do raciocínio cognitivo crítico e reflexivo do estudante; uma estratégia inovadora, que permite a integração de diferentes conteúdos e disciplinas; e a possibilidade de utilizar diferentes recursos didáticos.

Em contrapartida, alguns sujeitos levantaram apenas a contextualização e a motivação como aspectos positivos da ABP. Isto nos mostra que as impressões destes professores acerca das potencialidades desta abordagem se apresentam de maneira simplista, não levantando, naquele momento, outras vantagens que são tão importantes quanto à contextualização e a motivação.

De um modo geral, a partir da promoção da Divulgação Científica de pesquisas sobre resolução de problemas em química a partir do *website* RPEQ, foi possível proporcionar aos professores o contato com uma nova estratégia didática diferente das quais estão habituados a desempenhar, normalmente alicerçada em uma concepção tradicional de ensino.

Com a criação do *website* RPEQ, esperamos contribuir para minimizar as dificuldades apontadas pelos professores sobre a resolução de problemas, sobretudo em relação ao tempo de elaboração de uma sequência de ensino baseada nesta estratégia, a elaboração de um problema e a falta de materiais publicados sobre esta abordagem no ensino de química.

Todavia, consideramos a necessidade da realização de atividades de Formação Continuada com foco na elaboração de planejamentos de aula (conhecimento sobre a prática do ensino de Química) pautados na aprendizagem baseada em problemas a professores de Química a fim de superar estas dificuldades e propiciar aos professores uma melhor compreensão sobre as potencialidades para o processo de ensino e aprendizagem da Química.

A partir das discussões apresentadas nesta investigação, este estudo sugere a necessidade de formação continuada em ênfase na elaboração de planejamentos de aula pautados na aprendizagem baseada em problemas que propicie nos docentes: reflexão sobre a prática docente; desenvolvimento profissional e aprofundamento teórico desta proposta inovadora de ensino.

REFERÊNCIAS

ALVES, C. T. S.; CAVALCANTI, J. G. S.; SIMÕES-NETO, J. E. Uma sequência didática para abordagem do tema lixo eletrônico no ensino de química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 2, n. 1, p.125-146, 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011, 229 p.

BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. **New Directions for Teaching and Learning**, v. 68, p. 3–12, 1996.

BOUD, D.; FELETTI, G. (Eds). **The challenge of problem-based-learning**. Londres: Kogan Page, 1997, 336 p.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 8 abril 2020.

CASTRO, M. C. de.; MIRANDO JÚNIOR, P.; LIU, A. S. Abordagem CTS: uma análise dos anais dos encontros nacionais de ensino de química, de 2012 a 2018. *Revista Ciências & Ideias*, v. 10, n.3, p. 191-205, 2019.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 2, p. 145-175, 2004.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Elaboração e Aplicação de uma Intervenção Didática utilizando Situação-Problema no ensino de Ligação Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.9, n.1, p. 37-49, 2014.

FERREIRA, I. M.; FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Abordagem de Ligação Metálica numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 93-107, 2016.

FREITAS, A. P.; CAMPOS, A. F. Construção e Avaliação de um *Website* para Divulgação Científica de Pesquisas sobre Resolução de Problemas no Ensino de Química. **Revista Tecnologias na Educação**. v.25, p. 1-14, 2018.

FREITAS, A. P.; CAMPOS, A. F. Impressões de Professores de Química acerca da Abordagem de Resolução de Problemas a partir da Divulgação Científica. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, p. 116-128, 2019.

GONÇALVES, S. M.; MOSQUERA, M. S.; SEGURA, A. F. **La Resolución de Problemas en Ciencias Naturales**: Un modelo de enseñanza alternativo y superador. Buenos Aires: SB, 2007, 64 p.

HERNANDO, M. C. **Divulgación y Periodismo Científico**: entre la Claridad y la Exactitud. UNAMAM: México, 2001, 224p.

LEITE, L.; AFONSO, A. S. Aprendizagem baseada na resolução de problemas características, organização e supervisão. **Boletín das Ciências (ENCIGA)**, n.48, 2001, p.253- 260.

LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. *In: ACTAS DO CONGRESSO GALAICO-PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA*; 2005, Braga. **Anais ...** Braga, Universidade do Minho, 2005.

LOPES, J. B. **Resolução de problemas em física e química**: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem. Lisboa: Texto Editora, 1994, 152 p.

MARANDINO, M. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 168-193, 2003.

MEIRIEU, P. **Aprender... Sim, mas como?**. 7 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998, 193 p.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 7 ed. Petrópolis: Vozes, 2016, 232 p.

OÑORBE, A.; SÁNCHEZ, J. M. Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 251-260, 1996.

PASQUALI, A. **Comprender La comunicación**. Venezuela: Monte Ávila Editora, 1979, 289 p.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 296 p.

POZO, J. I. (org.). **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998, 177 p.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL):** uma Experiência no Ensino Superior. São Carlos: EdUFSCar, 2010, 151p.

ROSS, B. Towards a framework for problem-based curricula. In: BOUD, D.; FELETTI, G. (Eds). **The challenge of problem-based-learning.** Londres: Kogan Page, 1997, p. 28-35.

SCHNETZLER, R. P. A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, n. 1, p. 14-24, 2002.

SILVA, E. T.; SÁ, R. A.; BATINGA, V. T. S. A resolução de problemas no ensino de ciências baseada em uma abordagem investigativa. **ACTIO**, v. 4, n. 2, p. 169-188, 2019.

SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Situação-Problema sobre Radioterapia no Ensino Superior de Química: Contextos de uma Investigação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, .1, p. 14-25, 2017.

SILVA, S. F.; NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes- reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6/B, p. 1197-1203, 2002.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **HOLOS**, v.5, p.182-200, 2015.

SPAZZIANI, M. L.; MOURA, R. H. T. A. Educação e divulgação: contribuições para produtos de pesquisas em educação ambiental. **Rev. Simbio-Logias**, v. 1, n. 1, p. 35-49, 2008.

TORRESI, S. I. C.; PARDINI, V. L.; FERREIRA, V. F. Sociedade, Divulgação Científica e Jornalismo Científico. **Química Nova**, v. 35, n.3, p. 447, 2012.



Revista
Ciências & Ideias

ANÁLISE DO PROCESSO DE OBJETIVAÇÃO EM LICENCIANDOS ACERCA DA PERSPECTIVA CTS NO ENSINO DE QUÍMICA: UM ESTUDO INTRODUTÓRIO PARA REPRESENTAÇÕES SOCIAIS

ANALYSIS OF THE OBJECTIVE PROCESS IN UNGRADUATES ON THE STS PERSPECTIVE IN CHEMISTRY'S TEACHING: AN INTRODUCTORY STUDY FOR SOCIAL REPRESENTATIONS

Roberto Carlos Silva dos Santos [robertolibras@yahoo.com.br]

Suely Alves da Silva [suelyalves@yahoo.com]

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC-UFRPE)

RESUMO

O presente trabalho exprime sobre a maneira como se apresenta o processo de objetivação em licenciandos acerca da perspectiva CTS no Ensino de Química, quando ingressantes num processo formativo. Por se tratar de um recorte de uma pesquisa mais ampla que constitui uma dissertação de mestrado acadêmico, este estudo aborda, exclusivamente, o levantamento, análise e discussão dos dados oriundos de um questionário semiestruturado, no qual os atores sociais puderam elaborar diagramas esquemáticos sobre a maneira como os pilares Ciência-Tecnologia-Sociedade se (inter)relacionam, além de tecerem comentários sobre o que foi construído por eles. Como principais resultados, apresenta-se o diagnóstico do nível de objetivação característico de cada sujeito participante desta pesquisa, por ocasião de ingresso na formação CTS a ser implementada, a partir das considerações analíticas sobre os diagramas confeccionados e seus respectivos apontamentos. Desse modo, este trabalho contribui para o rol das pesquisas e estudos em Representações Sociais, indicando um possível caminho de aproximação à natureza dos construtos psíquicos e dialéticos que antecedem à emergência de uma Representação Social, a saber, a objetivação e a ancoragem. Por último, o estudo assinala a necessidade de mais encaminhamentos investigativos no âmbito das Representações Sociais sobre CTS e a maneira como essas Representações reverberam na prática docente, especialmente no que compete ao Ensino de Química.

PALAVRAS-CHAVE: Formação de Professores, Representações Sociais, Ciência-Tecnologia-Sociedade, Ensino de Química.

ABSTRACT

The present work expresses about the way in which the objectification process is presented in ungraduate about the perspective STS in the Teaching of Chemistry, when entering a formative process. Because this is a cut of a broader research that constitutes an academic master's thesis, this study exclusively addresses the collection, analysis and discussion of data from a semi-structured questionnaire, in which social actors were able to draw schematic diagrams on the how the Science-Technology-Society pillars relate to each other, in addition to commenting on what was constructed by them. As the main results, the diagnosis of the level of objectivation characteristic of each subject participating in this research is presented, on

the occasion of entering the STS training to be implemented, based on the analytical considerations about the prepared diagrams and their respective notes. Thus, this work contributes to the role of research and studies in Social Representations, indicating a possible way of approaching the nature of the psychic and dialectical constructs that precede the emergence of a Social Representation, namely objectification and anchoring. Finally, the study points out the need for more research referrals in the field of Social Representations on STS and the way in which these Representations reverberate in teaching practice, especially in what competes with Teaching Chemistry.

KEYWORDS: *Teacher Training, Social Representations, Science-Technology-Society, Teaching Chemistry.*

1. INTRODUÇÃO

O campo de investigação CTS vem se consolidando no Ensino de Ciências como um espaço para reflexão sobre práticas docentes e fenômenos socioculturais e seus desdobramentos científicos e tecnológicos. É por meio de estudos dessa natureza teórico-metodológica que podemos nos aproximar das situações de ensino-aprendizagem quer no contexto escolar quer nos cursos de formação de professores, as quais preconizam o estímulo ao pensamento crítico-reflexivo, a tomada de decisão consciente frente às intempéries sociais, dentre outros aspectos (CARMONA; PEREIRA, 2017).

No que tange à essas práticas investigativas, assinalamos que não podem ser estanques. O parecer do CNE para os cursos de formação de professores de Ciências e os Parâmetros Curriculares Nacionais vigentes advogam pela inserção de discussões acerca da natureza de C&T nos cursos de formação de professores, assim como suas inter-relações diante problemáticas sociais, políticas, tecnológicas e ambientais (BRASIL, 1997; 1999; 2015). Ademais, a atual Base Nacional Curricular Comum (BNCC) no bojo das competências em Ciências Naturais, reconhece como imprescindível o estímulo de interlocuções sobre Ciência e Tecnologia na Educação Básica numa perspectiva cidadã e emancipatória (BRASIL, 2018). Em outras palavras, esses documentos nos recomendam darmos devida atenção à maneira como o conhecimento científico e tecnológico permeia a formação inicial de professores de Ciências e, no tocante ao contexto escolar, a forma como o professor em serviço lida com esse tipo de conhecimento para auxiliar na formação de atores sociais capazes de argumentar e propor ações e/ou soluções sustentáveis e coerentes com o espírito democrático.

A despeito das prerrogativas legais mencionadas, trabalhos recentes denunciam a carência da materialização dessas diretrizes nos currículos de formação de professores de Ciências, especialmente em Química. São eles, Firme;Amaral (2008) e Santos (2011).

Firme;Amaral (2008), por exemplo, nos apresentam os contributos da orientação CTS nas aulas de Química, tecendo considerações sobre a maneira como esses docentes a encaram e, sobretudo, as possibilidades e limitações dessa inserção. Santos (2011), por seu turno, argumenta sobre o papel da perspectiva CTS para a educação científica, criticando as lacunas existentes nos currículos de formação de professores de Ciências e, não menos importante, a carência de estudos que discutam as barreiras atitudinais apontadas por licenciandos e professores frente à perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade. Todavia, ambos os trabalhos não se debruçam sobre os como processos mentais dos seus respectivos sujeitos pesquisados se ressignificam diante de conjecturas acerca da inserção da perspectiva CTS no Ensino de Química, nem mesmo deliberam sobre as Representações que processualmente esses atores sociais sofisticam e introjetam na sua forma de pensar e agir (FIRME;AMARAL, 2008; SANTOS, 2011).

Isto posto, vemos em Firme;Amaral (2008) e Santos (2011) lacunas de pesquisa que convergem, dentre outros fatores, para estudos em Representações Sociais (RS) de

licenciandos e/ou professores em serviço no tocante à inserção da perspectiva CTS no Ensino de Química. Essa lacuna, por sua vez, prefigura-se num campo fértil para estudos em RS no contexto das investigações CTS, sobretudo, no que tange os processos mentais que, inclusive, antecedem uma Representação propriamente dita, a saber, a objetivação e a ancoragem (MOSCOVICI, 2009).

Acerca desses processos, cumpre informarmos que a objetivação consiste em “reproduzir o conceito de uma imagem” (MOSCOVICI, 2009 p. 35). Em termos práticos, a objetivação une as ideias de não-familiaridade num processo de apropriação e significação de um conceito ou fenômeno mediante sua materialização, transformando o abstrato em algo concreto e acessível ao indivíduo (JODELET, 2005). No que concerne ao processo de ancoragem, este “enraíza a representação e seu objeto numa rede de significações que permite situá-los em relação aos valores sociais e dar-lhes coerência” (JODELET, 2005 p. 75). Ambos os processos ocorrem dialeticamente e são interdependentes. Todavia, neste estudo, dedicamos um enfoque ao processo de objetivação, pois acreditamos que imagem mental objetivada pelos atores sociais sobre um determinado objeto, em nosso caso a inserção da perspectiva CTS no Ensino de Química, é um fator crucial a ser levado em consideração em estudos em RS; é este esquema psíquico que corresponderá, sobretudo, ao ponto de partida para ressignificação das ideias pré-concebidas dos sujeitos em Representações Sociais, em função das experiências sociais processualmente estabelecidas.

Diante do que expusemos, convém questionarmos: **como se apresenta a objetivação em licenciandos acerca da perspectiva CTS no Ensino de Química?** A partir do questionamento que suscitamos, definimos como objetivo geral deste trabalho compreender a forma como se apresenta o processo de objetivação em licenciandos acerca da perspectiva CTS no Ensino de Química ao ingressarem num processo formativo.

Para além desta introdução, tecemos algumas considerações sobre o que vem a ser a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade e sua necessária aproximação à Teoria das Representações Sociais.

2. A PERSPECTIVA CTS E AS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS – ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A perspectiva CTS busca promover uma relação direta entre o Ensino de Ciências e a educação científica do cidadão, uma vez que as inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade estão presentes no cotidiano do educando e, conseqüentemente, na forma como este interage com o meio em que vive.

O estudo de McKavanagh;Maher (1982 apud SANTOS;SCHNETZLER 2010, p.69) elenca os principais aspectos de CTS e de suas inter-relações. Nele encontramos uma descrição da natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade que estamos lidando, bem como os efeitos esperados quando se estabelecem as interações complexas entre esses pilares.

Quadro 1: Aspectos de CTS

| Aspectos de CTS | Fatores considerados pelos aspectos |
|---------------------------|--|
| 1. Natureza da Ciência | 1. Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social. |
| 2. Natureza da Tecnologia | 2. Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. |

| | |
|---|---|
| 3. Natureza da Sociedade | 3. A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas. |
| 4. Efeito da Ciência sobre a Tecnologia | 4. A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas. |
| 5. Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade | 5. A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo. |
| 6. Efeito da Sociedade sobre a Ciência | 6. Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica. |
| 7. Efeito da Ciência sobre a Sociedade | 7. Os desenvolvimentos de teorias podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas. |
| 8. Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia | 8. Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas. |
| 9. Efeito da Tecnologia sobre a Ciência | 9. A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos. |

Fonte: SANTOS; SCHNETZLER (2010 p.70, adaptação nossa)

Diante das informações quadro 1, observamos a gama de possibilidades de integrar o Ensino de Ciências à temas sociais e tecnológicos. Além disso, os apontamentos situados em McKavanagh; Maher (1982 apud SANTOS;SCHNETZLER 2010) reforçam a ideia do estabelecimento das "relações entre C&T dentro de um contexto social". Isso implica, sobretudo, na quebra das amarras impostas pelo currículo tradicional (BISPO FILHO, 2013 p. 28).

Esses aspectos elencados evidenciam, ainda, a necessária promoção de cursos com perspectiva CTS que abordem sistematicamente seus objetivos e sua significativa diferença em relação a outras abordagens convencionais de ciências centradas, exclusivamente, na transmissão/recepção de conceitos científicos (SANTOS; SCHNETZLER, 2010; CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011). Todavia, como os objetivos primários CTS se aproximam de uma perspectiva teórica e metodológica para a formação cidadã?

Tal inquietação pode ser redarguida a partir da linha de pensamento proposta em Santos; Schnetzler (2010), Santos (2011) e Firme; Amaral (2008). Os autores elencados consideram que os objetivos da perspectiva CTS na formação da cidadania convergem para o desenvolvimento da tomada de decisão.

Isto significa que essa perspectiva busca promover o interesse do educando no que concerne as relações existentes entre os aspectos científicos, tecnológicos e sociais, compreendendo a natureza da ciência e do trabalho científico numa perspectiva ético-social; e "formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual" (SANTOS; SCHNETZLER, 2010 p.75). Adicionalmente, Zoiller (1987 apud SANTOS; SCHNETZLER 2010) ainda destaca a participação ativa e democrática na sociedade como elemento central dos objetivos da perspectiva CTS, uma vez que esta deve auxiliar as pessoas a "compreenderem, estimarem e avaliarem as decisões" uns dos outros, "facilitando decisões sensíveis e razoáveis em um mundo conflitante" (p.76).

Sendo assim, entendemos que o posicionamento de ambos dos autores supracitados nos permitem tirar duas conclusões importantes no que tange aos objetivos da perspectiva

CTS para o processo de ensino-aprendizagem (CASTRO; JUNIOR; LIU, 2019). Primeiro, a perspectiva CTS permite o aluno se deparar com a necessidade de propor soluções para problemas da vida real que envolve aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, o que implica em preparar o indivíduo para participar ativamente na sociedade democrática. Um segundo propósito se refere à natureza da Ciência e ao seu papel na Sociedade, o que implica na necessidade de o aluno adquirir conhecimentos básicos sobre História e Filosofia da Ciência (HFC) para compreender as potencialidades e limitações do conhecimento científico (SANTOS; SCHNETZLER, 2010; CASTRO; JUNIOR; LIU, 2019).

Diante do que expusemos, não podemos nos furtar em tecer o seguinte questionamento: os futuros professores de Ciências, em especial os futuros professores de Química, estão preparados para desenvolver práticas docentes com enfoque CTS? Tal interpelação requer que olhemos para o panorama da formação de professores de Ciências, em nosso caso, de licenciatura em Química.

A necessidade da perspectiva CTS estar presente na formação de professores de Química é visto pela legislação vigente como um elemento condicionante ao exercício do magistério para a formação cidadã (FREIRE, 2016; AULER; DELIZOICOV, 2006). O parecer do Conselho Nacional de Educação (CNE) estabelece que as Diretrizes Curriculares Nacionais para Profissionais do Magistério devem articular questões sociais, socioambientais, e sociopolíticas, além de promover o amplo debate da Ciência e da Tecnologia enquanto áreas do conhecimento indissociáveis do contexto social e suas demandas. Este documento dispõe ainda que os programas de formação inicial de professores precisam promover a articulação das dimensões investigativa e educativa das ciências, valorizando e incorporando inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (BRASIL, 2015).

Tais orientações estão em consonância com o que preconiza os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), os quais estabelecem referenciais para orientar as políticas de ensino para a formação para a cidadania e o direito a aprender, comum a todos os alunos. Suas orientações buscam ainda o respeito as diferenças regionais e a diversidade cultural presente no país, possibilitando adaptações para suprir as necessidades educacionais de cada região.

A partir das prerrogativas dispostas no parecer do Conselho Nacional de Educação e sua relação direta com as deliberações apontadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), podemos perceber uma inclinação para a discussão de temáticas sociais na formação docente, principalmente de professores de Ciências. Ambos os documentos apontam para a necessária inserção de aspectos que interferem na vida do aluno, especialmente no que tange às diversas situações controversas envolvendo a Ciência e a Tecnologia, fatores estes que precisam ser devidamente explorados em cursos de licenciatura em Ciências.

Diante do que discorremos, fica evidente que os programas de formação de professores de Ciências e, em nosso caso, cursos de licenciatura em Química devem (re)pensar o perfil docente que desejam formar, haja vista que é por meio da postura crítica e reflexiva que o futuro professor poderá promover a integração entre a teoria e a prática, a construção de conhecimentos a partir das suas experiências, o aprimoramento de sua ação pedagógica e a construção de sua autonomia pessoal e profissional. Sendo assim, entendemos como imprescindível que esses licenciandos sejam preparados para situar o conhecimento científico e tecnológico na conjuntura das problemáticas sociais, auxiliando o educando no desenvolvimento da capacidade de argumentação a fim de participarem democraticamente nas questões sócio-políticas por meio da tomada de decisões conscientes (TEIXEIRA, 2003; VON LISIGEN, 2004; SANTOS; SCHNETZLER, 2010; CASTRO; JUNIOR; LIU, 2019).

À despeito da formação CTS dever/ser preconizada nos cursos de licenciatura Química como um requisito legal, os fatores atitudinais dos licenciandos frente à essa perspectiva de

ensino, por vezes, nos parece difuso. Ainda mais difuso é a forma como a representação social dessa perspectiva é construída por esses futuros professores.

Na perspectiva de Moscovici (1978, apud SILVA; MAZZOTTI, 2009, p. 516), por exemplo, as representações sociais referem-se “a um processo de saberes próprios de um grupo social e aos produtos daquele processo”. O conceito de representação é dinâmico e é explicativo da realidade social; possui uma dimensão histórica e transformadora, carregando consigo um sentido simbólico advindo de um conjunto de aspectos culturais, cognitivo e valorativo (GUARECHI, 1996 apud REIS; BELLINI, 2011 p. 151).

Ainda no tocante às representações sociais, é importante frisar que estas não se baseiam na concepção individualista, mas apontam para a construção social dos sujeitos em determinado grupo. Isto é, indivíduos pensam, agem elaboram conceitos, definições e realizam práticas sociais coletivas. Não se trata de simples mecanismos, de cópias de impressões individuais, mas de resultado da interação homem e sociedade, em constante reinvenção de situações, conflitos e propostas. De fato, o meio social é que faz a mediação entre o ser e o objeto (MOSCOVICI, 2009; SILVA, 2013). Isto posto, temos que as representações sociais atuam como guias de interpretação e de organização da realidade, fornecendo os elementos a fim de que os sujeitos se posicionem diante dela e definirem a natureza das próprias ações sobre ela. Elas (as representações) participam da construção do real, o qual só existe enquanto tal nas interações dos indivíduos ou grupos com seu objeto de interesse (MOSCOVICI, 2009; SILVA, 2013).

Para a emergência de uma representação social, é requerido o estímulo do processo dialético de objetivação e ancoragem nos esquemas mentais dos atores sociais envolvidos com o objeto e/ou contexto de interesse. A objetivação consiste na idealização de um conceito ou de uma ideia a partir do olhar familiar do sujeito. Nesse processo, as informações que circulam sobre o objeto sofrem uma triagem em função das condicionantes culturais (acesso diferenciado às informações em virtude do contexto sociohistórico do sujeito) e, sobretudo, os critérios normativos que estão imbricados nos indivíduos. O resultado de tal organização é a produção de um esquema figurativo do objeto, particular do sujeito, fundamental para sintetizar, concretizar e coordenar os elementos da representação (MAZZOTTI, 2000). A ancoragem, por sua vez, diz respeito ao enraizamento social da representação, à integração cognitiva do objeto representado no esquema figurativo mental preexistente e às transformações que, em consequência, ocorrem em um e em outro.

Neste estudo, não temos a pretensão de discriminar sobre as representações sociais propriamente ditas. Antes, porém, queremos nos debruçar no processo de objetivação, em especial, no tocante a perspectiva CTS no Ensino de Química. Nossas motivações são justificadas pela carência de estudos que se debruçam sobre essa categoria dialética, bem como não serem clarificados os procedimentos metodológicos adotados para registro e a análise desse componente teórico.

Destarte, trazemos no item que segue um percurso metodológico em que consideramos possível nos aproximarmos dos lampejos do processo de objetivação de licenciandos em Química acerca da perspectiva CTS no Ensino de Química, os resultados da aplicação do desenho metodológico proposto e nossas considerações sobre os resultados que obtivemos.

3. METODOLOGIA

Este trabalho corresponde a uma parte do corpus de um trabalho de dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGEC-UFRPE).

Nesse estudo, empreendemos uma abordagem pluri-metodológica como um caminho apontado pela literatura (JODELET, 2005; SILVA, 2013) para tentar elucidar as informações que envolvem os processos de objetivação e a ancoragem, bem como as Representações Sociais (RS) enraizadas, em nosso caso, acerca da perspectiva CTS no Ensino de Química. Essa abordagem consistiu na combinação de diferentes instrumentos de coleta de dados, dispostos no delineamento de um processo formativo de quatro encontros (12 horas/aula), os quais foram analisados segundo o arcabouço teórico movimentado e os requisitos dos estudos em RS. Não obstante, neste trabalho, nos detemos à apresentação dos encaminhamentos deferidos a um dos objetivos específicos do trabalho de dissertação em cheque, o qual versou sobre a elucidação do processo de objetivação durante o primeiro encontro processo formativo instituído pelo pesquisador.

No que concerne à natureza desta pesquisa, nos valem da abordagem qualitativa, a qual é amplamente recomendada para trabalhos em Ciências Sociais (JODELET, 2005; SILVA, 2013). O paradigma qualitativo parte do pressuposto que os fenômenos que ocorrem nos grupos sociais assim como as ações humanas desenvolvidas neles, compreendem, dentre outros fatores, uma teia complexa de significados e sentidos que são continuamente produzidos, mediados e transformados (MINAYO, 2010; OLIVEIRA, 2014). Esses aspectos justificam nosso ensejo de fazer uso desse viés metodológico.

Após esse preâmbulo, damos início a descrição do contexto em que esta pesquisa está inserida assim como o perfil dos atores sociais que a protagonizaram.

As seções principais podem ser subdivididas em seções secundárias para melhor organização do texto.

3.1 O contexto de investigação e os atores sociais envolvidos

O contexto de nossa pesquisa se deu na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), especificamente no curso de Licenciatura Plena em Química. Escolhemos essa instituição por ser a IES em que tivemos acesso à formação inicial.

Ademais, concentramos nossos esforços investigativos no âmbito da disciplina de Estágio Supervisionado Obrigatório I (ESOI). O ESOI, consoante com Pimenta (2011), possibilita a construção de caminhos para problematização das diversas práticas docentes, viabiliza ao estagiário a discussão sobre competências e habilidades, além de imprimir novas ressignificações aos textos e contextos relacionados às mais diversas temáticas. Desse modo, reforçamos o ESOI do Curso de Licenciatura em Química da UFRPE como um espaço formativo em potencial, capaz de favorecer o processo de objetivação, requisito fundamental para o enraizamento de Representações Sociais e, portanto, nos valem desse componente curricular como cerne para esta investigação.

No tocante aos atores sociais participantes da pesquisa, contamos com 11 licenciandos matriculados nessa disciplina no primeiro semestre de 2017. Contudo, durante o período de realização da pesquisa, a saber, entre maio e julho de 2017, tivemos a participação de apenas 5 destes sujeitos.

Desse modo, consideramos para este estudo somente os dados referentes aos 5 atores sociais presentes durante todo o processo interventivo, os quais denominamos de Mercúrio, Vênus, Júpiter, Saturno e Netuno a fim de garantir sigilo e anonimato dos participantes, conforme reza os princípios éticos da pesquisa (OLIVEIRA, 2014). Esses alunos constituíram um mesmo grupo social interessado em (re)pensar a perspectiva CTS no Ensino de Química, mediante o processo formativo desenvolvido, permitindo, assim, que fossem desveladas a forma como eles objetivam (MOSCOVICI, 2009; JODELET, 2005) seus pressupostos teóricos e metodológicos.

No quadro 2, apresentamos uma visão geral do perfil e inclinação dos sujeitos Mercúrio, Vênus, Júpiter, Saturno e Netuno e, em seguida, tecemos algumas considerações.

Quadro 2: Perfil dos atores sociais participantes da pesquisa

| Ator social Idade | Ano de ingresso no curso de Lic. Em Química | Exerce(u) a profissão docente | EXPECTATIVAS | | | |
|--------------------------|---|-------------------------------|--|--|--|--|
| | | | Em relação ao curso | Em relação ao término do curso | Em relação a área de Ensino de Química | Em relação ao processo formativo proposto |
| Mercúrio (37) | 2014 | Não | Aprender a ser professor | Atuar como professor em escolas | Sim | Vivenciar uma abordagem mais prática do ensino |
| Vênus (23) | 2013 | Não | Melhorar educação de jovens, contribuindo para que pensem cientificamente e criticamente sobre o mundo a sua volta | Ensinar e aprender com os alunos; está em equilíbrio com eles e consigo própria. | Sim | Facilitar o entendimento e melhorar a maneira de visualizar o comportamento dos alunos; melhorar forma de ensina e formar pessoas. |
| Júpiter (25) | 2014 | Sim | Adquirir conhecimentos científicos em Química | Ingressar na pós-graduação em Química | Não tem interesse em atuar | Otimista |
| Saturno (25) | 2013 | Não | Qualificar-se na área de Química | Ingressar no mestrado em Química ou cursar Química Industrial | Não tem interesse em atuar | Aprimorar os conhecimentos |
| Netuno (32) | 2013 | Sim | Tornar-se professor de Química | Dar aulas de Química | Sim, na Educação Básica | Otimista |

Fonte: Elaboração própria dos autores

Mediante as informações plotadas no quadro 2 acima, percebemos que os atores sociais possuem uma faixa etária média de 28 anos e ingressaram no curso de licenciatura entre 2013 e 2014. De forma geral, o interesse pelo curso de licenciatura em Química dos sujeitos se deu pela oportunidade de adquirir conhecimentos específicos deste componente curricular e qualificação profissional, vislumbrando uma futura formação continuada através de cursos em Programas de Pós-graduação. Em relação a atuação docente, temos que Netuno e Júpiter afirmam já ter contato com o exercício do magistério. No entanto, Júpiter não pretende atuar na Educação Básica, assim como Saturno, embora este último tenha afirmado não possui nenhuma vivência com a prática do ensino. Mercúrio, Vênus e Netuno almejam tornar-se professores em serviço, ao final da formação inicial em licenciatura. Todos os atores sociais participantes desta pesquisa demonstraram

entusiasmo com a oportunidade de participar deste estudo, almejando novos conhecimentos em relação ao processo de ensino-aprendizagem.

Após contemplamos o perfil dos sujeitos desta pesquisa, damos continuidade ao escopo metodológico, apresentando os instrumentos que nos valem para coleta dos dados e sua devida justificativa junto a literatura vigente.

3.2 Instrumentos de coleta dos dados

Os instrumentos de coleta que utilizamos neste estudo consistem em questionários semiestruturados, registros em áudio e vídeo.

Em primeiro lugar, os questionários semiestruturados nos convieram por darem margem para identificar indícios da objetivação dos sujeitos sobre a perspectiva CTS no Ensino de Química e, posteriormente, servir como anteparo para justificar sua dinâmica, ao passo que a ancoragem for sendo estabelecida e enraizada em uma representação social (JODELET, 2005; MOSCOVICI, 2009; SILVA, 2013).

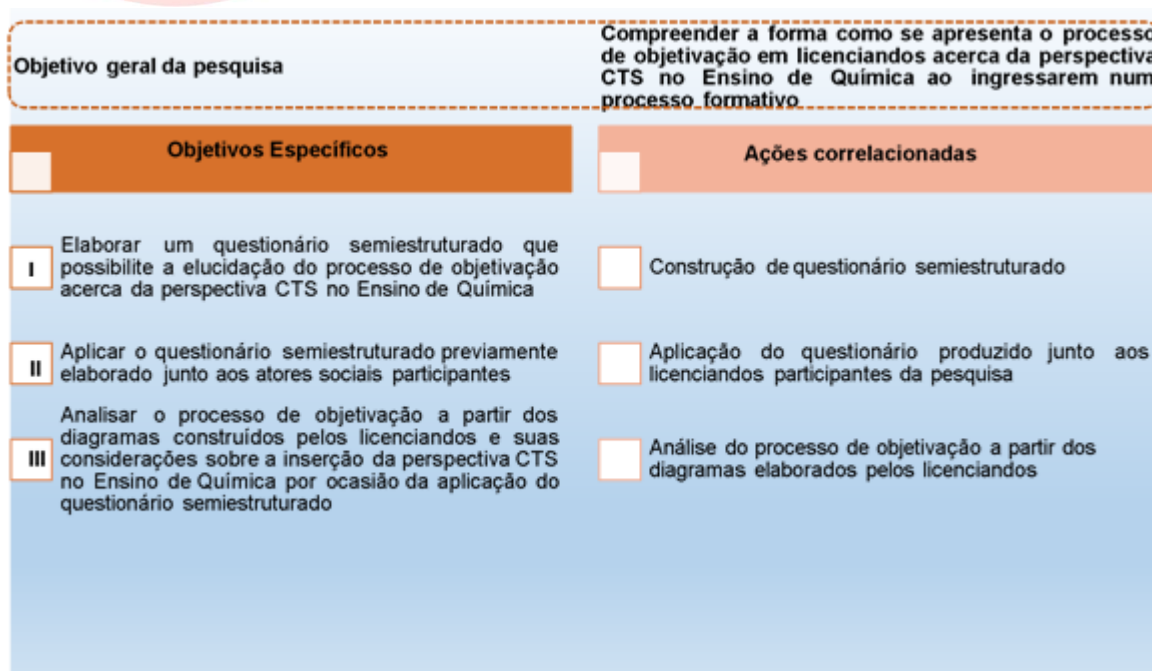
Por conseguinte, a videogravação permitiu o registro coerente dos dados coletados em momentos de formação, diálogo, debate, etc. Isso possibilitou que retornássemos quantas vezes forem necessárias para uma mesma situação ocorrida durante o processo formativo, facilitando transcrição, análise e interpretação dos dados subseqüentes.

Após a devida apresentação dos instrumentos que utilizamos para o desenvolvimento desta investigação, apresentamos a seguir os procedimentos metodológicos que adotamos a fim de satisfazer os objetivos indicados para este estudo.

3.3 Procedimentos metodológicos

Expressamos o desenho metodológico deste trabalho através da figura 1, a fim de clarificar a relação entre os objetivos específicos que traçamos e as etapas desenvolvidas na condução da pesquisa.

Figura 1: Desenho Metodológico



Fonte: Elaboração própria dos autores

De acordo com a figura 1, temos que a investigação que conduzimos se deu em três etapas:

Etapa I: Construção do questionário semiestruturado. Elaboramos o questionário semiestruturado a partir das diretrizes previstas no Views Of Science, Thecnology and Society (VOSTS) proposto por Aikenhead (2007) e adaptado por Bispo Filho et al. (2013). Por meio dele esperávamos ter acesso ao nível de objetivação em que os licenciando se encontravam na ocasião de ingresso no processo formativo, uma vez que fariam uso das informações familiares aos seus esquemas mentais para justificarem a sua resposta (MOSCOVICI, 2009). O quadro 2 apresenta o modelo do questionário que elaboramos.

Quadro 3: Modelo do questionário semiestruturado

- 1- ELABORE UM DIAGRAMA DE SETAS QUE DEMONSTRE A FORMA COMO VOCÊ ENXERGA AS INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE. EM SEGUIDA, JUSTIFIQUE O DIAGRAMA ELABORADO.**
- 2- “UMA PERSPECTIVA CTS PARA O ENSINO DE QUÍMICA”. QUAL O SEU PONTO DE VISTA SOBRE ISSO?**

Fonte: Elaboração própria dos autores

Etapa II: Aplicação do questionário produzido junto aos licenciandos ingressantes no processo formativo. A aplicação do questionário elaborado (Quadro 3) se deu no primeiro encontro previsto no plano de ensino do processo formativo proposto. Nessa ocasião, os licenciandos dispuseram de 60min para responder ao questionário, segundo as orientações do pesquisador.

Etapa III: Análise do processo de objetivação a partir dos diagramas elaborados pelos licenciandos. No que concerne a análise dos dados coletados, utilizamos o conjunto de categorias referentes aos níveis do processo de objetivação propostas por Jodelet (2005) e Moscovici (2009) para análise dos diagramas construídos e registros escritos coletados por meio do questionário semiestruturado. Na tabela 1 que segue, discorreremos sobre o acervo de categorias movimentadas neste estudo.

Tabela 1: Categorias para análise da objetivação

| | nível de objetivação | Descrição teórica (JODELET, 2005; MOSCOVICI, 2009) | Descrição empírica |
|-------------|-----------------------------|---|---|
| Objetivação | Construção seletiva | Indícios de informações advindas da experiência cultural do indivíduo | Texto e/ou fragmento de que indiquem as interações CTS a partir das vivencias do cotidiano; Texto e/ou fragmento que apontem a perspectiva CTS no Ensino de Química a partir da contextualização da Ciência, da Tecnologia com fatos do dia a dia. |
| | Esquematização estruturante | Indícios de informações mais sofisticadas em relação à construção seletiva; apresentação de conceitos | Texto e/ou fragmento que deem vestígios de interações CTS pela compreensão natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade; |

| | | | |
|--|---------------|--|--|
| | | menos influenciados pela experiência do cotidiano | Texto e/ou fragmento que apresentem natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade no que tange a perspectiva CTS no Ensino de Química. |
| | Naturalização | Indícios de uma apropriação de conceitos outrora esquematizados, os quais integram o seu universo consensual | <p>Texto e/ou fragmento que argumente a Ciência e a Tecnologia como elementos subservientes aos interesses sociais;</p> <p>Texto e/ou fragmento que indique o papel social da Ciência e da Tecnologia ao ensinar Química</p> |

Fonte: Elaboração própria dos autores

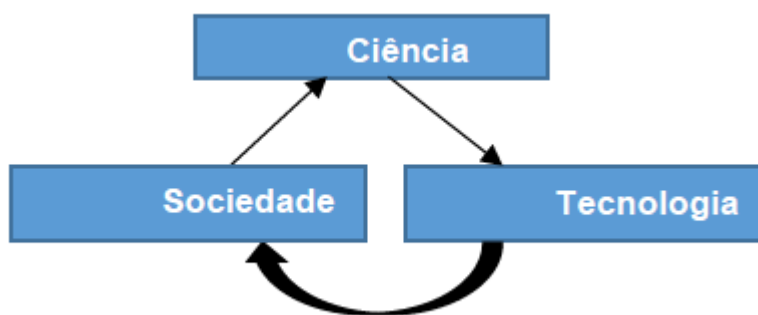
Satisfeitas as prerrogativas metodológicas que permearam nossa investigação, seguimos apresentando os resultados que obtivemos assim como nossas considerações a respeito deles.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

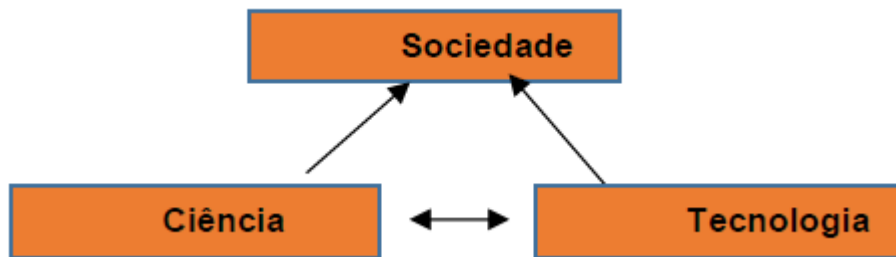
No primeiro encontro do processo formativo, utilizamos um questionário aberto (Quadro 3) a fim de verificar em que medida os licenciandos se familiarizavam com a perspectiva CTS e sua relação com o Ensino de Química. O questionário solicitou dos licenciandos a sistematização de um diagrama de setas que (inter)relacionasse Ciência, Tecnologia e Sociedade, dando-lhe uma justificativa à luz de suas experiências prévias com a perspectiva CTS.

Obtivemos 5 diagramas construídos pelos licenciandos, porém 3 deles tiveram a mesma estrutura organizacional, a saber, Vênus, Netuno e Júpiter. Mercúrio e Saturno estruturaram seus diagramas de forma distinta. Para melhor visualização, redesenhamos os diagramas coletados nessa ocasião, os quais apresentamos nas figuras 2, 3 e 4 seguir.

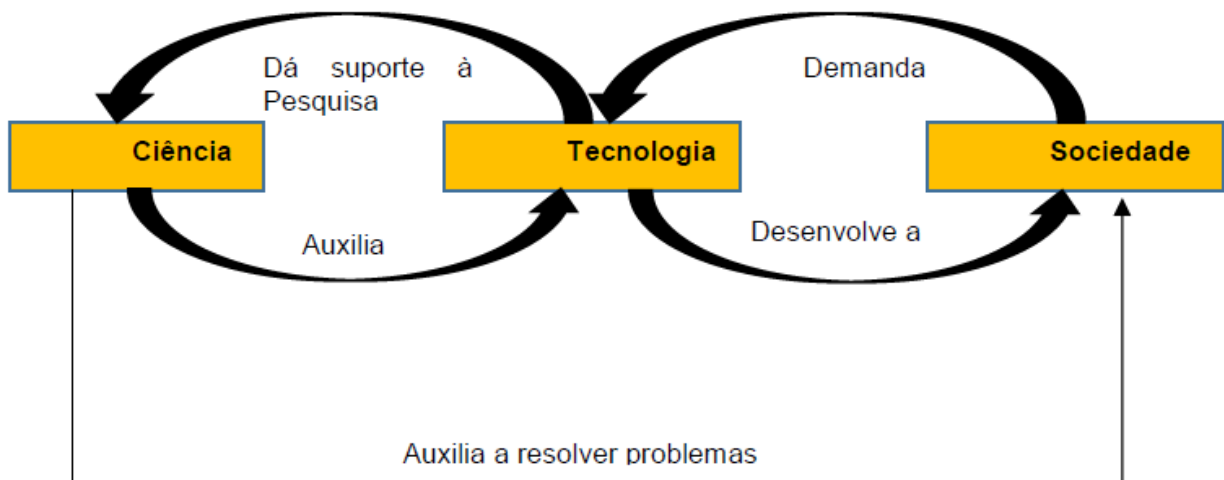
Figura 2: Diagrama construído pelos licenciandos Vênus, Netuno e Júpiter



Fonte: Elaboração própria dos autores

Figura 3: Diagrama construído pelo licenciando Saturno

Fonte: Elaboração própria dos autores

Figura 4: Diagrama construído pelo licenciando Mercúrio

Fonte: Elaboração própria dos autores

Em relação ao diagrama desenvolvido pelos licenciandos Vênus, Netuno e Júpiter (Figura 2), observamos a utilização de apenas setas simples em sua configuração. Nele é possível perceber que a Ciência tem uma relação direta com a Tecnologia. A Tecnologia, por seu turno, encontra-se diretamente ligada à Sociedade, a qual tem sua direção voltada para a Ciência. Vejamos o que esses licenciandos têm a dizer acerca dos seus diagramas representativos:

CTS é mutuamente operante e influenciado uns pelos outros; a Ciência é diferente da Tecnologia pelas quebras de paradigmas da Sociedade. A Tecnologia é o resultado da Ciência e a sociedade cria a Ciência e a Tecnologia para resolver seus problemas. (Netuno) (Grifos nossos)

Na abordagem CTS, como o próprio nome já diz, Ciência, Tecnologia e Sociedade, eles interagem entre si, pois a sociedade tem os problemas e a Ciência vendo isso surge e auxilia a tecnologia para resolver. (Júpiter) (Grifos nossos)

O CTS é a Ciência com a Tecnologia para ajudar a Sociedade a resolver seus problemas. Sem elas [C&T] a Sociedade não consegue se desenvolver. (Vênus) (Grifos nossos)

Mediante os comentários em destaque, percebemos que esses licenciandos têm a inclinação de colocar a Sociedade como vertente detentora de todos os males (problemas) e, portanto, necessitaria de agentes salvacionistas, nesse caso, a Ciência e a Tecnologia. Este fato é evidenciado quando lemos colocações tais como "A sociedade cria a Ciência e a Tecnologia para

resolver seus problemas”, “A Sociedade tem problemas”, “CTS [...] ajuda a sociedade a resolver seus problemas” averbadas por Netuno, Júpiter e Vênus, respectivamente.

Quando aproximamos a representação esquemática de C, T e S (Figura 2) aos comentários a ela atribuídos, nos parece que há uma forte tendência de Netuno, Júpiter e Vênus em conceber a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade numa escala linear de desenvolvimento. Isso significa que esses licenciandos aparentemente entendem que o desenvolvimento científico atrelado ao desenvolvimento tecnológico, são fatores cruciais e determinantes para o desenvolvimento e bem-estar social (FIRME, 2007; SANTOS; SCHINETZLER, 2010; SILVA, 2014; CARMONA; PEREIRA, 2017).

Além disso, o diagrama em cheque assim como sua justificativa subscrita, reforçam uma imagem salvacionista da Ciência e da Tecnologia (CACHAPUZ et al., 2002), assim como sua superioridade em relação aos aspectos sociais, uma vez que esses pilares se veem empoderados e conclamados a resolver os problemas sociais, na visão desses licenciandos (BISPO FILHO et al., 2013). Temos, nesse caso, indícios de uma idealização fortemente positivista na maneira como Netuno, Júpiter e Vênus entendem o que vem a ser CTS, na ocasião em que ingressaram no processo formativo que propusemos.

Por conseguinte, temos o diagrama construído pelo licenciando Saturno (Figura 3). Vemos no esquema mencionado que o pilar Sociedade é abordado diretamente pelos pilares Ciência e Tecnologia, mediante o uso de setas direcionais simples. No tocante a C e T, contudo, estes se relacionam entre si por meio de uma dupla seta.

Saturno justificou seu diagrama do seguinte modo:

A elaboração do diagrama segue como a Sociedade sendo alvo principal de estudo para Ciência e Tecnologia, onde as duas [C&T] darão suporte uma a outra para complementarem-se. A Ciência dá suporte à Sociedade com suas pesquisas e, conseqüentemente, auxilia a mesma apontando alguma solução que poderá recorrer ou não a tecnologia diretamente ou não. (Saturno) (Grifos Nossos)

No diagrama elaborado por Saturno e justificado pelo texto acima, fica evidente que a Sociedade é o cerne dos olhares da Ciência e da Tecnologia, fazendo dela seu campo de investigação. Esse pensamento incorre numa visão simplista do que vem a ser a Sociedade e suas complexas relações, reduzindo-a em objeto de estudo da Ciência e Tecnologia. Nesse caso, notamos uma predisposição do licenciando em considerar a Ciência e a tecnologia como elementos distantes do cotidiano social e, como efeito, possuem conhecimentos e postulados, por vezes, inacessíveis para a Sociedade, a qual se vê obrigada a aceitá-los como auxílio (SANTOS; SCHINETZLER, 2010; SILVA, 2014).

Quando Saturno afirma que “a Ciência dá suporte a Sociedade” podendo “recorrer ou não a tecnologia diretamente ou não”, o licenciando parece reforçar a independência da Ciência em relação as demandas sociais, valendo-se, inclusive, da Tecnologia como um suporte a ser empregado segundo seu bel-prazer. Embora o diagrama (Figura 3) apresente uma inter-relação C&T descrita, nos parece que ela apenas quer demonstrar a dependência do conhecimento tecnológico às deliberações do conhecimento científico. Desse modo, Saturno parece se distanciar da concepção de Ciência como produto social e, não menos importante, põe a Tecnologia num status subserviente aos interesses científicos, compreendendo-a como um possível artefato mediador das intervenções sociais, assim a Ciência o julgue necessário (BISPO FILHO et al., 2013).

Por último, temos o diagrama do licenciando Mercúrio (Figura 4). Esse esquema é formado por duplas de setas simples que ligam: T-C, numa relação de suporte à pesquisa e C-T numa direção de auxílio; S-T, numa direção de fluxo de demanda e T-S numa relação de desenvolvimento; e uma única seta direcional que liga C-S numa direção de resolução de

problemas. Mercúrio foi o único licenciando que optou por subsidiar a direção em que os pilares C, T e S se relacionariam com palavras/expressões orientadoras sob às setas.

A respeito do seu diagrama, Mercúrio argumenta:

As três âncoras da perspectiva CTS são dependentes entre si. O Avanço da Ciência ajuda a desenvolver novas tecnologias que serão úteis para a sociedade. Tecnologia em avanço dá subsídio às pesquisas científicas. (Mercúrio) (Grifos Nossos)

Assim como os outros licenciandos (Vênus, Júpiter e Netuno), Mercúrio parece se valer do entendimento da dependência entre C-T-S, contudo sem apresentar elementos que indiquem sua interdependência. Mais uma vez, vemos em uma tendência ao pensamento linear de desenvolvimento científico-tecnológico como subsídio ao bem-estar social, uma vez que o licenciando reza que a "Ciência ajuda a desenvolver novas tecnologias que serão úteis para a sociedade" no texto plotado acima (BISPO FILHO et al, 2013). No entanto, Mercúrio parece indicar ainda que compreende a Tecnologia como um campo de conhecimento que busca se consolidar, pois afirma que a Tecnologia está "em avanço", a despeito de servir como subsídio a Ciência.

Após analisarmos o teor dos diagramas produzidos pelos licenciandos, nos interessa ainda compreendermos a maneira como eles vislumbram a perspectiva CTS atrelada ao Ensino de Química ao ingressarem no processo formativo. O questionário que aplicamos ainda nos dá margem para tecermos tais considerações. Isto porque, por meio do questionário, solicitamos aos licenciandos que discorressem sobre como veem a perspectiva no Ensino de Química. Desse modo, obtemos os seguintes registros:

Percebo que o CTS é importante para evolução da própria CTS, pois sem se discutir esse pensamento, ficamos onde estamos, discutindo o pensamento CTS chegaremos mais longe. (Júpiter) (Grifos Nossos)

Perspectiva CTS no Ensino de Química, pois Ciência, Tecnologia e Sociedade seriam facilmente ministradas para a comunidade escolar e os alunos assimilariam mais Ciência e Tecnologia. (Netuno) (Grifos Nossos)

Sabemos que a Química está ligada diretamente na nossa vida, no ar que respiramos, o que comemos, enfim, em tudo. Então a perspectiva CTS para o ensino de Química seria muito relevante, pois os alunos iam aprender Química. (Vênus) (Grifos Nossos).

A perspectiva de CTS no Ensino de Química que tenho é de facilitar o aprendizado dos meus possíveis alunos, mostrando uma visão ligada da Sociedade com a Ciência e a Tecnologia. (Saturno) (Grifos Nossos)

O ensino de Química para o Ensino Médio, nos tempos atuais, encontra-se muito livre de contextualização e puramente desligado de questões sociais ou tecnológicas. Acho que CTS vem para resolver isso. (Mercúrio) (Grifos Nossos).

Mediante os textos coletados e descritos acima, podemos perceber uma inclinação dos estudantes em aproximar a perspectiva CTS ao Ensino de Química como mais uma tentativa de facilitar o processo de ensino-aprendizagem de do conhecimento químico, assim como oportunizar os alunos a compreensão dos aspectos científicos e tecnológicos que os circundam (AULER & DELIZOICOV, 2006; FIRME, 2007; SILVA, 2014; CASTRO; JUNIOR; LIU, 2019; CARMONA; PEREIRA, 2017). Acreditamos que esses dois argumentos carregam consigo a carga semântica de afirmações tais como "os alunos assimilariam mais Ciência e Tecnologia" (Netuno), "os alunos iam

aprender Química” (Vênus), “facilitar o aprendizado dos meus possíveis alunos” (Saturno), suscitados nos registros dos licenciandos.

Ao aproximarmos essas afirmações do referencial teórico movimentado nesse estudo, temos que os licenciandos parecem estar inclinados a conceber a perspectiva CTS como mais um instrumento didático disponível ao professor para ensinar seu componente curricular, cujo objetivo seria de contextualizar o conteúdo ministrado, pois ensinar Química “muito livre de contextualização e puramente desligado de questões sociais ou tecnológicas”, conforme justifica o licenciando Mercúrio (AULER & DELIZOICOV, 2006; FIRME, 2007; CASTRO; JUNIOR; LIU, 2019).

Essa concepção reducionista do que vem a ser a perspectiva CTS no Ensino de Química apresentada pelos licenciandos que destacamos atrelada a forma como eles esquematizam a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade, nos dão, ao nosso ver, subsídios para designarmos o nível de objetivação em que esses atores sociais se encontram ao ingressarem no processo formativo. Isso se justifica pelo fato dos dados coletados pelo questionário proposto (quadro 3) que analisamos nos derem lampejo da guisa em que se constitui a imagem objetivada que esses sujeitos têm acerca da perspectiva CTS no Ensino de Química e, conseqüentemente o grau de objetivação que eles apresentam, segundo a literatura vigente (JODELET, 2005; MOSCOVICI, 2009).

Diante disso, nos valem dos estágios do processo de objetivação descritos por Moscovici (2009) e Jodelet (2005), como categorias analíticas a serem aplicadas para fins de diagnóstico do nível de objetivação que os atores sociais ingressantes no processo formativo se encontram. Entretanto, não temos a pretensão de determinar que fatores condicionaram os licenciandos sujeitos desta pesquisa a apresentarem suas respectivas construções imagéticas do que vem a ser perspectiva CTS, uma vez que as atribuímos as experiências socioculturais dos indivíduos (disciplinas outrora cursadas, relacionamentos interpessoais, etc), assim como sugere Moscovici (2009).

Nesse respeito, nos parece que a maneira como o processo de objetivação se comporta no pensamento dos licenciandos Júpiter, Vênus e Netuno, se configura de maneira análoga. Podemos afirmar isso devido à similitude nos diagramas propostos por esses atores sociais, atrelada à maneira como veem a aproximação da perspectiva CTS no Ensino de Química, previamente analisada nesse *corpus*. Esses fatos nos levam a crer que esses sujeitos se encontram no estágio objetivação denominado de **esquematização estruturante** (JODELET, 2005; MOSCOVICI, 2009, Grifos Nossos).

Consideramos o pensamento de Júpiter, Vênus e Netuno em esquematização estruturante, por desenvolverem argumentos acerca da relação Ciência-Tecnologia-Sociedade com elementos que fogem do senso comum, ou seja, esses atores sociais não recorrem a situações do cotidiano ou experiências de vida para defenderem seus argumentos. Esses licenciandos compreendem que de algum modo C-T-S se relacionam e que o cerne dessa aproximação são as problemáticas sociais; entendem que existe um bem-estar social envolvido que de alguma forma é satisfeito pela influência de C&T; e situam o conhecimento científico e tecnológico como alternativas para os problemas sociais (AULER & DELIZOICOV, 2006; FIRME, 2007; SILVA, 2014; CARMONA; PEREIRA, 2017).

Júpiter, Vênus e Netuno esboçam seus argumentos num pensamento lógico e linear da Natureza da Ciência e da Tecnologia, por muito tempo empregado no contexto sociohistórico vigente. O fato de ainda manterem resquícios dessa visão internalista da Ciência e da Tecnologia (AULER & DELIZOICOV, 2006) é o que torna mais latente o nível de objetivação em esquematização estruturante que, por sua vez, é reforçado pela noção da perspectiva CTS se reduzir a um posicionamento didático disponível ao Ensino de Química.

Por sua vez, Mercúrio e Saturno apresentam traços de pensamento que diferem de Júpiter, Vênus e Mercúrio, em alguns aspectos.

Saturno explora em seu diagrama (Figura 3) a Sociedade como o cerne da relação CTS, uma vez que esquematiza a Ciência e a Tecnologia com seus olhares voltados para a Sociedade; tenta traçar uma inter-relação entre C&T, ainda que pautada numa dependência de conhecimento; e entende que a perspectiva CTS para o Ensino de Química facilita a aprendizagem desses pilares pelos educandos. Outrossim, Mercúrio traça desenha em seu diagrama situações de aproximação ainda que simplistas entre os pares T-C, C-T, S-T, T-S e C-S, justificando-as numa visão positivista e linear do desenvolvimento científico e tecnológico; e sugere a perspectiva CTS como uma alternativa à inserção de questões sociais no Ensino de Química, ainda que timidamente.

Esses elementos destacados nos escritos de Saturno e Mercúrio nos levam a crer que ambos parecem estar numa **interfase entre o estágio de esquematização estruturante e naturalização** de seus respectivos processos de objetivação (JODELET, 2005; MOSCOVICI, 2009, Grifos Nossos). Ao passo que, na esquematização estruturante abarca pensamentos esquematizados com relativo distanciamento do senso comum, a naturalização impõe ações e sentidos ainda mais incrustados no pensamento dos indivíduos e, portanto, torna ainda mais complexa a maneira como o sujeito se relaciona com o objeto (JODELET, 2005; MOSCOVICI, 2009). Em nosso caso, Saturno e Mercúrio parecem postular suas apreensões dentro de um contexto argumentativo advindo não somente de sua experiência sociocultural, mas, sobretudo, demonstram que reconhecem que há uma teia complexa de relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, que tornam esses pilares campo de conhecimento quer consolidados quer emergência e, portanto, exigem uma compreensão mais aprofundada, especialmente no que tange ao ensino de Química.

Desse modo, entendemos que Saturno e Mercúrio apresentam, em seu pensamento, sentidos que não poderiam ter correlação direta com apenas um estágio do processo de objetivação. Não obstante, suas ideias esquematizam-se com características que residem dentro dos limites conceituais da esquematização estruturante e da naturalização, o que ao nosso ver, não resta alternativa a não ser considerar o processo de objetivação desses atores sociais em trânsito entre essas duas categorias analíticas.

Dadas as conjecturas tecidas ao longo desta análise, o que empreendemos, portanto, foi a caracterização do processo de objetivação que os licenciandos ingressantes no processo formativo parecem possuir acerca da perspectiva CTS no Ensino de Química. Com base nesses preceitos, pudemos conduzir os atores sociais participantes dessa pesquisa ao processo formativo que propusemos por ocasião do trabalho de dissertação, onde estes puderam conferir as interferências das ações discursivas e construções socioculturais encaminhadas sob seus esquemas mentais objetivados (JODELET, 2005; SILVA, 2013).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho nos propusemos a compreender a forma como se apresenta o processo de objetivação em licenciandos acerca da perspectiva CTS no Ensino de Química ao ingressarem num processo formativo.

Em relação ao instrumento de coleta de dados, observamos que o questionário semiestruturado oportunizou aos atores sociais um espaço para reflexão sobre sua imagem mental individual em relação às (inter)relações Ciência-Tecnologia-Sociedade e sua respectiva sistematização por meio da construção dos diagramas e comentários. Através dos diagramas, pudemos interpor uma linha interpretativa no tocante à sua estruturação, direção das setas e localização dos pilares C-T-S, relacionando-os com os argumentos levantados pelos licenciandos.

Ao analisarmos os diagramas, verificamos a leitura tímida que os atores sociais participantes da pesquisa têm em relação a complexidade e interdependência dos aspectos científicos, tecnológicos e sociais. Em alguns dos esquemas analisados, pudemos perceber uma inclinação em empreender a Ciência como o cerne das respostas para os problemas que a Sociedade enfrenta ou ainda a Tecnologia e sua articulação com o conhecimento científico como fatores imprescindíveis ao bem-estar social, reforçando a visão linear de desenvolvimento, a despeito das críticas empregadas a este modelo de apreensão acerca de C&T.

Por conseguinte, a análise dos diagramas deu subsídio ao diagnóstico do nível do processo de objetivação em que se encontravam os licenciandos no momento de ingresso no processo formativo CTS. Verificamos que todos os licenciandos, de alguma forma, demonstraram ter um esquema mental acerca da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade. Contudo, nenhum deles pareceram possuir uma imagem mental tão primitiva, conforme se espera num nível de objetivação classificado como construção seletiva, mais próximo do senso comum.

Diante das considerações que pontuamos, acreditamos que o diagnóstico do processo de objetivação por meio da construção de diagramas e seus respectivos comentários protagonizados pelos atores sociais em um questionário semiestruturado possibilita uma familiarização por parte do pesquisador em RS sobre o esquema mental que os sujeitos investigados têm sobre um determinado objeto, em nosso caso, a inserção da perspectiva CTS no Ensino de Química. Cabe salientar, contudo, que a estratégia metodológica de reconhecimento do processo de objetivação que adotamos não é um caminho unilateral para tal ensejo.

Desse modo, cumpre assinalarmos a necessidade de investigação do processo de objetivação por outros vieses, respeitando as condições teóricas e metodológicas para estudos em RS. Concluímos, portanto, na expectativa que estudos futuros atentem para essa lacuna de pesquisa.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. What is STS teaching? In: SOLOMON, J.,; AIKENHEAD, G.S. (Eds.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 2007.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: Relações estabelecidas por professores de ciências. *In Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol.5, nº2, 2006. Disponível em: www.reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf.

BISPO FILHO, D. O.; MACIEL, M. D.; SEPINI, R. P.; ALONSO, Á. V. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. *In Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol.12, nº2, 2013. Disponível em: www.reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol12_N2.pdf.

BRASIL, Ministério da Educação do. Conselho Nacional da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica**. PARECER CNE/CP Nº: 2/2015.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências Matemáticas e da Natureza e suas Tecnologias.** MEC, 1999.

_____. **Base Nacional Curricular Comum.** Brasília, 2018. Disponível em : <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/a-area-de-ciencias-da-natureza>.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino fundamental: ciências naturais.** Rio de Janeiro: DP&A, 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04/pdf>>. Acesso em 9 de outubro de 2016.

CARMONA, I. V.; PEREIRA, M. V. Ciência, tecnologia e sociedade e educação ambiental: uma revisão bibliográfica em anais de eventos científicos da área de ensino de ciências. *In Ciências & Ideias*, v.8, n.3, 2017. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/752> . Acesso em: 20 de julho de 2021.

CASTRO, C. M.; JUNIOR, P. M.; LIU, A. S. Abordagem CTS: uma análise dos anais dos encontros nacionais de ensino de química, de 2012 a 2018. *In Ciências & Ideias*, v.10, n.3, 2019. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1175>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. *In Ciência & Educação*, Bauru, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 25 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

GIL-PÉREZ, D. et al. Por uma imagem não deformada do Trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

JODELET, D. **Loucuras e representações sociais.** Petrópolis-RJ: Vozes, 2005.

MAZZOTI, A. J. A. Representações sociais: desenvolvimentos atuais e aplicações à educação. In: **Linguagens, espaços e tempos no ensinar e aprender/ENDIPE.** Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

MINAYO, Maria Cecília de Souza(org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis, RJ: Vozes; 2010.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social.** Petrópolis: Vozes, 2009.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa.** 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

REIS, Sebastiana Lindaura de Arruda; BELLINI, Marta. Representações sociais: teoria, procedimentos metodológicos e educação ambiental. *In Acta Scientiarum Humam and Social Science*, v. 33, n.2, 2011. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHumanSocSci/article/viewFile/10256/pdf>

REIS, Sebastiana Lindaura de Arruda; BELLINI, Marta. Representações sociais: teoria, procedimentos metodológicos e educação ambiental. *In Acta Scientiarum Humam and Social Science*, v. 33, n.2, 2011. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHumanSocSci/article/viewFile/10256/pdf>

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica para o enfoque CTS. *In SANTOS, W. L.P; AULER, D. In CTS e educação científica desafios tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: editora Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química – Compromisso para a cidadania**. Editora UNIJUI, 2010.

SILVA, R. D. **A formação do professor de matemática: um estudo das representações sociais**. Campina Grande: Eduepb, 2013.



Revista
Ciências & Ideias

CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA

CONTRIBUTIONS OF EXPERIMENTAL ACTIVITIES IN THE TEACHING OF CHEMISTRY IN BASIC EDUCATION

Marcos Vinícios da Silva Ferreira [marcos_vsf@yahoo.com.br]

Mara Elisângela Jappe Goi [maragoi28@gmail.com]

Denise Rosa Medeiros [denisemedeiros03@gmail.com]

Universidade Federal do Pampa-Unipampa, Caçapava do Sul, RS.

RESUMO

Sendo a Química uma Ciência regida por modelos e fenômenos geralmente associados à escala microscópica, sua abordagem de ensino tende a dificultar ou distanciar dos alunos sua correlação com o cotidiano. Nesse sentido, destaca-se a importância da realização de atividades experimentais no Ensino de Química, uma vez que, através deste recurso didático, possibilita-se desenvolver condições para que os alunos possam correlacionar os fenômenos químicos aos aspectos teóricos abordados em sala de aula. Na tentativa de atenuar a visão empirista-indutivista associada às atividades experimentais na Educação Básica, de modo a permitir uma participação dos estudantes de forma ativa no processo de construção do conhecimento, a presente pesquisa busca investigar, aprofundar e trabalhar os conhecimentos a respeito da natureza e aplicação das atividades experimentais, e de que maneira estas atividades podem contribuir e serem abordadas nas aulas de Química, de forma a possibilitar contribuições à Educação Básica. Os resultados indicam que, na visão dos alunos da Educação Básica, as atividades experimentais tendem a contribuir para a melhoria da aprendizagem dos conceitos e princípios da Química.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química; Experimentação; Educação Básica.

ABSTRACT

As Chemistry is a Science ruled by models and phenomena generally associated with the microscopic scale, its teaching approach tends to make it difficult or distance from students its correlation with everyday life. In this sense, the importance of carrying out experimental activities in Chemistry Teaching is highlighted, since, through this didactic resource, it is possible to develop conditions so that students can correlate chemical phenomena with theoretical aspects addressed in the classroom. In an attempt to attenuate the empiricist-inductivist view associated with experimental activities in Basic Education, in order to allow students to actively participate in the knowledge construction process, this research seeks to investigate, deepen and work on knowledge about nature and application of experimental activities, and how these activities can contribute and be addressed in Chemistry classes, in order to enable contributions to Basic Education. The results indicate that, in the view of Basic Education students, experimental activities tend to contribute to improving the learning of Chemistry concepts and principles.

KEYWORDS: Chemistry teaching; Experimentation; Basic education.

INTRODUÇÃO

As dificuldades, desafios e as políticas que regulamentam a educação brasileira são temas de discussões e debates na tentativa de melhorar a qualidade do ensino, uma vez que, a educação possui um papel fundamental para o desenvolvimento social e que ainda encontra grandes desafios.

Na etapa do Ensino Médio, as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica (DCNEB) (BRASIL, 2013) sinalizam que um dos desafios é o desenvolvimento científico e tecnológico que pode ser tratado por meio de metodologias de ensino que expressem significados para os estudantes. Assim, a escola passa a ter como objetivo um ensino que preze pela formação de sujeitos críticos e reflexivos com o ambiente que os rodeiam, construindo uma educação para a formação cidadã. Uma educação que não só contemple os conteúdos das diversas disciplinas escolares, mas também consiga abordar os problemas da sociedade, e que leve os estudantes a construir a sua identidade e pertencimento social.

No contexto do Ensino de Química, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), acrescentam que o Ensino de Química pode romper com os antigos processos de ensino, balizados, principalmente, na visualização de informações, e, desse modo, buscar atenuar a visão fragmentada que não leva em consideração o cotidiano e vivência dos alunos.

Nessa perspectiva, pretende-se que o Ensino de Química possa proporcionar condições para que o aluno seja capaz de reconhecer e compreender de forma integrada as transformações químicas que ocorrem ao seu redor. Em sintonia com as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) (BRASIL, 2006) defende-se o tratamento contextualizado dos conteúdos escolares por meio de atividades experimentais.

Com este mesmo olhar, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) contribui para a autonomia da escola e abre possibilidades para a alteração dos seus currículos, tanto na formação dos estudantes quanto na formação docente, bem como na produção de materiais didáticos e nos padrões avaliativos dos exames nacionais (BRASIL, 2018). Nesse documento os currículos podem ser compostos por uma matriz básica-comum e uma parte diversificada, estabelecendo relações entre ambas, aspecto já previsto no artigo 26 da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) que estabelece desse modo que:

Os currículos da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 1996, p. 9).

Com relação às práticas investigativas, no qual a experimentação faz parte, a BNCC aponta que:

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BRASIL, 2018, p.552.)

Apesar da BNCC dar esta ênfase à experimentação, sabe-se que há controvérsias e desvantagens neste documento, como já apontado por Leite e Ritter (2017). Para as autoras “Nos tópicos que tratam das componentes da Área de Ciências da Natureza, Química (no Ensino Médio) e Ciências (no Ensino Fundamental), existem aspectos complexos explicitados de forma reducionista e um tanto aquém das pesquisas atuais” (LEITE; RITTER, 2017, p.2). Para estas pesquisadoras além destes pontos apresentados, a BNCC não considera os aspectos epistemológicos para a organização do Ensino de Ciências e acaba considerando as ideias de experimentos com a função de complementar de forma empírica a teoria. Tal ideia já vem sendo criticada pela área de Ensino de Ciências, porém ainda há uma visão salvacionista da experimentação neste documento normativo.

Além dos documentos oficiais a literatura também vem apresentando diferentes posicionamentos sobre a inserção de atividades experimentais nas aulas e currículos de Ciências da Natureza (BORGES, 2002; GALIAZZI; GONÇALVES, 2004; CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004, BASSOLI, 2014, GONÇALVES, 2019). Para Galiazzi e Gonçalves, (2004) as atividades experimentais podem, primeiramente, serem dissociadas da visão simplista, na qual professores a caracterizam como simples ferramenta de caráter comprobatório de validação de leis e teorias, motivadora de aprendizagem, além de formadora de futuros cientistas.

Na tentativa de atenuar essa visão, as atividades experimentais podem ser vistas como um recurso didático que possa possibilitar o diálogo entre professores e alunos em um processo de questionamentos, discussões e construções de argumentos, com o objetivo de aprender e construir o conhecimento científico (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004).

Para Cachapuz et al. (2005), os professores reconhecem a importância e potencialidades das atividades experimentais, porém muitos continuam utilizando atividades convencionais de ensino com o objetivo de realizar experimentos com caráter de verificação, executando um roteiro que não possibilita questionamento e momentos de discussões, bem como diálogo acerca dos resultados, desse modo, a experimentação tem como objetivo chegar a um determinado resultado já esperado e previamente conhecido pelo professor.

Por outro lado, o planejamento de atividades investigativas, no qual o trabalho experimental está centrado no aluno de modo a envolver algum tipo de pesquisa que o torne sujeito ativo do processo de aprendizagem, abrindo-se espaços para discussões e tomada de decisões, torna-se uma alternativa que possibilita desconstruir a visão empirista-indutivista que ainda permeia as atividades experimentais (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004, CLEMENT et al., 2015).

Assim, entende-se a importância do estudo e aprofundamento da experimentação no Ensino de ciências. Para que possa ser trabalhada em sala de aula no âmbito da Educação Básica, são necessárias discussões no contexto da formação inicial e continuada de professores (MALDANER, 2000). Desta maneira, trabalhar e aprofundar os conhecimentos a respeito da natureza das atividades experimentais de forma a possibilitar contribuições da melhoria do Ensino Básico torna-se uma temática relevante para ser tratada nos cursos de licenciaturas.

Nessa perspectiva, o presente trabalho busca investigar as potencialidades da utilização de atividades experimentais na Educação Básica e de que maneira estas atividades podem contribuir e serem abordadas nas aulas de Química.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A necessidade de discutir a respeito de atividades experimentais e suas abordagens têm sido amplamente debatida pelos pesquisadores da área de Ensino de Ciências, como Cachapuz; Praia; Jorge (2004), Galiazzi e Gonçalves (2004), Cachapuz et al. (2005), Clement et al., 2015, Malheiro e Fernandes (2015), Malheiro (2016), Gonçalves e Marques (2016), Leite

e Ritter (2017), Almeida (2019), Gonçalves (2019) Gonçalves e Goi (2020). Para Galiazzi e Gonçalves (2004) deve-se ter cuidado para que o aluno não assuma o simples fato de observar o fenômeno através do experimento e este seja o suficiente para a aprendizagem. Isto é, "a partir da observação, chega-se à teoria que explica o fenômeno" (GALIAZZI; GONÇALVES 2004 p. 327) e, nesse sentido, superar a visão de que as atividades experimentais têm a simples função de comprovar as teorias abordadas em sala de aula.

Na visão do laboratório tradicional, as atividades experimentais executadas pelos alunos, geralmente envolvem a observação e a produção de dados acerca de fenômenos previamente determinados pelo professor, com o objetivo de demonstrar os conceitos aprendidos na sala de aula ou a comprovação de leis e fenômenos específicos (BORGES, 2002).

Conforme destaca Cachapuz et al. (2005), as atividades executadas neste formato não são adequadas devido ao fato de que tanto o problema quanto o método para a sua resolução estão previamente determinados. Dessa forma, o tempo disponível é quase todo utilizado nos procedimentos de montagem, nas operações dos equipamentos, nas atividades de produção de dados e os cálculos para obter respostas esperadas. Com isso, os estudantes dedicam pouco tempo à análise e interpretação dos resultados, bem como do próprio significado da atividade realizada, levando em consideração a perspectiva empirista, em que os experimentos são concebidos como simples manipulações de variáveis e dedução de teorias a partir de reprodução sistemática, sendo apenas valorizada a comprovação do que já estava previsto, tornando os resultados previsíveis e óbvios (CACHAPUZ et al., 2005). Para Ferreira (2001) a argumentação e interpretação são relevantes para compreender os conceitos.

Ressalta-se que mesmo a experimentação apresentando um formato com roteiros rígidos, este recurso didático ainda pode possibilitar algumas contribuições para o ensino, pois nestes tipos de atividades, geralmente trabalhadas em grupos, há a possibilidade de interação dos alunos com montagens e manipulação de instrumentos específicos, possibilita desenvolver habilidades de interpretar instruções e produzir dados. Mas o que se advoga neste trabalho é um ensino que possa oportunizar aos alunos a pesquisa e a busca por respostas a partir de questões problematizadoras.

Na tentativa de tornar o papel da experimentação mais relevante para a aprendizagem da Química, pode-se desenvolver maneiras diversificadas de usar a experimentação, tornando-a mais investigativa, contextualizada e aproximando-a do cotidiano dos alunos. Na perspectiva construtivista, por exemplo, os experimentos investigativos originaram-se:

[...] em muitas investigações específicas relativas a diferentes aspectos do processo de ensino/aprendizagem das ciências, tais como a aprendizagem dos conceitos, a resolução de problemas, o trabalho experimental ou as atitudes em relação e para com a Ciência. Essas investigações têm sido desenvolvidas com vista a melhorar os fracos resultados do paradigma de Aprendizagem por Recepção/Transmissão, seriamente questionado pela investigação (CACHAPUZ et al., 2005. p. 111-112).

Assim, uma proposta de aproximação construtivista na Educação em Ciências é aquela que permite uma participação dos estudantes de forma ativa no processo de construção do conhecimento e não a simples reconstrução pessoal do conhecimento previamente transmitido pelo professor embasado apenas pelo livro didático (CACHAPUZ et al., 2005).

A utilização das atividades experimentais, em contrapartida à perspectiva empirista-indutivista, faz-se necessária, sendo reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o Ensino de Ciências, pois o desenvolvimento do pensamento e das atitudes do sujeito podem desenvolver-se através deste recurso didático. Conforme ressalta Giordan (1999 p. 13), "a construção do conhecimento científico se correlaciona com abordagens experimentais, não

tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente através da investigação”.

Em sintonia com essas ideias, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000) orientam que o aprendizado de Química pelos alunos implica que:

[...] eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2000, p. 31).

Assim como a BNCC (2018) revela que

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente (BRASIL, 2018, p.553).

A BNCC (BRASIL, 2018, p.553) também indica que “As análises, investigações, comparações e avaliações contempladas nas competências e habilidades da área podem ser desencadeadoras de atividades envolvendo procedimentos de investigação”. Desse modo, compreende-se que os estudantes do Ensino Médio podem ampliar procedimentos, explorando as experimentações e análises qualitativas e quantitativas através de situações-problema. Apesar deste documento normativo apresentar aspectos relevantes sobre a importância da experimentação na Educação Básica, sabe-se que ainda há inúmeras controvérsias e desvantagens deste documento no que se refere a esta temática, por isso deve ser implementado a partir de uma análise crítica, principalmente, sobre os aspectos complexos explicitados de forma reducionista e não levando em consideração aspectos epistemológicos da Ciência (LEITE, RITTER, 2017).

Galiazzi e Gonçalves (2004) sinalizam que as atividades experimentais que envolvem a compreensão dos conceitos das Ciências Naturais podem ser utilizadas pelos professores para despertar a curiosidade, estimular a investigação e obter resultados positivos que possam promover a compreensão do conhecimento, não dissociando teoria e prática. Assim, a experimentação se apresenta como um recurso didático que pode facilitar a criação de problemas reais e contextualizados (GONÇALVES, 2019).

Na tentativa de buscar mudanças no atual modelo educacional, nos últimos anos pesquisadores, tem se empenhado em compreender especificamente qual é o papel das atividades experimentais, quais estratégias e formas de abordá-las nos contextos das aulas de Ciências da Natureza (BORGES, 2002; GALIAZZI; GONÇALVES, 2004; CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004; CACHAPUZ et al., 2005; BASSOLI, 2014; OLIVEIRA, 2010; CAMPOS; NIGRO,

1999, GONÇALVES; MARQUES, 2016, GONÇALVES, 2019, GONÇALVES; GOI, 2020, DOS SANTOS; DE MENEZES, 2020).

Conforme Campos e Nigro (1999), as modalidades de atividades práticas categorizam-se em experimentos demonstrativos, experimentos de verificação e experimentos investigativos.

As atividades experimentais demonstrativas caracterizam-se por serem aquelas em que os alunos observam os fenômenos de um experimento executado pelo professor (OLIVEIRA, 2010). Essas atividades são utilizadas para explicar alguns aspectos dos assuntos abordados em sala de aula, tornando-os mais compreensíveis aos alunos. Em determinadas situações, serve para ilustrar um determinado fenômeno, procurando apresentar o conteúdo de maneira mais atraente e agradável. Sua utilização no Ensino de Ciências dá-se pela quantidade restrita de materiais, baixo tempo de execução e maior controle do professor, que assume a função de experimentador. São geralmente, integradas às aulas expositivas, realizadas com caráter introdutório de um conteúdo, a fim de despertar o interesse dos alunos para o tema abordado ou podem ser empregadas ao término, com objetivo de relembrar os conteúdos trabalhados.

Nesse sentido, Bassoli (2014) destaca que o professor tem um papel central na atividade, pois cabe a ele:

[...] problematizar as demonstrações práticas de modo a propiciar o engajamento intelectual dos alunos com os objetos e fenômenos apresentados. Da mesma forma, os alunos podem ser organizados em grupos para discutir determinadas questões que envolvam os objetos de estudo, favorecendo, assim, a interatividade social (BASSOLI, 2014 p. 582).

A utilização de uma atividade experimental demonstrativa demanda que o professor possa utilizar diferentes estratégias que mantenham a atenção dos estudantes para a atividade proposta, de modo que se possa proporcionar aos alunos um espaço para reflexão e oportunidade para formulação de hipóteses, bem como a discussão dos conteúdos científicos que possam explicar os fenômenos observados. A solicitação dos registros dos fenômenos observados, questionamentos, e espaço que permitam aos próprios alunos participarem das etapas da atividade são formas de contribuição destas atividades (OLIVEIRA, 2010).

As atividades experimentais de verificação são aquelas utilizadas com o objetivo de se verificar ou confirmar algumas leis e teorias. Conforme destaca Cachapuz et al. (2005), neste tipo de atividade "é o professor que identifica o problema, que relaciona o trabalho com outros anteriores, que conduz as demonstrações (fora de um contexto de problematização) e dá instruções diretas — tipo receita" (CACHAPUZ et al., 2005 p. 100). Estas atividades caracterizam-se pela previsibilidade dos resultados na qual os alunos, geralmente, já conhecem a explicação para os fenômenos.

Neste tipo de atividade pode-se tentar superar a visão de que as hipóteses podem ser testadas e provadas através da verificação, pois isso leva a uma visão simplista e absoluta da natureza das hipóteses científicas e da teoria da atividade experimental (CACHAPUZ et al., 2005). Nessa perspectiva, Galiazzi e Gonçalves (2004, p.327) destacam que "em todas as observações são as teorias que podem possibilitar uma interpretação e não o contrário. É preciso aprender a observar, porque toda observação é feita a partir das teorias do observador, mesmo que implícitas."

Assim, uma das contribuições que as atividades experimentais de verificação permitem é a de proporcionar aos alunos condições para que possam observar fenômenos que obedecem à lógica da teoria, dessa maneira, não se restringe somente aos livros didáticos ou às aulas expositivas. Ainda como contribuição, tais atividades possibilitam aos estudantes desenvolver habilidades de interpretar e seguir instruções, manusear equipamentos, além de planejar e executar as atividades (OLIVEIRA, 2010).


A utilização de experimentos, problema tratado nesta pesquisa, demanda dos alunos a necessidade de relatar, discutir, refletir e tentar criar argumentos para resolver um problema ou questão, não ficando apenas limitado a manipulação de objetos e a observação dos fenômenos. Nesse sentido, a aprendizagem de procedimentos e atitudes torna-se tão importante quanto à aprendizagem de conceitos ou do conteúdo (AZEVEDO, 2004).

Nessa perspectiva, uma atividade experimental que objetiva a resolução de um problema, diferentemente de procedimento experimental de verificação, caracteriza-se como uma situação para a qual não há uma solução ou resposta imediata obtida através da aplicação de uma fórmula ou algoritmo matemático. Uma situação em que pode não existir uma solução conhecida pelos estudantes ou até a possibilidade de que nenhuma solução exata seja possível. Para resolvê-lo, há a necessidade de realizarem-se pesquisas, idealizações e aproximações.

Gil Pérez e Valdés-Castro (1996), Gonçalves (2019) na tentativa de atenuar a visão empirista-indutivista inerentes ao trabalho experimental, sugerem a introdução de situações-problema como ponto de partida para a realização de uma atividade experimental. Possibilitando aos estudantes a oportunidade de estabelecer um olhar mais apropriado sobre os procedimentos específicos da Ciência, de modo que, através de uma atividade aberta, seja possível desenvolver atividades experimentais com situações-problema.

Assim, estas atividades que abandonam a rígida orientação dos procedimentos "experimento tipo receita", podem ampliar o espaço para debates contextualizados entre os alunos e o professor, proporcionando condições que possam enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem (GIL PÉREZ; VALDÉS-CASTRO 1996, GONÇALVES, 2019).

Conforme destaca Gil Pérez e Valdés-Castro (1996), uma tentativa de abordagem experimental com situações-problema:



Deve deixar de ser um trabalho exclusivamente experimental e integrar muitos outros aspectos da atividade científica igualmente essenciais uma vez que a pesquisa científica engloba muito mais do que o trabalho experimental, não fazendo sentido sua prática isoladamente (GIL PEREZ; VALDÉS-CASTRO, 1996 p. 156).

Conforme Azevedo (2004), para ser considerada uma atividade investigativa, necessita-se criar condições que possibilitem levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar, e, não apenas limitar-se a manipulação de objetos e a observação dos fenômenos. Assim, a aprendizagem de procedimentos e atitudes torna-se tão importante quanto à aprendizagem de conceitos ou do conteúdo.

Nessa visão, nas atividades experimentais investigativas necessita-se seguir algumas diretrizes como: a proposta de uma situação-problema, preferencialmente em forma de pergunta que estimule a curiosidade científica do estudante; um momento de discussão para o levantamento de hipóteses; a produção e análise de dados obtidos de modo que os alunos possam realizar a explicação desses dados; e, por fim, uma conclusão na qual os alunos formulam respostas ao problema inicial, a partir dos dados coletados e observados (AZEVEDO, 2004).

Segundo Carvalho (2006) para favorecer os processos de ensino e de aprendizagem, os professores precisam apresentar questões interessantes e desafiadoras aos alunos de modo que, ao resolverem os questionamentos propostos, tornem-se mais ativos no processo de construção de conhecimentos.

Para Hodson (1994, p. 305), "aprender é um processo ativo no qual os alunos constroem e reconstróem seu próprio entendimento à luz de suas experiências" (tradução nossa), assim, os experimentos podem possibilitar que os alunos sejam incentivados a explorar suas opiniões,

aprimorando sua capacidade de reflexão, explicação e formulação de ideias. E, nesse sentido, surge a importância do professor, que tem o papel de mediar o andamento das atividades de modo a possibilitar as condições necessárias para que os estudantes possam desenvolver novas concepções.

METODOLOGIA

Esse trabalho é de cunho qualitativo que para Bogdan e Biklen (1982), acontece no ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Tanto o pesquisador quanto a professora regente da turma fazem parte de um projeto de pesquisa da Universidade Federal do Pampa, Unipampa que tem por objetivo pesquisar as contribuições da Experimentação no Ensino de Ciências.

Neste contexto, os dados produzidos são descritivos e há uma maior preocupação com o processo do que com o produto final. Neste texto apresentam-se e discutem-se os dados que foram identificados no percurso da pesquisa com alunos da Educação Básica e como instrumento de produção de dados utilizou-se pelo pesquisador o diário de bordo, no qual registram-se as observações referentes ao andamento das aulas, as ações dos alunos e questões vinculadas aos aspectos metodológicos utilizados durante o trabalho (PORLÁN; MARTÍN, 1998). Este documento balizou a construção de categorias de análise que serão discutidas neste artigo.

Os experimentos foram elaborados a partir de pesquisas em livros didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM/2018) e Educação Superior, principalmente na obra de Atkins, Jones e Laverman (2018) e a sua validação foi feita pelos professores da Área de Química da Unipampa antes de serem implementados na Educação Básica. A seguir são apresentados três experimentos dos dez produzidos, conforme o Quadro 1. Esses experimentos foram implementados em uma turma de 22 alunos de 1º Ano do Ensino Médio em uma escola pública do município de Caçapava do Sul, RS. Para resguardar a identidade dos alunos os mesmos estão identificados pela letra A seguida do numeral de 1 a 22. É importante salientar que para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada uma sequência didática, que para Zabala (1998, p. 18) constitui um "conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos", que consistiu em um apresentação dos conteúdos e conceitos necessários para o desenvolvimento dos experimentos, visita ao laboratório de ciências da escola para conhecer as normas de segurança e manusear vidrarias, divisão da turma em grupos de trabalho, realização dos experimentos, socialização do processo de realização e resultados observados e por fim entrega de relatório contendo questões de pesquisa.

Quadro 1: Experimentos

ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1 – Misturas homogêneas e heterogêneas

Introdução

A matéria é qualquer coisa que tenha massa e ocupa lugar no espaço (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018) Sendo assim, a matéria se apresenta sob três formas principais na natureza: sólida, líquida ou gasosa. Quando há a união de duas ou mais substâncias, temos uma mistura. As misturas variam de composição e podem ser homogêneas ou heterogêneas.

Situação-problema: Utilizando os materiais e reagentes presentes na lista abaixo como procederiam para preparar as misturas homogêneas e heterogêneas presentes nos Procedimentos A e B?

Materiais e reagentes:

- Açúcar;
- Água;
- Álcool etílico;
- Areia;
- Cloreto de sódio;
- Gelo;
- Limalha de ferro;
- Sulfato de cálcio;
- Óleo;
- Tubo de ensaio;
- Béquer de 100 mL;
- Funil simples;
- Suporte para funil e argola;
- Funil de separação;
- Bastão de vidro;
- Papel de filtro;
- Ímã;
- Sulfato de cobre.

ATENÇÃO: Não descartar as misturas na pia, o professor deverá indicar o recipiente próprio para descarte.

Desenvolvimento

Procedimento A

1) Leia atentamente os procedimentos a.1, a.2, a.3, a.4, a.5 e a.6 que se encontram-se abaixo.

2) Planeje a execução das misturas propostas.

3) Faça anotações e represente os sistemas para cada mistura, indicando as fases e os componentes.

a.1 - Preparar uma mistura homogênea com dois componentes.

a.2 - Preparar uma mistura heterogênea com dois componentes e duas fases.

a.3 - Preparar uma mistura homogênea com três componentes.

a.4 - Preparar uma mistura heterogênea com três componentes e duas fases.

a.5 - Preparar uma mistura heterogênea com três componentes e três fases.

a.6 - Preparar uma mistura heterogênea com três componentes e quatro fases.

Procedimento B

Faça as misturas, na ordem indicada, em tubos de ensaio (não é necessário agitar).

1 - Detergente + álcool + óleo

2 - Detergente + óleo + álcool

Questão:

Proponha uma explicação para os resultados observados nos itens 1 e 2 do procedimento B.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2 – Separação de misturas

Introdução

Na natureza poucas substâncias são encontradas na forma pura. Logo, é comum encontrar as substâncias na forma de misturas. Assim, para separar as substâncias presentes em uma dada mistura, são aplicados métodos que levam em consideração as diferentes propriedades físicas.

Situação-problema-a: Em um acampamento houve um incidente com uma garrafa de óleo que vazou dentro do galão de água potável para consumo dos campistas. Por estarem muito afastados de um local para compra, como seria possível separar uma mistura entre água e óleo?

Situação- problema b: Como recuperar o sal de uma mistura de sal + óleo + areia + limalha de ferro + água?

Materiais e reagentes

- Tudo de ensaio;
- Béquer de 100 mL;
- Funil simples;
- Suporte para funil e argola;
- Funil de separação;
- Bastão de vidro;
- Papel de filtro;
- Ímã;
- Destilador simples.

Desenvolvimento

- Identificar quais são os tipos de misturas envolvidas na situação problema. Cite algumas propriedades físicas dos componentes presentes nas misturas.

- Baseado nas características da mistura, montar o sistema de separação.

- Ao final dos procedimentos todas as substâncias devem estar separadas em diferentes recipientes.

Questões:

A) Descreva os procedimentos propostos para as situações-problema a e b.

B) Classifique as misturas utilizadas nos processos.

C) Baseado no experimento que você acabou de realizar, você acha que a destilação simples é uma solução viável para a dessalinização da água do mar? Justifique.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3 – Átomo: níveis de energia**Introdução**

Todos os anos durante as festividades, principalmente de Natal e Ano Novo, podemos observar a utilização de fogos de artifícios de diferentes cores. A maioria das festas de *réveillon* que ocorrem ao redor do mundo são embelezadas quimicamente pelos tradicionais fogos de artifícios (SANTOS; MOL, 2013).

Situação-problema: Como explicar a diversidade de cores dos fogos de artifício?

Materiais e reagentes

- Cloreto de cálcio em solução;
- cloreto de bário em solução;
- cloreto de potássio em solução;
- cloreto de sódio em solução;
- sulfato de cobre em solução;
- cloreto de lítio em solução;
- latas de alumínio;
- pinça;
- algodão;
- álcool etílico.

Desenvolvimento

OBS: O professor deve montar a parte que envolve o uso de fogo.

- Faça uma pesquisa sobre o fenômeno que provoca a variedade de cores dos fogos de artifício.

- Utilizando a lista de materiais fornecida, elabore um procedimento experimental que comprove o fenômeno da emissão de cores nos fogos de artifício.

- Utilize a tabela para demonstrar os resultados.

Tabela 1 – Compostos utilizados para análise da cor da chama.

| Componentes | Fórmula | Cor esperada | Cor observada |
|---------------------|-------------------|--------------|---------------|
| Cloreto de cálcio | CaCl ₂ | | |
| Cloreto de bário | | | |
| Cloreto de potássio | | | |
| Cloreto de sódio | | | |
| Sulfato de cobre | | | |
| Cloreto de lítio | | | |

Questões

1) O experimento utilizado é eficaz para identificar os elementos químicos presentes na substância? Justifique sua resposta.

2) Utilizando um modelo atômico em que os elétrons estão em níveis quantizados de energia, EXPLIQUE como um átomo emite luz no teste de chama, deixe claro em sua resposta, o motivo pelo qual átomos de elementos diferentes emitem luz de cor diferente.)

3) Uma amostra sólida é desconhecida quanto à presença de determinado metal, sendo imprescindível sua identificação a dado propósito. Poderá ser identificado seu metal predominante a partir das substâncias sólidas NaCl, KCl e SrCl₂

Fonte: Própria

Através da observação das aulas, do desenvolvimento dos experimentos, da escrita e reflexão do diário de bordo do pesquisador, emergiram duas categorias de análise (BARDIN, 2011), a saber: (i) Contribuições das atividades experimentais no Ensino de Química; (ii) Dificuldades enfrentadas na utilização da metodologia de experimentação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir discute-se as categorias de análise que emergiram da produção dos dados.

(i) Contribuições das atividades experimentais no Ensino de Química

As possibilidades de aprendizagem proporcionadas pelas atividades experimentais dependem de como estas são propostas e desenvolvidas pelos alunos. Neste trabalho, através de alguns excertos como: "com as atividades de laboratório ficou mais fácil entender o que a professora explicou em aula" (A1); "O laboratório possibilita um melhor aprendizado, pois é mais fácil para fazer as relações" (A5); e, "Com a prática se aprende como funciona e o porquê" (A4), verifica-se que a maioria dos alunos reconhece a importância das atividades experimentais. Além de despertar o interesse, a experimentação é vista como uma ferramenta de ensino e aprendizagem, pois os estudantes a consideram como um meio que facilita o entendimento do conteúdo.

As atividades que possibilitam o questionamento e verificação das ideias prévias dos alunos a respeito dos conceitos científicos podem favorecer a construção de conceitos, contribuindo para o processo de aprendizagem (MEDEIROS; GOI, 2020). Assim, concorda-se com Zômpero e Laburú (2011), de que atividades de investigação são significativamente diferentes das atividades de demonstração e de verificação, realizadas nas aulas de Química, por fazerem com que os alunos tenham um papel intelectual mais ativo durante as aulas, e assim, permitem promover a aprendizagem dos conteúdos, como também os procedimentos que envolvem a construção do conhecimento científico (MALHEIRO; FERNANDES, 2015)

Percebe-se que as atividades experimentais podem estar situadas em um contexto de ensino e aprendizagem nas quais se desenvolvem tarefas de compreensão, interpretação e reflexão. Assim, em uma tentativa de tornar o ensino mais problematizador, os experimentos podem envolver os alunos em todas as fases, desde o planejamento até a sua execução, de modo a incentivar a elaboração e criação de hipóteses, de estratégias e de soluções para os problemas (HODSON, 1994, GIORDAN, 1999). Esta forma de utilizar e compreender as atividades práticas questiona o uso da prática descontextualizada e reprodutiva que muitas vezes, não contribui para o processo de construção do conhecimento por parte dos alunos. Segundo Carvalho (2006), para favorecer os processos de ensino e de aprendizagem, os professores podem apresentar questões interessantes e desafiadoras aos alunos de modo que, ao resolverem os questionamentos propostos, tornem-se mais ativos no processo de construção de conhecimentos, isso também é corroborado em documentos oficiais (BRASIL, 2018), apesar de suas limitações.

Desenvolver experimentos que oportunizem momentos de reflexão e discussão acerca dos resultados tendem a proporcionar condições para que os alunos desenvolvam melhor sua compreensão, e aprendam a respeito da natureza das Ciências (HODSON, 1994). Porém, por diversos fatores apontados por Borges (2002) como, falta de predisposição dos alunos, estrutura inadequada, falta de preparo do professor, uso inadequado de metodologia de abordagem, etc., a execução e a discussão dos resultados dos experimentos nem sempre são alcançadas, pois, segundo Maldaner (2000, p.71) "quando não se compreende a sua função no desenvolvimento científico, acaba tornando-se um item do programa de ensino e não princípio orientador da aprendizagem" o que de pouco adianta. Nesse sentido, aulas experimentais contextualizadas que integrem os conteúdos podem possibilitar a aprendizagem de conhecimentos científicos (conceitos, procedimentos e atitudes), contribuindo para a

formação de estudantes mais conscientes e críticos (CACHAPUZ et al., 2005, GONÇALVES, 2019, MEDEIROS; GOI, 2020)

Conforme sinalizam Santos e Schnetzler (1996 p. 31) "A importância da inclusão da experimentação está na caracterização de seu papel investigativo e de sua função pedagógica em auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos químicos". Isso pode ser evidenciado nas falas de alguns alunos "a utilização do laboratório e dos experimentos podem auxiliar nas aulas de Química e servem para complementar os assuntos abordados em sala de aula ". (A1, A6, A10);

Desse modo, o laboratório também pode ser um espaço para construção de novos conhecimentos e, por esse motivo, nem sempre precisam estar associadas à abordagem expositiva prévia do conteúdo, pois, conforme Oliveira (2010), no decorrer da própria aula experimental os conceitos podem ser introduzidos, como respostas aos problemas que surgem durante o experimento, aos questionamentos realizados pelos alunos, e a identificação de concepções alternativas existentes em relação ao tema em questão.

À medida que o professor promove a interação discursiva com os alunos, estes vão tomando consciência do processo de construção do conhecimento por meio de sua reflexão. O objetivo é que o aluno saia da postura passiva e comece a construir a sua autonomia (AZEVEDO, 2004, ALMEIDA, 2019, GONÇALVES, 2019). Nessa perspectiva, o aluno é convidado a refletir sobre qual o motivo de realizar certas ações, tanto no contexto das próprias experimentações quanto no seu dia a dia. Destaca-se a importância do papel do professor, em não dar as respostas prontas e imediatas para os alunos, mas sim, conduzir à elaboração, mediação e orientação da experimentação de modo a proporcionar condições para que os próprios estudantes possam levantar e testar suas ideias, bem como suposições a respeito dos fenômenos observados, tornando a atividade mais investigativa (CAMPOS; NIGRO, 1999). Porém, durante as aulas observou-se que os alunos têm uma tendência em questionar por muito tempo o professor e não tem por hábito consultar em fonte de informação (LÜDKE, 2020). Isso ficou explícito na fala de alguns alunos, conforme os excertos destacados: "Professor o que é para fazer agora?" (A2) Não entendi, o que é para misturar primeiro?" (A4) Tem uma ordem para fazer as misturas?" (A13) "O que devo classificar? Não entendi." (A5). Essas sucessivas questões durante a execução dos experimentos demonstram que o aluno deve ser incentivado a ter maior autonomia e com isso promover um diálogo entre os pares com o objetivo de se ouvirem, participarem das discussões de maneira mais efetiva, configurando-se como um fator importante para a promoção da aprendizagem (GIORDAN, 1999, GONÇALVES, 2019). Estes diálogos podem ser oportunizados durante a execução do próprio experimento ou durante a plenária de apresentação dos resultados obtidos (GONÇALVES, 2019).

Uma forma de contribuir para que os alunos desenvolvam a capacidade de correlação dos conteúdos com os experimentos é destacada por Silva e Zanon (2000), que sinalizam a necessidade de proporcionar durante a experimentação, um momento de discussão entre o que está sendo feito e o que foi estudado em sala de aula, caso contrário os alunos acabam pela simples execução de procedimentos mecânicos sem a compreensão dos fenômenos envolvidos (GONÇALVES, 2019). Portanto, a experimentação pode permitir a correlação entre a Ciência e o cotidiano dos alunos, como já apontado em documentos oficiais que enfatizam a busca para atenuar a visão fragmentada do conhecimento, levando em consideração o cotidiano e vivência dos alunos (BRASIL, 2002). Nesse sentido, torna-se necessário romper com o modelo de reprodução dos conteúdos sem relacionar o estudo em sala de aula com os problemas do cotidiano (SILVA; ZANON, 2000).

Através das observações das ações dos alunos durante os experimentos e por excertos como: "Agora que estou entendendo como funciona os níveis de energia" (A7); "Entendi porque tem cores diferentes e como deixam coloridos os fogos de artifício." (A2) e "Que legal em tudo tem química" (A1), evidenciou-se maior facilidade da maioria dos alunos para

correlacionar os conteúdos aos fatos do dia a dia. Observou-se também que as correlações foram aumentando ao longo dos experimentos realizados, o que confirma a falta de hábito da utilização do laboratório de Ciências por parte dos alunos (BORGES, 2002, GONÇALVES, 2019)

Destaca-se a importância da utilização dos experimentos qualificando os processos de ensino e aprendizagem das aulas de Química da Educação Básica. Porém, não é o simples fato isolado de realizar uma atividade experimental que irá garantir a melhoria na qualidade do Ensino de Química, mas estas podem ser uma ferramenta que proporcione aos alunos uma maior compreensão dos conteúdos abordados (MALHEIRO, 2016, ALMEIDA, 2019).

Levar em consideração o cotidiano dos alunos e os fenômenos que desejam ser investigados também se tornam relevantes para a elaboração das atividades, pois existem várias críticas ao trabalho experimental que fazem a utilização de procedimentos do tipo "cumprimento de protocolo" (CACHAPUZ et al., 2005). Nesse sentido, pensando em melhorar a qualidade do ensino, o uso de atividades experimentais pode ser uma alternativa a ser usada no Ensino de Ciências (GONÇALVES, 2019).

(ii) Dificuldades enfrentadas na utilização da metodologia de experimentação

Um dos obstáculos mais expressivos observados durante as atividades experimentais propostas está relacionado à dificuldade de interpretação das informações por parte dos alunos. Devido às atividades experimentais possuírem situações-problema e não apresentarem ordens diretas, mas somente orientações para os alunos tentarem resolver uma determinada situação, o que pode ser confirmado durante o desenvolvimento do experimento 1, procedimento A, através de questionamentos como: "Qual a quantidade de cada substância que devemos colocar?"(A17) , "As misturas podem ter líquidos e sólidos misturados ou tem que ser separados?"(A13) e "Não entendi isso de componente e fase, como eu tenho que fazer"(A8) tudo isso provavelmente associados a falta de hábito da utilização do laboratório, bem como às dificuldades de leitura, interpretação e compreensão de conceitos quando explicados apenas de forma teórica.

Já no desenvolvimento do procedimento B, devido à falta de hábito para executar experimentos, observa-se que ao colocar os reagentes, somente dois grupos conseguiu perceber as diferenças de densidade.

Nesse sentido, Matthews (1994) sinaliza a dificuldade de interpretação e verificação de hipóteses por parte dos alunos ao desenvolverem atividades experimentais, por essas se tratar de processos com maior grau de dificuldades. Deste modo, destaca-se a importância do papel do professor na mediação das atividades de laboratório, buscando desenvolver o pensamento e o incentivo à resolução dos problemas (GIL PÉREZ; VALDÉS-CASTRO, 1996, CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004, CACHAPUZ, et al., 2005, BASSOLI, 2014, GONÇALVES, 2019, GONÇALVES; GOI, 2020, MEDEIROS; GOI, 2020).

Conforme Pacheco e Ataíde (2013), o papel do professor é incentivar o aprendizado dos alunos através da leitura, escrita e expressão oral, de modo que essas habilidades se traduzam na capacidade de saber ouvir, falar, ler e escrever em situações de participação social. Nesse sentido, torna-se importante interpretar, elaborar conhecimentos novos, desenvolver a capacidade de interpretar textos orais e escritos, expressar ideias, pensamentos, sentimentos, utilizando a linguagem apropriada a cada situação com autonomia e adequação.

A importância da leitura e interpretação por parte dos alunos é destacada por Ferreira (2001), pois estas tendem a despertar nos alunos interesse em aprender, além de ajudá-los a aumentar seu vocabulário e suas expressões linguísticas, desenvolvendo, no aluno-leitor, ideias que lhe proporcionem enfoques abrangentes para o conhecimento científico e cultural, necessários para o seu desenvolvimento. Assim, a leitura torna-se então, uma prática importante para a construção do conhecimento e exercício da cidadania. Como aponta Sim-

Sim (2001, p, 51) "A leitura e escrita, usos secundários da língua, não são competências adquiridas natural e espontaneamente, como a língua oral, o que significa que tem que ser ensinada, cabendo à escola a grande responsabilidade desse ensino."

Ferreira (2001) sinaliza que "Interpretar é um processo gradual. Interpreta-se conforme se consegue perceber as ideias que alicerçam o que é lido, logo, interpretar implica identificar ideias essenciais e ideias irrelevantes". Nessa perspectiva, informações, enunciados, textos, etc., podem ter várias interpretações, mas não estão abertos a quaisquer interpretações, pois são cheios de pistas e estruturas de apelo, as quais levam o leitor a uma leitura coerente. Podem também trazer lacunas que o leitor preencherá conforme seu conhecimento de mundo, as experiências vividas, as ideologias, as crenças e valores que carrega consigo.

Mesmo com as dificuldades enfrentadas pelos alunos na interpretação das questões utilizadas para a formulação e execução dos experimentos, a maioria demonstrou interesse pelas atividades, uma vez que permitiram aos alunos uma participação mais ativa na tomada das decisões em como apresentar e produzir o experimento no transcorrer no trabalho, apesar de eles terem por hábito perguntar muito ao professor. Isso revela o quanto a escola precisa trabalhar em prol da autonomia dos estudantes, visando um educar para pesquisa (DEMO, 2015)

Os alunos demonstram interesse em participar e interagir nas aulas, mas por demandar de abstração para o reconhecimento dos fenômenos submicroscópicos a disciplina Química acaba por se tornar uma matéria de difícil compreensão. Essas afirmações ficam evidentes quando os alunos são questionados sobre a disciplina de Química e respondem "que há a necessidade de esforço para o acompanhamento dos conteúdos, pois é uma disciplina que exige uma demanda cognitiva para acompanhá-la" (A2) e "Não entendo muito tem muita fórmula difícil e não sei o que o que responder" (A4).

No que se refere ao formato do experimento apresentado aos alunos, mesmo possuindo um caráter mais investigativo e não apresentando ordens diretas, mas somente orientações para os alunos tentarem resolver um determinado problema, muitas vezes o aluno demonstra dificuldade para interpretá-lo. Isso revela que a utilização de atividades sem um roteiro rígido demanda dos alunos a necessidade de relatar, discutir, refletir e tentar criar argumentos para resolver um problema ou questão, não ficando apenas limitado a manipulação de objetos e a observação dos fenômenos. Nesse sentido, a aprendizagem de procedimentos e atitudes torna-se tão importante quanto à aprendizagem de conceitos ou do conteúdo (AZEVEDO, 2004).

Os alunos demonstraram dificuldades nas atividades experimentais desenvolvidas, isso talvez tenha ocorrido pelo fato de não estarem habituados a usar esse tipo de recurso didático nos contextos das aulas de Ciências. Isso revela o quanto é importante o uso rotineiro de atividades experimentais e não o seu uso esporádico, como já apontado por alguns autores (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, GONÇALVES, 2019)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Refletindo acerca das contribuições e dificuldades para a utilização de atividades experimentais nas aulas de Química, ressalta-se a necessidade de repensar sobre a finalidade do ensino, mais do que "como" e "o quê" ensinar, investigar e refletir o "por quê" ensinar. E, nesse sentido, utilizar a metodologia da experimentação não somente como mais um recurso didático para trabalhar conceitos, mas uma metodologia que possibilite uma educação científica focada na formação de sujeitos, isso corrobora com os documentos oficiais que apontam que um dos desafios da educação é o desenvolvimento científico que pode ser tratado por meio de metodologias de ensino que expressem significados para os estudantes (BRASIL, 2018).

Durante a elaboração e execução das experimentações desenvolvidas nas aulas de Química foi possível incentivar os alunos a desenvolverem a capacidade de refletir acerca dos fenômenos, deixando de lado a tradicional "receita" na tentativa de realizar a construção do conhecimento e em atenuar a autonomia do aluno frente uma dada situação-problema. Assim, mais importante do que os estudantes executarem ordens e procedimentos, é organizar atividades que proporcionem colocar os alunos diante de situações-problema nas quais eles poderão usar o raciocínio lógico, conhecimentos teóricos e criatividade para propor suas próprias hipóteses, argumentações e explicações, e deste modo, enriquecer o processo de aprendizagem. Nessa perspectiva, a utilização de atividades experimentais de qualquer natureza que proporcionem um espaço para discussão e o diálogo entre os alunos e o professor acerca dos resultados tende a contribuir no Ensino de Química, e, através desta troca de experiências surge o espaço para o aprofundamento conceitual.

Através dos resultados do presente trabalho, destaca-se que a utilização das atividades experimentais não deve ser vista como salvacionista para o atual modo de ensino e aprendizagem da Educação Básica, mas sim como um recurso didático que pode auxiliar e permitir aos professores criarem condições para que os alunos desenvolvam um papel mais ativo nas aulas de Química.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W. N. C. A argumentação e a experimentação investigativa no ensino de matemática: o problema das formas em um clube de ciências. **Com a Palavra, o Professor**, v. 4, n. 9, p. 253-253, 2019.
- ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química-: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 2018.
- AZEVEDO, M. C. P. Stella de. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo, 2004. p. 19-33.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. rev. e ampl. Lisboa: Edições, v. 70, 2011.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S.K. **Qualitative Research for Education**. Boston, Allyn and Bacon, inc., 1982.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. In: **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) - Parte I: Bases Legais**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 2000.
- BRASIL, **BASES LEGAIS – Parâmetros Curriculares Nacionais; MÉDIO, Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino. PCN+ para o Ensino de Ciências e Matemática**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. ISBN 85-98171-43-3.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília, 2013. 562p.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Homologada pela Portaria nº 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2018, Seção 1, Pág. 146, 2018. Disponível em

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 23 jan. 2019.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. D.; PRAIA, J. & VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & educação**, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.

CAMPOS, M. C. da C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. FTD, 1999.

CARVALHO, A. M. P. Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica. In: GATICA, M Q; ADÚRIZ-BRAVO, A (Ed). **Ensenar ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas**. Santiago: Universidade católica de Chile, 2006.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; DE PINHO ALVES FILHO, J. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 101-129, 2015.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. Autores Associados, 10ª Ed. 160 p. 2015.

DOS SANTOS, L. R.; DE MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

FERREIRA, L. S. **Produção de leitura na escola: a interpretação do texto literário nas séries iniciais**. Ijuí, Rio Grande do Sul, Ed. UNIJUÍ, 2001.

GALIAZZI, M.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. In: **Revista Química. Nova**, vol. 27, n. 2, p.326-331, 2004.

GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS-CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

GIORDAN, M. **O Papel da Experimentação no Ensino das Ciências**. In: *Química Nova na Escola*, n. 10, p.43-49, 1999.

GONÇALVES, R. P. N. **Experimentação no ensino de química na Educação Básica**. 2019. 148 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências). Universidade Federal do Pampa, 2019.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2016.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E.J. Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p.30, 2020.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

LEITE, R. F.; RITTER, O. M. S. Algumas representações de ciência na BNCC–Base Nacional Comum Curricular: área de Ciências da Natureza. **Temas & Matizes**, v. 11, n. 20, p. 1-7, 2017.

LÜDKE, M. O desafio entre teoria e prática na formação de professores. **Retratos da Escola**, v. 14, n. 30, p. 951-962, 2020.

MALDANER, O. A. A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores/Pesquisadores. Ijuí: Ed: Unijuí, 2000.

MALHEIRO, J. M. S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *Docência em Ciência*, v. 1, n. 1, p. 107-126, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/4796>. Acesso em 07 de maio de 2021.

MALHEIRO, J. M. S., FERNANDES, P. O recurso ao trabalho experimental e investigativo: Percepções de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 20 (1), p. 79-96, 2015. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID384/v20_n1_a2015.pdf Acesso em 07 de junho de 2021.

MEDEIROS, D. R.; GOI, M. E. J. A Resolução de Problemas articulada ao Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 115-135, 2020.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae* v. 12 n.1 p.139-153 jan./jun. 2010.

PACHECO, R. S.; ATAÍDE, A. M. Dificuldades de interpretação de textos na escola - propostas metodológicas para a superação desse problema: trabalhando com fábulas e mitos. **Cadernos PDE**, v.1, p, 16, 2013.

PORLÁN A. R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor: Un recurso para la investigación en el aula**. 6 ed. Sevilla: Díada, 1998.

SANTOS, W.L.P; SCHNETZLER, R. P. Função Social: O que Significa o Ensino de Química Para Formar Cidadãos? **Química Nova na Escola**, N. 4, novembro, p.28-34, 1996.

SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S. **Química cidadã: volume 1: ensino médio: 1º série**. 2ª ed. - São Paulo: Editora AJS, 2013. (Coleção química cidadã).

SILVA, L. H. de A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, p.182, 2000.

SIM-SIM, I. A formação para o ensino da leitura. **A Formação para o Ensino da Língua Portuguesa na Educação Pré-escolar e**, n. 1, p. 51-64, 2001.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO EM TURMAS DA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO EM COCAL, PIAUÍ

EDUCATIONAL GAME IN TEACHING CHEMISTRY: DEVELOPMENT AND APPLICATION IN FIRST GRADE HIGH SCHOOL IN COCAL, PIAUÍ

Rayane Erika Galeno Oliveira¹ [rayaneoliveira.24@hotmail.com]

Thalita Brenda dos Santos Vieira² [thalitabrenda98@hotmail.com]

Thaís Alves Carvalho² [thaisalves.carvalho2020@gmail.com]

Raiane de Brito Sousa³ [raianebrito2209@gmail.com]

Rusbene Bruno Fonseca Carvalho⁴ [rusbenecarvalho@gmail.com]

1 Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

2 Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

3 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

4 Universidade Federal do Piauí (UFPI)

RESUMO

Atualmente, docentes de todas as disciplinas estão buscando meios alternativos para tornar as aulas mais atrativas, objetivando facilitar a compressão dos conteúdos abordados. Um dos meios recorridos são os jogos didáticos, ferramenta lúdica que possibilita aos alunos o despertar de novas habilidades, capacidade de comunicação e observação. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo o desenvolvimento e aplicação de jogos lúdicos criados a partir de materiais alternativos e de fácil acesso em turmas da 1ª série do Ensino Médio na cidade de Cocal, Piauí. Para o desenvolvimento deste trabalho, inicialmente foram realizadas observações nas aulas de Química em quatro turmas durante quatro meses, buscando identificar os conteúdos que os alunos apresentavam maiores dificuldades. A partir destas observações foram desenvolvidos quatro jogos lúdicos com o intuito de minimizar tais dificuldades. Com a aplicação dos jogos foi notório o entusiasmo e a participação da turma, contribuindo assim para construção de conhecimento de forma ativa e dinâmica por meio do compartilhamento de aprendizagens e ideias. Tal atividade demonstrou ser uma boa alternativa para o ensino de Química, visto que os alunos se mostraram mais interessados e motivados, transformando o ambiente escolar em um ambiente lúdico, o que consequentemente favoreceu a interação aluno/professor e aluno/aluno.

PALAVRAS-CHAVE: Jogos didáticos. Química. Ensino-aprendizagem. Conteúdos. Ensino de química.

ABSTRACT

In the present days, teachers from all areas search for alternative ways of making their lectures more attractive, in order to facilitate the students' comprehension of the subjects they approach. One of the common means of keeping the students' interest is by employing educational games, which consist of playful tools that allow the students to develop new abilities as well as communication and observation skills. In this context, this study aims to develop and apply educational games created with alternative, accessible materials for in first

grade high school students in the city of Cocal, in the state of Piauí. Prior to the development of the games, we observed Chemistry lectures over the course of four months to assess which subjects the students struggle with the most. From these observations, we have developed four educational games to minimize these difficulties. When applying the games, we could clearly observe a shift in behavior among the students, who showed more enthusiasm and participation during the lectures, which contributed to an active and dynamic construction of knowledge by sharing knowledge and ideas. We have found this activity to be a good alternative to teaching Chemistry, as the students were more interested and motivated, which makes the learning process more entertaining and allows for a better interaction between teacher and student, as well as amongst students themselves.

KEYWORDS: Educational games. Chemistry. Teaching-Learning. Educational content. Chemistry teaching.

1 INTRODUÇÃO

Com os avanços no mundo da tecnologia percebe-se que todos estão aprendendo novas maneiras de se comunicar, conhecer, aprender e a ensinar como deve ocorrer a integração do humano ao tecnológico. Desta forma, é essencial interligar as vivências dos estudantes com o que é abordado rotineiramente em salas de aula, para que os mesmos possam aprender por todos os caminhos possíveis, despertando neles o interesse e favorecendo o desenvolvimento da capacidade de percepção e observação (STEIN *et al.*, 2019).

Entretanto, tem-se observado há alguns anos que os professores, em especial os que ministram a disciplina de Química, realizam abordagens conceituais desta ciência de maneira abstrata, o que torna a compreensão mais difícil. Logo, pode-se destacar como sendo indicativo desta deficiência a desvalorização do professor com baixos salários, deficiência na formação inicial e continuada dos professores, metodologias ultrapassadas, o aumento em massa do número de alunos fazendo com que o professor não consiga atender de forma individual cada estudante, a perda da autonomia dos profissionais da educação e além disso pode-se citar o desequilíbrio psicológico destes profissionais diante de situações estressantes (FERREIRA *et al.*, 2020).

Logo, para reverter essa situação é necessário que o professor busque desenvolver novas habilidades em seus alunos, objetivando facilitar a aprendizagem, contribuindo assim para melhorias no ensino. Com isso, os discentes poderão ir atrás do seu próprio conhecimento mediante o que foi ministrado em sala, assim deixarão de apenas decorar os conteúdos (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Contudo, a busca por formas e estratégias que venham a atrair os discentes para as aulas deve ganhar cada vez mais espaço, como a adoção de metodologias alternativas. Dentre essas metodologias que podem ser utilizadas destacam-se os jogos lúdico-didáticos.

Os jogos lúdicos são recursos didáticos que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que estes desenvolvem habilidades e competências aos discentes. Nesse sentido, essa prática metodológica contribui para que haja o desenvolvimento dos discentes, uma vez que possibilita utilizar as opiniões, permite que os mesmos se tornem mais criativos e também valoriza suas ideias mediante as experiências (NONNO, 2019).

Os jogos didáticos podem proporcionar diversos benefícios aos alunos, podendo ser mencionados o desenvolvimento do pensamento crítico, dos aspectos cognitivo, emocionais e relacionais, além de contribuir para maior interesse e motivação, os tornando aptos a construir respostas bem elaboradas e capazes de solucionar problemas (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2020). Além destas, Felício e Soares (2018) destacam que os jogos ainda podem aprimorar as relações entre professor-aluno e aluno-aluno, possibilitando o desenvolvimento da

cooperação, da socialização e das relações afetivas, bem como pode auxiliar os alunos na construção do conhecimento.

Neste contexto, as atividades lúdicas além de serem de fácil aplicação podem ser desenvolvidas a partir de materiais de baixo de custo (materiais alternativos) com elaboração do professor e de seus alunos, propiciando resultados significativos para o ensino, principalmente em disciplinas consideradas difíceis para os discentes, como neste caso a Química.

Para Costa (2018), a construção de recursos didáticos empregados no ensino permite a ligação entre teoria e prática, assim estes devem ser guiados visando distintos objetivos, bem como demonstrar um fenômeno, ilustrar um princípio teórico, desenvolver habilidades de observação, colocar em prática os conhecimentos adquiridos, entre outros, permitindo o desenvolvimento do raciocínio crítico e reflexivo do aluno. Dessa forma, relacionar teoria e prática permite uma maior compreensão dos conteúdos pelos alunos e a formulação de conceitos reais. Sendo assim a proposta de novas metodologias, tal como jogos lúdicos, possibilita maior interação e troca de conhecimentos entre os alunos (MATIAS *et al.*, 2017).

Nesta perspectiva, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e aplicação de jogos didáticos envolvendo alunos da 1ª série do Ensino Médio da rede pública da cidade de Cocal, Piauí, buscando mostrar a eficácia desta metodologia com uso de materiais alternativos e sua melhoria no processo de ensino-aprendizagem.

2 METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido como atividade inserida no projeto de ensino intitulado "Jogos didáticos no ensino de Química: Desenvolvimento e aplicação como ferramenta de ensino e aprendizagem" no Instituto Federal do Piauí, Campus Cocal, bem como foi parte importante da formação dos discentes do curso de Química no decorrer da disciplina estágio supervisionado II.

Inicialmente, foram realizadas observações durante as aulas de Química de quatro turmas, com média de 35 alunos de Ensino Médio, por um período de quatro meses no ano de 2019 (atividade que contemplava a disciplina de estágio supervisionado II). Ao longo deste período de observação, foram identificados quais conteúdos os discentes já haviam estudado e quais apresentavam mais dificuldades.

A partir dessas informações foram desenvolvidos quatro jogos didáticos, os quais atuaram como elementos mediadores para a retomada de conhecimentos científicos em torno da disciplina de Química, bem como instrumentos para o autoconhecimento e para exercer a liberdade de expressão. Os jogos foram construídos a partir de materiais alternativos considerados de baixo custo e estes foram nomeados como, Urna Química, Roleta da Química, Verdadeiro ou Falso da Química e Corrida da Química. Testes preliminares foram realizados para avaliar a operacionalidade e o funcionamento das regras do jogo, bem como o manuseio.

É válido ressaltar que ao final de cada jogo os alunos eram convidados, por meio da escrita e de forma anônima, para fazer observações a respeito destas atividades e entregá-las aos mediadores. A análise dos dados também se pautou em uma abordagem qualitativa que se fundamentou na descrição, observação e interpretação do fenômeno em estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desenvolvimento e criação do jogo

As informações sobre os materiais utilizados, conteúdos abordados, construção e aplicação dos jogos é apresentada a seguir.

3.1.1. Urna Química

Para a confecção deste jogo foi utilizado caixa de papelão, tecido não tecido (TNT), papel camurça e papel A4. Os conteúdos versaram sobre modelos atômicos, separação de misturas, misturas homogêneas e heterogêneas, leis ponderais, grandezas físicas, reações químicas e densidade. Para a construção da urna inicialmente foi recoberta a caixa de papelão com o papel camurça, em seguida o TNT foi usado para cobrir a parte superior da caixa, deixando apenas uma abertura para que os participantes pudessem retirar uma pergunta sem visualizar as demais (Figura 1). Após a confecção da urna, perguntas foram impressas em papel A4, recortadas e adicionadas à caixa.



Figura 1: Confecção da Urna. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Em sala de aula, a turma foi dividida em quatro grupos, com um aluno responsável pela retirada das perguntas. Um grupo por vez realizava a retirada das perguntas e levava aos demais membros para discussão e definição da resposta. Após dois minutos o grupo apresentava a resposta aos mediadores, se por ventura acertasse, este contabilizava pontos, entretanto em caso de erro, a pergunta era repassada a outro grupo, havendo uma ordem definida no início do jogo. Ao final da dinâmica venceu a equipe que contabilizou o maior número acertos.

2.1.2. Roleta Química

Este jogo foi elaborado em alusão ao jogo "Roda a Roda", exibido dentro do programa apresentado pelo apresentador Sílvio Santos no Sistema Brasileiro de Televisão (SBT). Para confecção do jogo foram utilizados os seguintes materiais: isopor, papelão, tesoura, cola, pincel, palavras e pontuações da roleta impressas. Inicialmente foi confeccionada uma roda a partir de um recorte em isopor, esta foi dividida em várias marcações em formato triangular com diferentes pontuações e com as frases "passou a vez" e "perdeu tudo" (Figura 2).

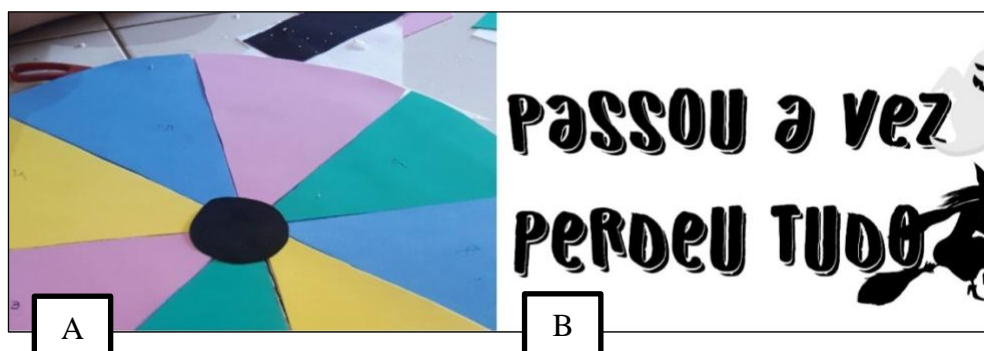


Figura 2: Preparação do jogo roleta química.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019). Legenda: (A) Confecção das marcações e (B) frases disponibilizadas na roleta.

Para fazer com que a roleta girasse, foi colocado um "spinner" no centro do material criado, com o apoio de uma tampa de garrafa de refrigerante, nesta continha uma seta confeccionada com palitos de picolé, conforme mostrado na Figura 3.



Figura 3: Indicador de pontuação construído para a roleta. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

As palavras a serem completadas foram criadas em slide, assim cada letra mencionada era inserida nos espaços a serem preenchidos com o auxílio do teclado no computador (Figura 4). As palavras abordavam conteúdos sobre modelos atômicos, separação de misturas, misturas homogêneas e heterogêneas, leis ponderais, grandezas físicas, reações químicas e densidade.

Na sala de aula a turma foi dividida em quatro grupos, em seguida o mediador do jogo disponibilizou uma dica referente às palavras projetadas em data show que deveriam ser completadas. Em cada rodada do jogo um aluno diferente deveria girar a roleta para saber qual pontuação era obtida caso a letra informada estivesse presente nas palavras propostas. Vale ressaltar que a letra informada pelo estudante foi decidida através de consulta aos demais integrantes de seu grupo. O jogo ainda contou com algumas regras para sua execução, essas são apresentadas abaixo:

- Caso o participante mencione uma letra que não faça parte da palavra, o mesmo perderá sua chance e passará a vez para o outro jogador.
- Os pontos aumentarão conforme a quantidade de vezes que a letra aparecer nas palavras.
- O giro da roleta deverá alternar entre os integrantes do grupo.

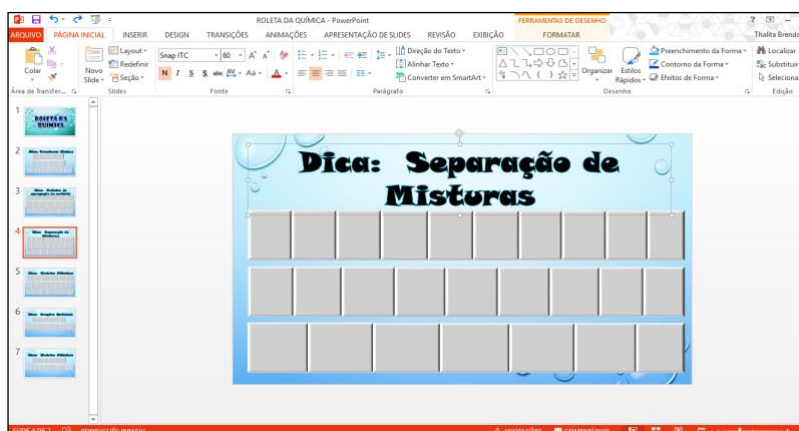


Figura 4: Criação dos slides no programa PowerPoint. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

2.1.3. Verdadeiro ou Falso da Química

O jogo foi confeccionado utilizando papel peso 60 e A4, palitos de picolé e cola branca. Inicialmente, foram impressos em papel A4 as palavras, "verdadeiro" e "falso", nas cores: verde e vermelho, respectivamente. Em seguida, foram realizados recortes circulares nas folhas de papel peso 60 para ser colados palitos de picolé, esses serviram como haste para as placas de verdadeiro e falso (Figura 5). Por fim, foram elaboradas afirmativas sobre os conteúdos: modelos atômicos, separação de misturas, misturas homogêneas e heterogêneas, leis ponderais, grandezas físicas, reações químicas e densidade para serem apresentadas aos alunos durante esta atividade.

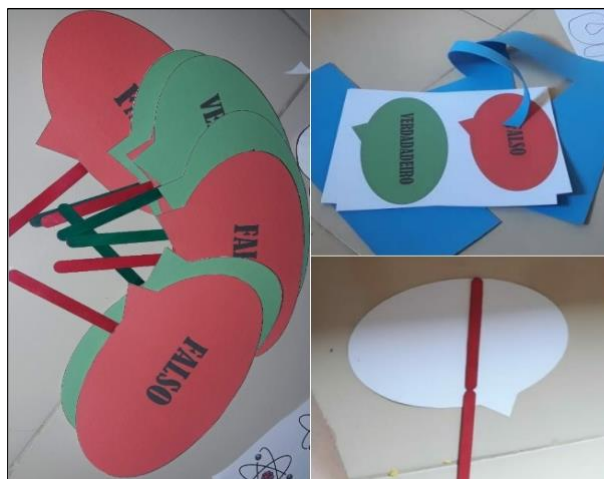


Figura 5: Confeção das placas de verdadeiro e falso. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Para dar início ao jogo a sala foi dividida em quatro grupos. Logo após, cada grupo recebeu uma placa de verdadeiro e falso. Para todos os grupos e ao mesmo tempo, o professor fazia uma afirmação, e em seguida, os participantes dos grupos tinham o tempo de um minuto para discutir em conjunto e apresentar resposta (verdadeira ou falsa). As afirmações falsas deveriam ser justificadas pelos participantes do jogo. Os grupos que respondessem corretamente acumulavam pontos, e ao final do jogo venceu a equipe que adquiriu a maior pontuação.

2.1.4. Corrida da Química

Neste jogo os estudantes foram utilizados nos lugares de carrinhos. Para construção da pista de corrida foi utilizado tecido não tecido (TNT) nas cores branca, vermelho e preto, sendo que cada pista era representada por uma cor. Essas foram divididas em seis partes com numerações de um a seis, sendo os números representando cada quadrante e confeccionados com acetato-vinilo de etileno (EVA) na cor amarela (Figura 6). Cartas contendo as perguntas relacionadas aos conteúdos abordados em sala de aula pelo professor também foram criadas.

Para o desenvolvimento do jogo, os alunos foram divididos em três equipes, cada representante ficou na linha de largada. Em seguida, as cartas confeccionadas foram disponibilizadas de forma aleatória para que a equipe pudesse retirá-las sem visualizar as demais perguntas. O grupo retirava sua pergunta e, em discussão entre seus componentes, informavam a resposta. Para cada resposta apresentada corretamente o representante da equipe na pista de corrida avançava uma casa, entretanto em respostas incorretas o aluno continuava na mesma casa. Ganhou o jogo quem em primeiro lugar alcançou a linha de chegada.



Figura 6: Confeção da pista de corrida. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

3.2. Aplicação dos jogos

Ao realizar a aplicação dos jogos didáticos nas quatro turmas de 1^a série, inicialmente notou-se a surpresa dos alunos quando convidados a participarem desta atividade lúdica. Observou-se também o entusiasmo com a realização dessa atividade, pois de acordo com os alunos, as aulas de Química eram realizadas de forma tradicionalista, fazendo com que não se sentissem atraídos pelo conteúdo, o que constatou que propostas alternativas de ensino ainda não haviam sido aplicadas nas turmas.

No método tradicional de ensino entende-se que, para ensinar, basta saber um pouco do conteúdo específico e utilizar algumas técnicas pedagógicas sem a utilização de recursos alternativos que provoque atenção do estudante. Nesse método, o professor é considerado o dono do conhecimento, o qual repassa as informações sobre determinado conteúdo e cabe ao aluno memorizar e repetir o que lhe foi apresentado (PINHO *et al.*, 2010; PEREIRA, 2003).

Nesse contexto, Mezzari (2011) diz que a única tarefa aluno é assimilar os conhecimentos repassados pelo professor, sem realizar questionamentos acerca da sua origem e desdobramentos. O método tradicional de ensino ainda é observado nos dias atuais, levando em consideração o conceito de educação bancária explicitada por Freire. Nessa educação, cabe ao professor repassar o conteúdo e ao aluno memorizar, repetir, sem perceber ou poder articular com o professor o que o conteúdo transmitido realmente significa (FREIRE, 1978).

Assim, a utilização de métodos alternativos, como por exemplo jogos lúdicos, representam uma possibilidade de incrementar as aulas tradicionais frequentemente adotadas por muitos professores e uma possibilidade de romper barreiras que dificultam uma aprendizagem significativa (CARBO *et al.*, 2019). Neste sentido, os jogos aplicados tinham como objetivo trabalhar conteúdos estudados na disciplina de Química de forma mais dinâmica e lúdica, além de provocar no aluno questionamentos que pudessem despertar o seu senso crítico e reflexivo e não apenas que eles expusessem o que poderiam ter "memorizado" em sala de aula.

Em conversas informais, alguns estudantes afirmaram não recordar determinados conteúdos e que, após momento de debate e discussão com a turma por meio dos jogos didáticos, ele pode lembrar, o que pode-se observar em uma das falas dos estudantes transcrita abaixo (F1).

F1 - "O jogo por um lado foi maravilhoso, por outro não, pois não lembrava o assunto, mas quando meus amigos falaram as respostas eu entendi e lembrei o que meu professor explicou".

De acordo com Teixeira e Apresentação (2014), a utilização de jogos como materiais pedagógicos tem por finalidade criar um ambiente descontraído que proporcione a aprendizagem significativa por meio da observação e da participação, da resolução de situação problema, da articulação com diferentes conhecimentos e da inter-relação com os colegas de sala.

Os jogos lúdicos possibilitaram aos alunos uma contribuição para a construção de seu conhecimento de maneira ativa e dinâmica e por meio do compartilhamento de aprendizagens, uma vez que a atividade proposta às turmas buscava a interação entre os discentes. Gomes (2020) destaca que os sujeitos envolvidos em jogos estão geralmente mais propícios à ajuda mútua e à análise dos erros e dos acertos, o que proporciona uma reflexão sobre os conceitos que estão sendo discutidos.

O fortalecimento do trabalho em grupo, a relação de interação entre alunos e o exercício do poder da argumentação, também foram observados no decorrer da aplicação de cada jogo. Dessa forma, era exercido o ato de respeitar as opiniões e as respostas dos colegas, com os alunos sempre chegando a um acordo para a resolução dos questionamentos, conforme se pode observar na colocação dos alunos (F2) e (F3).

F2 - *"Eu gostei muito do jogo, pois ajudou a entender o assunto que foi repassado pelo professor e ajudou na interação em grupo".*

F3 - *"(...) achei esta atividade muito legal, pois é uma ótima maneira de aprender e ainda podemos interagir com os colegas ouvindo a opinião dos outros grupos".*

Resultados semelhantes foram observados por outros autores que também se utilizaram dessa ferramenta lúdica para fins educacionais. Silva e colaboradores (2018), por meio do jogo "Pistas Orgânicas" observou que a realização dessa atividade lúdica promoveu a integração entre os diversos alunos na sala de aula, possibilitando a ocorrência de muitas discussões entre os grupos participantes da atividade e entre o professor e/ou aplicador do jogo.

A percepção de que a atividade em grupo possibilita uma aprendizagem melhor também foi observada por Souza *et al.* (2020) em estudo realizado com o uso de um jogo intitulado "Pife das ligações químicas". De acordo com os autores, o entendimento da dinâmica do trabalho em grupo realizado pelos estudantes em sala de aula, desde a confecção do jogo, aprimoramento e a prática em si, torna aprendizagem muito mais significativa.

Com a aplicação do jogo "Perfil Químico" voltado ao ensino da tabela periódica, Sedano e Carvalho (2017) observaram que o trabalho em grupo favoreceu uma maior integração entre os alunos, prevalecendo um clima de cooperação no sentido de somar os conhecimentos e esforços, com o intuito de vencer o jogo, criando um clima adequado para a investigação e a busca de soluções. Interação semelhante foram observadas em outros tipos de atividades lúdicas, tais como as apresentadas por Oliveira *et al.* (2005) Benedetti Filho *et al.* (2009), Silva, Cordeiro e Kiill (2015), Oliveira *et al.* (2015), entre outros. Na Figura 7 é apresentada registro da realização destas atividades no ambiente escolar.

Nesse sentido, Rocha, Lima e Lopes (2012) afirmam que os jogos, por apresentarem caráter competitivo, apresentam-se como uma atividade capaz de gerar situações-problema, onde os alunos necessitam analisar os diferentes pontos de vista entre eles, resolver conflitos e estabelecer uma ordem para assim chegar à resolução do problema. Com isso, o uso dos jogos lúdicos além de promoverem a aprendizagem das práticas escolares, aproximaram os alunos, beneficiando-os na construção de conhecimentos e principalmente no aprimoramento da habilidade de trabalho em equipe.



Figura 7: Realização e participação dos alunos nos jogos didáticos no ambiente escolar.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Em concordância, Sedano e Carvalho (2017) afirma que o trabalho em grupo gera satisfação, oportuniza a troca de ideias e promove o diálogo e participação tornando a aprendizagem prazerosa, rica e motivadora aproximando-a da vida dos alunos. Silva e Amaral (2011), diz que quando os alunos estão trabalhando em equipes os mesmos conseguem diagnosticar, enfrentar e resolver os problemas com mais confiança, pois eles sabem que podem contar com o apoio de cada integrante, assim por consequência faz com que o ensino se torne mais prazeroso.

O comprometimento e a motivação com a aprendizagem também foram observados, pois a maioria dos alunos demonstraram interesse em participar, comprovando isso diante da frase do aluno F4.

F4- *"Quando o professor traz algo diferente para a sala de aula a gente se sente mais interessado em aprender, pois é uma forma de nos motivar".*

Para Garcez & Soares (2017), o uso de atividades lúdicas é essencial para fazer com que os discentes despertem o interesse para com o ensino de Química, pois é uma forma de motivá-los para o estudo da sua aprendizagem, além de provocar engajamento, o que facilita o processo de ensino e aprendizagem.

Os jogos didáticos desta forma, possuem função importante no processo educativo, o que foi destacado com a execução dos jogos nas turmas de 1ª série, e devem fazer parte das metodologias propostas por educadores de cada área do ensino. Nesse contexto, Oliveira e colaboradores (2018) afirmam a importância da criação de práticas pedagógicas que superem as dificuldades de aprendizagem de estudantes. Ainda segundo os autores, o processo educativo necessita do lúdico, pois este pode atuar como uma ferramenta mediadora do conhecimento Químico com a realidade dos estudantes, tornando assim os componentes curriculares significativos no ensino.

4 CONCLUSÃO

Levando-se em consideração todos os aspectos de desenvolvimento do trabalho podem-se mencionar o desafio que foi para os autores desenvolverem os jogos incluindo todos os conteúdos estudados pelos discentes durante os quatro meses de pesquisa, além disso pode-se citar também a inclusão de todo o público envolvido, ressaltando desta forma a importância da aplicação de diferentes metodologias na prática de ensino.

Com base na fala dos alunos pode-se constatar o entusiasmo dos mesmos, pois segundo relatos as aulas eram sempre tradicionais, sem algo que pudesse despertar a atenção. Logo, os jogos proporcionaram e promoveram o despertar da curiosidade dos estudantes, bem como foi importante na interação entre os alunos, quando estes realizaram as atividades em equipe.

Com base no que foi apresentado conclui-se, que os objetivos propostos para cada jogo aplicado foram alcançados, uma vez que muitos relatos apresentados pelos estudantes e encontrados na literatura abordavam a importância de se utilizar esses recursos em sala de aula, pois proporciona ao aluno aprender de forma dinâmica e engajada. Portanto, o uso de atividades alternativas fazendo relação com o conteúdo ministrado de forma teórica, ajuda os discentes a terem melhores rendimentos e assim demonstrem mais interesse pela disciplina.

REFERÊNCIAS

- BENEDETTI FILHO, E.; FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI, L. P. S. e CRAVEIRO, J. A. Palavras cruzadas como recurso didático no ensino da teoria atômica. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 2, p. 61-76, 2009.
- CARBO, L.; TORRES, F. S., ZAQUEO, K. D., BERTON, A. Atividades práticas e jogos didáticos nos conteúdos de química como ferramenta auxiliar no ensino de ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, 2019.
- COSTA, J. L. **Recursos didáticos e metodologias empregadas por professores da rede pública no município de São Bernardo – MA**. Monografia (Graduação). Universidade Federal do Maranhão, São Bernardo, 2018.
- FELÍCIO, C. M.; SOARES, M. H. F. B. Da Intencionalidade à Responsabilidade Lúdica: Novos Termos para uma Reflexão sobre o Uso de Jogos no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 160-168, 2018.
- FERREIRA, V. O.; BÓ, A. D.; ROSA, M. P. A.; LIMA, V. M. R.; RAMOS, M. G. A desvalorização do professor: percepções de professores participantes de um programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. **Revista Thema**, v. 17, n. 1, p. 243- 255, 2020.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.
- GARCEZ, E. S. C.; SOARES, M. H. F. B. Um Estudo do Estado da Arte Sobre a Utilização do Lúdico em Ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 183-214, 2017.
- GOMES, A. E. S. **Teoria dos jogos aplicada na educação profissional para desenvolvimento de competência em tomada de decisões estratégicas**. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Propaganda e Marketing, Rio de Janeiro, 2020.
- MATIAS, F. S.; NASCIMENTO, F. T.; SALES, L. L. M. Jogos Lúdicos como Ferramenta no Ensino de Química: Teoria Versus Prática. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. 2, n. 2, p. 452-464, 2017.
- MEZZARI, A. O uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como reforço ao ensino presencial utilizando o ambiente de aprendizagem Moodle. **Revista Brasileira de Educação Médica**. Rio de Janeiro, v. 35, n. 1, p. 114-121, 2011.

NONNO, L. G. Métodos de Incentivo ao Ensino da Matemática e da Física na Educação Básica. **Revista do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica**, v.7, n. 2, p.39-52, 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, C. I.; CARDOSO, A. T.; RODRIGUES, R. P.; RESENDE, R. X.; OLIVEIRA, G. F.; KLEIN, K. V. Jogos e aprendizagem: lixiviando propriedades coligativas por meio de um jogo de ensino. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, 2020.

OLIVEIRA, A. L.; OLIVEIRA, J. C. P.; NASSER, M. J. S.; CAVALCANTE, M. P. O Jogo Educativo como Recurso Interdisciplinar no Ensino de Química. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 89-96, 2018.

OLIVEIRA, J. S.; SOARES, M. H. F. B. e VAZ, W. F. Banco Químico: um Jogo de Tabuleiro, Cartas, Dados, Compras e Vendas para o Ensino do Conceito de Soluções. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 4, p. 285-293, 2015.

OLIVEIRA, A. R. ALENCAR, T. B. OLIVEIRA, C. R. SILVA, J. C. CARVALHO, J. B. A Utilização do Jogo Didático "Dominó vegetal" Como Instrumento Alternativo para o Ensino de Briófitas e Pteridófitas na Disciplina de Ciências (Relato de experiência). **Braz. J. of Develop**, v.6, n.8, p. 54327-54336, 2020.

OLIVEIRA, A.S.; SOARES, M.H.F.B. Júri químico: uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 18-24, 2005.

PEREIRA, A. L. F. As tendências pedagógicas e a prática educativa nas ciências da saúde. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 19, n. 5, p. 1527-1534, 2003.

PINHO, S. T.; ALVES, D. M.; GRECO, P. J.; SCHILD, J. F. G. Método situacional e sua influência no conhecimento tático processual de escolares. **Motriz: Revista de Educação Física**. Rio Claro, v. 16, n. 3, p. 580-590, 2010.

ROCHA, L. N., LIMA, G. J. N. P., LOPES, G. S. Aplicação de Jogos didáticos no Processo Ensino Aprendizagem de Genética aos alunos do 3º ano do Ensino Médio do Centro de Ensino de tempo integral- Franklin Dória do município de Bom Jesus – PI. **REALIZE Editora**, Campina Grande, 2012.

ROMANO, C. G.; CARVALHO, A. L.; MATTANO, I. D.; CHAVES, M. R. M.; ANTONIASSI, B. Perfil Químico: Um Jogo para o Ensino da Tabela Periódica. **Revista Virtual em Química**, v. 9, n. 3, p. 1235-1244, 2017.

SEDANO, I.; CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: Oportunidade de Interação Social e sua Importância para a Construção da Autonomia Moral. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1; 2017.

SILVA, J. E.; SILVA JUNIOR, C. N.; OLIVEIRA, O. A.; CORDEIRO, D. O. Pistas Orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da química. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 1, p. 25-32, 2018.

SILVA, B.; CORDEIRO, M. R. e KIILL, K. B. Jogo Didático Investigativo: Uma Ferramenta para o Ensino de Química Inorgânica. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 27-34, 2015.

SILVA, T. C.; AMARAL, C. L.C. Jogos E Avaliação No Processo Ensino-Aprendizagem: Uma Relação Possível. **REnCiMa**, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2011.

SOUZA, D. E.; SILVA, A. G.; COSTA, E. O.; OLIVEIRA, W. R.; SILVA, A. A.; HARAGUCHI, S. K. Pife das ligações químicas: um jogo de cartas para o ensino de ligações químicas. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 1, p. 357-366, 2020.

STEIN, S. J.; STEIN, S. J.; TOLEDO, I. S.; SILVA, J. A.; ZAN, R. A. Proposta para a Utilização de um aplicativo no Ensino de Química para Alunos do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 4, p. 165-173, 2019.

TEIXEIRA, R. R. P., APRESENTAÇÃO, K. R. S. Jogos em sala de aula e seus benefícios para a aprendizagem da matemática. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 15, n. 28, p. 302-323, 2014.

QUÍMICA E LITERATURA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DO LIVRO "THE POISONER'S HANDBOOK"

CHEMISTRY AND LITERATURE: A PROPOSAL FOR TEACHING SEQUENCE FROM THE BOOK "THE POISONER'S HANDBOOK"

Leticia do Prado [leticia.prado1@unesp.br]

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

Larissa Dyovana de Oliveira Zamuner [larissa.zamuner@unesp.br]

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma sequência didática cujo objetivo centra-se em ensinar a função orgânica álcool utilizando trechos do livro *The Poisoner's Handbook* e notícias atuais como ponto de partida para a aprendizagem. A alfabetização científica é uma grande aliada na formação do aluno em sua integralidade, por meio dela espera-se que o aluno, torne-se cidadão apropriando-se dos conhecimentos científicos e aplicando-a em seu cotidiano. Nesse sentido, o uso de textos literários e paradidáticos têm se mostrado um forte aliado do ensino de ciências, pois permitem criar uma interface entre a comunicação científica e a comunicação popular da ciência através de histórias reais ou de ficção. Por outro lado, as sequências didáticas são formas de organizar as competências, habilidades e os conteúdos escolares de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito. Neste trabalho faz-se uma aproximação entre o ensino de química e a literatura de romance por meio de trechos do livro *The Poisoner's Handbook*. O livro conta a história do médico legista Charles Norris, e do toxicologista, Alexander Gettler, enquanto trabalhavam em inúmeros casos de envenenamento na cidade de Nova York, em meados de 1920. Por abordar casos reais, o livro também tem a potencialidade de ser usado de forma interdisciplinar, relacionando conteúdos de química e biologia contextualizados ao período histórico-social da época, além do incentivo e aprimoramento do idioma inglês pelo aluno, caso o professor opte por utilizá-lo no idioma original. A sequência didática proposta neste trabalho explora o uso de metodologias não tradicionais de ensino, como o uso de experimentos, jogos, matérias de revistas e jornais e aplicativos para *smartphones*, a fim de contribuir com a autonomia dos alunos em sua própria aprendizagem. A partir de instrumentos de validação disponíveis na literatura da área, pode-se considerar que a sequência didática proposta atinge os princípios gerais para aplicação, atuando de maneira relevante no Ensino de Química.

PALAVRAS-CHAVE: literatura e ensino de química; livro paradidático; metodologias de ensino.

ABSTRACT

This work presents a didactic sequence whose objective is to teach the organic function of alcohol using excerpts from The Poisoner's Handbook and current news as a starting point for learning. Scientific literacy is a great ally in the formation of the student in its entirety, through it, the student is expected to become a citizen, appropriating scientific knowledge, and

*applying it in their daily lives. In this sense, the use of literary and paradidactic texts has proven to be a strong support of science education since they allow the contextualization of themes to promote an interface between scientific communication and popular communication of science through real or fictional stories. On the other hand, didactic sequences are ways of organizing competences, skills, and school content in a systematic way, around an oral or written textual genre. In this work, an approximation is made between the teaching of chemistry and the novel using excerpts from the book *The Poisoner's Handbook*, that tells the story of coroner Charles Norris and a toxicologist, Alexander Gettler, who handled numerous cases of poisoning in New York City in the mid-1920s. As it deals with real cases, the book also has the potential to be used in an interdisciplinary way, since it deals with content related to chemistry and biology contextualized to the historical-social period of the time, and the encouragement and improvement of the English language by the student, if the teacher choose to use it in the original language. The didactic sequence proposed in this work explores the use of non-traditional teaching methodologies, such as the use of experiments, games, magazine and newspaper articles and smartphone applications, to contribute to the students' autonomy in their own learning. From the validation instruments available in the literature of the area, it can be considered that the proposed didactic sequence reaches the general principles for application, acting in a relevant way in the Teaching of Chemistry.*

KEYWORDS: *literature and chemistry teaching; paradidactic book; teaching methodologies.*

INTRODUÇÃO

A alfabetização científica faz-se imprescindível uma vez que por meio dela homens e mulheres tornam-se capazes de entender, opinar e agir na sociedade em que vivem. Cabe, portanto, ao professor uma constante reflexão sobre sua prática docente de forma a priorizar ações que evidenciem a alfabetização científica de seus estudantes (CHASSOT, 2006).

Nessa direção, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), proposta em 2018, aponta a necessidade de “discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (BRASIL, 2018, p. 594).

Assim, é de suma importância estabelecermos metodologias que promovam maior autonomia reflexão e motivação aos alunos, abarcando um ensino integral, que além de apresentar conhecimentos específicos das ciências preparam os alunos para a vida ativa e atuante na sociedade.

A fim de colaborar com a prática docente e romper com a fragmentação do ensino, propomos a criação de uma Sequência Didática (SD), utilizando jogos, aplicativos para *smartphones*, matérias de revistas e jornais, artigos, modelos didáticos e literatura, como metodologia para promover a atenção e participação dos alunos. A SD tem como base a organização em módulos, sequências que se conectam proporcionando uma maior fluidez e continuidade no conteúdo proposto e promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Aliada a construção da SD propomos o uso da literatura, representada neste trabalho pelo livro *The Poisoner's Handbook* escrito por Deborah Blum e publicado, em 2010, pela Editora Penguin, em Nova York. A literatura possibilita a humanização do conhecimento científico, tendo em vista que cria um vínculo entre tal conhecimento e a realidade do aluno, possibilitando aos alunos uma experiência de aprendizagem dinâmica.

QUÍMICA E LITERATURA: CONSTRUINDO INTERFACES PARA O ENSINO DE QUÍMICA

A literatura abarca regiões do conhecimento que a ciência acabou por se descuidar, uma vez que “a literatura desconecta, incomoda, desorienta, desnorteia mais que o discurso filosófico, sociológico ou psicológico porque ela faz apelo às emoções e empatia” (COMPAGNON, 2012, p.64).

Nesse sentido, o uso da literatura no ensino de ciências pode auxiliar na compreensão sobre o mundo, sobre os outros e sobre si mesmo, pois, ao se apropriar da cultura de uma época, possibilita a compreensão sobre as emoções, ações e imaginações de uma sociedade. Além de promover um ensino mais dinâmico, aprendizagem e estimular o hábito de leitura e enriquecer o processo de ensino (PALCHA; CABRAL, 2015).

Pode-se, portanto, utilizar da literatura tanto para transformar o ensino de ciências em um ensino mais dinâmico e reflexivo, quanto para contribuir e associar os conteúdos de química às habilidades e competências estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular. A literatura e ciência não devem só se complementar, mas também construir relações na educação escolar, visto que essas diferentes linguagens se articulam produzindo um sentido construtivo de conceitos e significados estimulando a capacidade de compreensão do aluno. A ciência expande o imaginário e a literatura dá sentido à descoberta. (VIERNE, 1994, PALCHA; CABRAL, 2015).

Dentre os inúmeros tipos de texto e seus objetivos, os livros de literatura podem ser considerados paradidáticos, pois tem a potencialidade de promover um apoio ao livro didático tendo em vista sua abordagem mais dinâmica e próxima a realidade do aluno.

Nesse sentido, Rodrigues (2015) aponta que os livros paradidáticos são como ferramentas capazes de “viabilizar a compreensão do aluno relativa aos conceitos apresentados, bem como oferecer, ao estudante, a possibilidade de interagir reflexiva e criticamente com o seu meio social, desenvolvendo e vivenciando a sua cidadania” (RODRIGUES, 2015, p. 768).

Soma-se a esta potencialidade a veia científica da autora, segundo os críticos literários do *The New York Times*, Blum se destaca, pois, seus trabalhos possuem compreensão plena quanto a produção cultural e social da ciência, ela é capaz de incorporar aspectos e atribuir sentidos diversos à ciência nos diferentes contextos explorando as relações entre ciência, tecnologia e sociedade em suas histórias (BLUM, 2019).

Em um de seus escritos mais famosos, a escritora abordou a biologia do comportamento, o que lhe rendeu muitos frutos. Dentre eles, a série de artigos sobre questões éticas na pesquisa com primatas intitulada *The Monkey Wars*, que ganhou o *Prêmio Pulitzer* por *Beat Reporting* em 1992. Esse trabalho foi o ponto de partida para o seu primeiro livro também intitulado *The Monkey Wars*, publicado pela *Oxford University Press* em 1994 (BLUM, 2019).

Seu currículo ainda conta com diversos livros de veia científica, que usam momentos da história para explorar o modo como a ciência funciona. E embora o conteúdo, momento histórico e realidade de cada livro seja diferente, a relação ciência e sociedade é estabelecida em todos eles. Entre seus inúmeros trabalhos, encontra-se o livro *The Poisoner's Handbook: Murder and the Birth of Forensic Medicine in Jazz Age New York*¹, publicado pela *Editora Penguin* em 2010, no qual manteve o vínculo entre a química e o jornalismo (BLUM, 2019).

1 *The Poisoner's Handbook (TPH)* foi *best-seller* do *New York Times*, nomeado um dos 100 melhores livros do ano de 2010 pela *Amazon*, e acabou se tornando um documentário amplamente elogiado na *American Experience* da *Public Broadcasting Service (PBS)*.

A escolha do livro *The Poisoner's Handbook* se baseou no fato de que ele é inédito na área do Ensino de Química e traz uma linguagem clara e precisa sobre os conhecimentos científicos, ideal para a popularização da ciência.

A história se passa em uma época conhecida como *Jazz Age*, nos EUA, e relata o trabalho do médico legista, Charles Norris, e do toxicologista, Alexander Gettler, que buscam resolver uma série de assassinatos por envenenamento, durante o período da *Prohibition*². É fato que a ciência forense da época ainda era muito recente, e que Norris e Gettler são reconhecidos pelas contribuições na área e na história da Química Forense, em um dos trechos do livro, Blum escreve,

Juntos, Norris e Gettler elevaram a química forense desse país a uma ciência formidável. Detetives científicos pioneiros, eles conquistaram um lugar respeitado no tribunal, cruzaram-se contra compostos perigosos para a saúde pública e pararam muitos envenenadores da Era do Jazz. Ao combaterem com determinação os obstáculos enfrentados em cada novo caso, eles desenvolveram métodos laboratoriais inovadores para identificar toxinas no tecido humano. Sua contribuição científica se tornou um legado para as gerações futuras (BLUM, 2010, p.4, tradução nossa).

Por se tratar de um livro de romance policial, a trama tem a competência de atrair a atenção e aguçar a curiosidade dos alunos para o desfecho de cada uma das histórias, proporcionando um aprendizado mais significativo para o Ensino de Química.

Dentre a gama de potencialidades do livro, podemos expor a relevância do contexto histórico para o desenvolvimento da trama. A *Prohibition* foi uma época em que toda e qualquer produção e comercialização de bebida alcoólica foi proibida, resultando em produções caseiras e bebidas contaminadas. O tema pode ser explanado ao longo da Sequência Didática para discussão dos impactos sociais relacionados ao consumo de álcool contaminado, promovendo assim, uma interdisciplinaridade entre as disciplinas de história, química e biologia. Além disso, por ser originalmente escrito no idioma inglês, ainda tem a potencialidade de trabalhar a interdisciplinaridade entre a Língua Inglesa e a Química.

Dito isso, temos por objetivo principal no presente trabalho a apresentação de uma Sequência Didática para o Ensino de Química, abordando especificamente o ensino da função orgânica álcool através do livro *The Poisoner's Handbook* (BLUM, 2010) como ponto de partida para as discussões sobre a Química, a tecnologia e a sociedade.

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS: UMA ALTERNATIVA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Quando analisamos o ensino e a aprendizagem na área de química nos deparamos com um cenário complexo, uma vez que a Química, enquanto ciência particular, necessita explorar o mundo subatômico e suas abstrações. Além disso, devemos voltar nosso olhar para o ato de ensinar, compreendendo que este não é uma via de mão única, ou seja, ensino por si não gera a aprendizagem. Diante desta complexidade, Carvalho e Perez (2001) afirmam que os professores precisam saber construir e dirigir o trabalho dos alunos para que eles realmente alcancem os objetivos propostos nas atividades planejadas.

Deve-se, portanto, utilizar métodos que proporcionem um ensino menos fragmentado, permitindo que o aluno estabeleça conexões entre seu cotidiano e o saber científico. Outrossim, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (2018) é necessário

² A Lei da Proibição (Lei Volstead) ocorreu de 1920 a 1933 e proibia nacionalmente a fabricação, transporte e venda de bebidas alcoólicas no território dos EUA.

Selecionar e aplicar metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas, recorrendo a ritmos diferenciados e a conteúdos complementares, se necessário, para trabalhar com as necessidades de diferentes grupos de alunos, suas famílias e cultura de origem, suas comunidades, seus grupos de socialização etc. (BRASIL, 2018, p. 17).

Nesse contexto, a Sequência Didática (SD) se apresenta como um instrumento metodológico muito eficiente para que se atinjam os objetivos educacionais, pois quando planejamos as atividades de maneira sequencial contribuimos para uma aprendizagem mais significativa em diversos conteúdos na área das ciências (LEACH et. al., 2005).

Prado et al (2020, sn), salientam que há inúmeros trabalhos preocupados em definir e ensinar a elaborar seqüências didáticas,

(...) autores como Zabala (1998) e Araújo (2013) afirmam que uma SD é composta por seqüência de atividades organizadas de modo gradual em torno de um objetivo de aprendizagem em comum, organizada em três momentos que se complementam na aplicabilidade: produção diagnóstica, módulos e atividade final. No decorrer desses momentos, a modularidade dos conteúdos se mantém presente a fim de promover um ensino mais dinâmico. Com isso, as atividades devem ser pensadas de modo promover o protagonismo do aluno, incentivando a reflexão e a prática e o desenvolvimento de atitudes.

Dentro do rol de autores que estudam o uso de SD no Ensino de Ciências, propomos a organização de uma SD baseada em Guimarães e Giordan (2011), a qual se vale de uma seqüência de decisões organizadas previamente e adaptadas conforme a aplicação.

Segundo o levantamento dos autores, ao elaborar uma SD o professor precisa considerar os conhecimentos prévios e as limitações da sua turma atentando-se ao uso de metodologias variadas para atingir os objetivos de aprendizagem. Neste sentido a avaliação deve investigar a aprendizagem dos alunos e a própria eficiência da SD proposta. Deve-se, ainda, pensar nos detalhes que compõem o todo, assim, o título deve atrair a atenção do aluno e ter como objetivo refletir o conteúdo bem como as ações desenvolvidas.

Também é necessário considerar a adequação da proposta ao público e o tempo estimado para cada atividade proposta, o tempo varia para cada turma e cada professor específico, em por isso deve ser avaliado e planejado pelos professores que executam a SD.

Para que haja motivação do alunado pode-se recorrer a problematização, na qual ocorre a apresentação da situação e o tema será justificado, assim sugere-se o uso de uma pergunta inicial que deverá ser respondida no final da SD. Na questão inicial também pode-se deixar claro os objetivos, que devem ser relacionados às habilidades e competências do aprendiz do aluno e não do processo de ensino do professor.

A partir da decisão dos objetivos propostos para a SD, o professor deve fazer a produção diagnóstica, ou seja, avaliação feita inicialmente a fim de conhecer as capacidades adquiridas dos alunos.

Na seqüência, é imprescindível elencar os conteúdos abordados durante a SD por meio de módulos. É importante nesse momento promover uma dinâmica e fluidez entre os conteúdos para atingir o objetivo da SD, caso contrário será apenas uma seqüência de aulas isoladas.

Segundo a dinâmica para todos os módulos planejados, é importante deixar claro que a avaliação formativa é feita ao longo de toda a seqüência didática. Conforme aponta a BNCC (2018), é necessário

(...) construir e aplicar procedimentos de avaliação formativa de processo ou de resultado que levem em conta os contextos e as condições de aprendizagem, tomando tais registros como referência para melhorar o desempenho da escola, dos professores e dos alunos; (BRASIL, 2018, p.17).

Guimarães e Giordan (2011) apontam ainda que a avaliação da eficiência das sequências didáticas tem mais validade se forem feitas pelo professor e por outros profissionais da escola, como coordenadores pedagógicos, por exemplo, e que estas sequências devem ser divulgadas para que se disseminem boas práticas no âmbito educacional.

Por fim, deve-se elencar as referências utilizadas na preparação da SD e dispor um material de apoio para o professor que for aplicar este material.

Em suma, defendemos que uma SD deve ser um instrumento metodológico que motive e auxilie o aluno a tomar uma postura ativa na construção do seu conhecimento, não por isso deve esgotar as possibilidades de ação do professor. É importante deixar claro que a SD deve ser adaptada pelo professor de acordo com as necessidades da escola, da comunidade e dos alunos.

A SEQUÊNCIAS DIDÁTICA: A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÁLCOOIS: ANÁLISE DE CASOS DO LIVRO THE POISONER'S HANDBOOK

Ao propormos essa SD, nos justificamos na Base Nacional Comum Curricular (2018) a qual propõe, para o Ensino de Ciências, "discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente" (BRASIL, 2018, p. 549).

Objetivando a educação integral do aluno, a SD proposta é fundamentada não só na sequência dos conteúdos, mas também na articulação entre os objetivos de aprendizagem e as Competências Gerais da BNCC (2018).

Para isso, utilizaremos a literatura como estratégia de ensino, atrelando a linguagem artística à linguagem científica para que os alunos possam "se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo" (BRASIL, 2018, p. 9).

Com título "*A composição química dos álcoois: análise de casos do livro The Poisoner's Handbook*", a SD é recomendada para alunos do 3º ano do Ensino Médio, com tempo estimado de 10 aulas, de 45 minutos cada, porém, por se tratar de uma proposta de atividade entendemos que fica a cargo do professor estabelecer o planejamento adequado do tempo de cada atividade segundo as particularidades de sua turma.

O objetivo geral desta SD é a construção do conhecimento sobre a função orgânica álcool, abordando não só os conteúdos gerais indicados pelo currículo, mas também os conceitos tecnológicos e experimentais que contribuirão para a formação técnica do aluno. Além disso, serão apresentadas concepções éticas e sustentáveis relacionadas ao cotidiano, promovendo uma formação integral para a vida em sociedade.

É importante salientar que os conhecimentos prévios relacionados a Ligações Químicas, Densidade, Solubilidade, Processos de Separação de Misturas, Geometria Molecular, Polaridade, Forças Intermoleculares, Propriedades coligativas, Introdução à Química Orgânica e Hidrocarbonetos são fundamentais para a aplicação dessa SD.

O desenvolvimento da sequência didática será dividido em módulos, os quais serão apresentados: tempo estimado para cada atividade, os objetivos específicos, as estratégias de ensino, os conhecimentos de química e as atividades avaliativas.

Algumas atividades avaliativas serão apresentadas aos pares dentro de cada aula, com uma opção de atividade online e uma opção de atividade presencial, aplicadas conforme a escolha do professor. Vale ressaltar que a escolha de aplicação para apenas uma das atividades não interfere no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que as propostas terão os mesmos objetivos de aprendizagem.

Cada um dos módulos foi sistematizado com apoio nos Eixos Temáticos *Matéria e Energia e Cosmos, Terra e Vida* do Ensino Médio e articulados às Competências e Habilidades Específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Médio propostos pela BNCC (BRASIL, 2018).

No quadro 1, apresentamos um panorama da SD, contendo o número do módulo, os conteúdos abordados naquele módulo, bem como as estratégias de ensino utilizadas. Além disso, na coluna "Objetivos de aprendizagem de acordo com a BNCC (2018)" estão expressos os Eixos Temáticos (ET), as Competências Gerais (CG) e as Habilidades Específicas (HE)³ compreendidas em cada módulo.

Quadro 1: Panorama da SD "A composição química dos álcoois: análise de casos do livro *The Poisoner's Handbook*"

| MÓDULO | CONTEÚDOS ABORDADOS | ESTRATÉGIAS DE ENSINO | OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM (BNCC) |
|--------|--|--|--|
| I | O que é uma função alcoólica; classificação de álcoois; nomenclatura. | Leitura de notícias de jornal, leitura de excerto do livro TPH, uso de modelos e jogos. | ET: Matéria e Energia. CG: 1, 2, 4, 5, 7 e 9. HE: 104, 201, 301, 302, 303, 306 e 307. |
| II | Propriedades físico-químicas dos álcoois: densidade, solubilidade, temperaturas de fusão e ebulição, forças intermoleculares, polaridade, geometria e isomeria. | Leitura de excerto do livro TPH, leitura da ficha FISPQ, experimentação, uso de modelo molecular ou aplicativo para celular e uso de artigos de revista. | ET: Matéria e Energia. CG: 1, 2, 4, 5, 7 e 9. HE: 101, 104, 201, 205, 301, 302, 303, 306, 307 e 310. |
| III | Como surgiu o processo de destilação; o que significa destilar um álcool; como ocorre o processo de destilação; quais as propriedades físico-químicas estão relacionadas ao processo; o que é um biocombustível; qual a importância do biocombustível. | Leitura de excerto do livro TPH, confecção de destilador alternativo (se necessário), experimentação, leitura de artigo e uso de aplicativo (complementar) | ET: Matéria e Energia. CG: 1, 2, 4, 5, 7, 9 e 10. HE: 101, 104, 201, 205, 301, 302, 303, 306 e 307. |
| IV | Reações de álcoois: ácido-base, oxidação, desidratação, combustão completa e combustão | Leitura de excerto do livro TPH, uso de aplicativo (complementar) e experimentação. | ET: Matéria e Energia. CG: 1, 2, 4, 5, 7, 9 e 10. HE: 101, 201, 205, 301, 302 e 303. |

³ Os números apresentados para as Competências Gerais (CG) e Habilidades Específicas (HE) seguem a codificação da BNCC. É possível consultá-los nas páginas 9-10 e 554-560 do documento disponível para *download* em: basenacionalcomum.mec.gov.br

| | | | |
|---|---|---|---|
| | incompleta; hidrocarbonetos correspondentes. | | |
| V | Metabolização do álcool no organismo; produtos correspondentes a metabolização do álcool, efeitos do álcool no organismo; ação do álcool em microrganismos. | Leitura de excerto do livro TPH, leitura de artigo e leitura de notícias. | ET: Vida, Terra e Cosmos. CG: 1, 2, 4, 7, 8 e 9. HE: 101, 104, 201, 207, 301, 302, 303, 304 e 306 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ressaltamos ainda que a SD apresentada neste trabalho, não é um curso completo de Química Orgânica, desse modo, as demais funções orgânicas e conteúdos relacionado a este estudo devem ser planejados pelo professor e abordados em sala de aula.

ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1. Produção diagnóstica

O objetivo desse momento é compreender os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema proposto. Para isso sugere-se a realização de uma atividade em grupo para a resolução de questões.

Ao ouvir as respostas dos alunos para as questões:

- *Qual combustível polui mais o ambiente, a gasolina ou o etanol?*
- *Sabendo que a molécula de etanol possui ligações de hidrogênio, seu ponto de fusão e ebulição é maior ou menor que o da molécula de eteno? Por quê?*
- *Sabendo que a molécula C_2H_6 se chama etano, qual é a possível conformação do álcool etanol? (Para essa questão sugere-se que o professor desenhe às moléculas na lousa)*

O professor deve avaliar a necessidade de retomada de conteúdos por meio de explanação ou reorganização de perguntas para que os alunos discutam entre si. Ao final da atividade é recomendado reservar um momento para discussão das respostas e exposição das respostas esperadas.

Entendemos que esta atividade diagnóstica é muito particular e que cada turma levará um tempo para concluí-la. Sugerimos que após as discussões o professor apresente a problemática inicial da SD, utilizando a seguinte problematização como introdução para o tema:

No dia 05 de março de 1999, a Folha de São Paulo publicou uma reportagem a respeito de 30 mortes e outras 105 internações devido à ingestão de aguardente contaminada⁴. Uma outra manchete publicada em 13 de maio de 2020 pelo G1, afirma que mais de 100 mexicanos foram mortos devido ao álcool contaminado⁵. Mais de 20 anos se passaram entre essas duas manchetes, no entanto, eu posso afirmar que a causa da morte é a mesma, o metanol. Continuando com as notícias, em 2017 foi apresentado em uma reportagem do jornal El País, que ainda com a crise instaurada, o Brasil produz cerca de

4 Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff05039924.htm>>. Acesso em: 28 mar 2020.

5 Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/05/13/mais-de-100-mexicanos-morrem-por-alcool-contaminado-em-meio-a-escassez-de-erveja.ghtml>> Acesso em: 18 mai 2020.

800 milhões de litros de cachaça por ano⁶. Com esses conhecimentos que temos agora, porque será que apenas uma pequena parcela de aguardente produzida no Brasil pode intoxicar, envenenar e até mesmo levar à morte os seus consumidores?

É interessante deixar um espaço de discussão, mediada pelo professor para que se possa compreender quais são os conhecimentos prévios dos alunos. Nesse momento, o professor pode utilizar alguns exemplos de álcoois presentes no dia a dia, como o etanol combustível, álcool de limpeza, álcool em gel, álcool isopropílico utilizado como esterilizantes, entre outros que o professor julgar necessário. Durante a mediação, novas questões e informações podem ser adicionadas caso o professor julgue necessário.

Sugere-se algumas perguntas norteadoras para a induzir a discussão, como por exemplo:

- *Como você acha que pode ser uma molécula de álcool?*
- *De quais compostos uma molécula de álcool pode ser feita?*
- *Para que o álcool serve?*
- *Onde pode ser encontrado o álcool no seu dia a dia?*

2. Módulo I

Com tempo estimado de duas aulas, este módulo busca orientar os alunos com relação a identificação de uma função alcoólica, abordando a nomenclatura de moléculas determinada pela IUPAC. Tendo por objetivo alfabetizar cientificamente o alunado para a vida em sociedade, espera-se investigar e discutir sobre a nomenclatura de diferentes álcoois conforme sua composição química e construir protótipos moleculares com o uso de um aplicativo tecnológico a partir de sua nomenclatura.

Para a primeira aula deste módulo é interessante que o professor apresente o livro *The Poisoner's Handbook* e seus personagens por meio da narrativa:

*A história do livro *The Poisoner's Handbook* (Manual dos envenenadores) se passa na Nova York do século XX, época conhecida como Jazz Age. Tal época ficou marcada pela Proibição nos EUA, uma luta partidária importante, na qual o partido vigente assinou a Lei da Proibição com o objetivo de proibir a comercialização e, conseqüentemente, o consumo de bebida alcoólica no país. Além disso, lidava-se também com a novidade da química forense, em que muitas pessoas não acreditavam nessa ciência e tantas outras nem se quer ouviram falar a respeito. Nesse cenário, surge um médico legista, Charles Norris, e um toxicologista, Alexander Gettler, com o objetivo de colocar a ciência forense no seu merecido holofote. Expondo que às disputas políticas em torno da Proibição levaram muitas pessoas a morte. E como o livro fala sobre uma época em que o álcool causou muitas mortes nos EUA, vamos utilizá-lo como metodologia norteadora ao longo das aulas sobre a função orgânica álcool.*

Após a apresentação, o professor pode trazer a manchete da notícia abordada na aula anterior, a qual diz respeito às mortes de mexicanos devido a produção de álcool ilegal. A notícia é atual e aborda o mesmo tema do livro estudado, mostrando ao aluno a importância do estudo.

Na sequência, o excerto abaixo deve ser distribuído aos alunos com o intuito de introduzir a função álcool. Nesse momento, é indicado que alguns alunos possam ler os trechos em voz alta para posterior discussão.

Alexander Gettler tinha outro motivo, no entanto, para explorar a química do álcool etílico. Era um veneno absolutamente importante, mas também era fascinante. (Esta substância)

6 Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2017/08/01/politica/1501602483_038913.html>. Acesso em: 28, mar. 2020.

Oferece um estudo de caso esclarecedor sobre a natureza peculiar e paradoxal da química do planeta: o que sustenta a vida também poderia matá-la.

Indiscutivelmente, os três átomos mais importantes da Terra são: carbono, oxigênio e hidrogênio. O carbono fornece a base química fundamental de todas as formas de vida no planeta, passado e presente. Quando os combustíveis derivados da vida decomposta e fossilizada - como carvão ou gasolina - queimam, liberam carbono no ar. O oxigênio é vital para manter vivas as formas de vida baseadas em carbono, exceto algumas criaturas estranhas, como bactérias anaeróbicas. E se dois átomos de hidrogênio se ligam a um único átomo de oxigênio, o resultado é esse líquido gloriosamente necessário chamado água.

Misturados, reorganizados e estendidos em longas cadeias, arranjos elaborados e simples blocos atômicos, esses três produtos químicos escrevem a história da vida na Terra. Eles formam açúcares, proteínas, ácidos, hormônios, enzimas - a lista é quase infinita. Essa lista complexa também inclui a família comum e perigosa dos álcoois.

Os álcoois primários, incluindo metanol e etanol, são arranjos diretos de carbono, hidrogênio e oxigênio. No curioso caminho da química, o mais mortal dos dois compostos é o mais simplesmente construído. O metanol é o composto CH_3OH . Começa com um aglomerado de três átomos de hidrogênio envolvendo um carbono que está ligado a um radical hidroxila, composto por um par hidrogênio-oxigênio. O etanol é um composto levemente mais volumoso: C_2H_5OH . Dois carbonos, ligados entre si, e cinco hidrogênios, contornando, formam um arranjo robusto, mais uma vez ligado a esse radical hidroxila altamente reativo. Alguns álcoois mais sofisticados têm estruturas mais complicadas, contendo, por exemplo, mais átomos de carbono. Mas esses álcoois elaborados nunca foram destinados a se tornar material para consumo (...) pois não são solúveis em água. Acontece que o carbono extra interfere no processo de interação molecular. Por exemplo, o álcool isopropílico se solubiliza quando adicionado em água, mas quando misturado a uma solução salina, não possui a mesma solubilidade.

O álcool etílico, incrivelmente solúvel e surpreendentemente intoxicante, é obtido a partir da fermentação de frutas, grãos e até vegetais, é de longe o membro mais popular do álcool de forma discreta. E o mais estudado" (BLUM, 2010, p. 198-199, tradução nossa).

Finalizada a leitura, algumas perguntas podem ser realizadas para nortear os alunos na construção do conhecimento referente a função alcoólica, como por exemplo: "Quais elementos compõem uma função alcoólica?"

Nesse momento, é interessante a apresentação do metanol e do etanol como exemplos de função alcoólica. Para isso, novas perguntas podem ser feitas, como por exemplo: "como é a estrutura do metanol e do etanol?", "como esses elementos podem ser organizados nessa estrutura?", "o que elas têm em comum?", "o que pode caracterizar uma função alcoólica". Essa nova discussão pode servir para introduzir o conteúdo referente a classificação de álcoois, realizando uma nova série de perguntas do tipo: "o que pode-se entender como álcool primário?", "como vimos no texto, o metanol e o etanol são álcoois primários, o que isso significa?", "o álcool isopropílico possui mais átomos de carbono, e a hidroxila está posicionada em um carbono diferente, o que isso quer dizer?", "qual classificação, dentro do grupo álcool, o álcool isopropílico pode receber?"

Para proporcionar uma melhor visualização, é recomendado o uso de modelos moleculares montáveis ou projeção das moléculas em 3D e a apresentação da nomenclatura de álcoois presentes no nosso cotidiano de acordo com a IUPAC.

Por fim, é sugerido a realização da atividade 1 deste módulo, adaptada do Jogo da Memória proposto por Silva et. al. (2010). Outra sugestão para a atividade 1 deste módulo é o uso do aplicativo *King Draw Chemical* (PRECISION, 2018), no qual o professor pode apresentar os nomes das moléculas para que os alunos as desenhem no aplicativo.

3. Módulo II

Com tempo estimado de quatro aulas, o módulo busca orientar os alunos sobre as propriedades físico-químicas dos álcoois, relacionando os conceitos de densidade, solubilidade, temperaturas de fusão e ebulição, forças intermoleculares, geometria e polaridade a composição química desses álcoois. Espera-se que os alunos possam investigar como tais propriedades se comportam nos diferentes exemplos, interpretando a relação entre as propriedades dos álcoois e sua aplicação no cotidiano para discutir e propor soluções sustentáveis.

Para a primeira aula desse módulo recomenda-se que o professor apresente e explique a ficha FISPQ do etanol⁷ e do metanol⁸ aos alunos. Como atividade 1 sugerida, os grupos, formados por até cinco alunos, devem ler ambas as fichas e comparar as propriedades dos dois álcoois.

Em seguida, o professor pode optar por realizar uma exposição dialogada de conteúdo, envolvendo as propriedades físico-químicas dos álcoois. É importante que tais propriedades sejam relacionadas ao tamanho da cadeia e quantidade de carbonos e que se use como exemplos os álcoois presentes no dia a dia (ex: etanol combustível, álcool de limpeza, álcool em gel, vinho etc.).

A segunda aula pode ser iniciada retomando os conteúdos e os dois últimos parágrafos do excerto do livro TPH entregue aos alunos no Módulo I.

Sugere-se, por fim, o experimento "Qual o volume final?", cujo roteiro encontra-se no material suplementar deste trabalho, a fim de relacionar as propriedades estudadas à estrutura molecular de diferentes álcoois.

Neste experimento, os alunos poderão observar a relação entre solubilidade, forças intermoleculares e polaridades, analisando-as através das moléculas dos solventes. Ao misturar a água a qualquer um dos solventes listados no experimento, os alunos obterão uma mistura de volume menor do que o esperado, isso se dá devido às semelhanças entre as moléculas de água e solvente.

Quando adicionado o sal, os alunos observarão que apenas a mistura de álcool isopropílico + água se separará. Como a maioria dos líquidos são incolores, essa separação fica evidenciada através da diferença de densidade das substâncias, de modo que é possível observar a linha exata de separação dessa mistura se nos atentarmos à viscosidade dos líquidos. Quando realizada a etapa da mistura água + gasolina, sugere-se que o professor aborde questões a respeito da adulteração de combustíveis e da necessidade de fiscalização a respeito das normas brasileiras. É interessante o professor relacionar tal observação às propriedades estudadas e ao tamanho da cadeia molecular, lembrando que tal explanação também deve constar no relatório.

As informações coletadas durante o experimento devem ser discutidas entre os grupos ao final da aula. Para a execução do experimento, o professor deve avaliar como a sala deve ser organizada para otimização do espaço físico e materiais disponíveis e do tempo da atividade.

Para avaliação desta etapa sugere-se que os alunos produzam uma história em quadrinhos para responder à questão "O que é um biocombustível e porque o etanol é

7 Disponível em <<https://www.br.com.br/wcm/connect/6fad4419-69ca-47f1-aabb-b507d1980d19/fispq-comb-etanol-etanol-hidratado-combustivel-ehc-rev02.pdf?MOD=AJPERES&CVID=ILpYx9u>> Acesso 18 jun. 2020.

8 Disponível em <https://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/conteudo/DadosAbertos/FISPQ%20Metanol.pdf> Acesso 18 jun. 2020

considerado um biocombustível?" cujo texto pode ser consultado no site da ANP (www.anp.gov.br/biocombustiveis).

Na terceira aula deste módulo, será apresentado o conceito de geometria e isomeria em álcoois, a partir da leitura do excerto apresentado a seguir.

A estrutura química do álcool de madeira é simples: três átomos de hidrogênio ligados a um único átomo de carbono, formando um aglomerado conhecido como grupo metil, esse grupo está ligado a um oxigênio com outro átomo de hidrogênio o contornando (...) (BLUM, 2010, p. 38, tradução nossa).

Após a leitura, o professor pode dirigir as seguintes questões para discussão entre os alunos: "Como uma molécula de metanol se organiza espacialmente? Como representar uma organização 3D no papel?" Em seguida, para esclarecer as dúvidas é sugerida uma pequena exposição dialogada do conteúdo envolvendo a relação entre geometria molecular e isomeria, para isso recomenda-se a construção de modelos moleculares pelos alunos como proposto por Silva et al. (2017) ou mesmo o uso do aplicativo *King Draw Chemical* (PRECISION, 2018).

A última aula deste módulo objetiva o resgate de conceitos relacionados a modelos atômicos e distribuição eletrônica, relacionando-os com as propriedades da chama do metanol. Para isso, é sugerida a apresentação de um novo excerto do livro.

O álcool de madeira pode ser usado como um solvente, para fazer verniz, como ingrediente de corantes e como combustível. Alguns países, como Inglaterra e Alemanha, proibiram seu uso em produtos domésticos, considerando-o muito arriscado, mas os Estados Unidos o permitiram em uma série de materiais, incluindo essência de hortelã-pimenta, extrato de limão, colônia, loção pós-barba (...) (BLUM, 2010, p. 39, tradução nossa).

Em 1923, os químicos alemães descobriram como fabricar um álcool metílico sintético, chamado metanol. O segredo era colocar carbono, oxigênio e hidrogênio em uma panela de pressão industrial e superaquecer a mistura a mais de 204,5°C. O resultado foi um álcool metílico perfeito. O metanol sintético era extraordinariamente puro e extremamente barato de fazer. Em poucos anos, as fábricas de álcool de madeira fecharam as portas, dando lugar à nova química. Em 1925, Norris avisou que o metanol alemão estava sendo vendido nas ruas de Manhattan pela metade do preço do álcool de madeira. E não era difícil de encontrar, ele acrescentou: "Nós o usamos nos radiadores dos nossos automóveis e em toda a casa nos produtos de limpeza, tintas, venenos de insetos e loções de beleza. Ele está presente em mais de duzentos artigos de uso comum, doméstico e industrial" (BLUM, 2010, p. 161, tradução nossa).

A fim de promover a curiosidade dos alunos, pode-se utilizar o exemplo do uso do combustível na Fórmula Indy. Recomenda-se que o professor faça algumas perguntas, como por exemplo "Porque será que a Alemanha proibiu o uso do metanol?" e "Alguém já ouviu falar sobre fogo invisível?"

Sugere-se apresentar aos alunos dois artigos da revista Superinteressante, são eles: "Como é produzido o etanol?" (REVISTA, 2018) e "Cor da chama depende do elemento queimado" (REVISTA, 2016), para posterior discussão. Nesse momento, o professor deve atuar como mediador, promovendo a retomada dos conceitos relacionados à distribuição eletrônica para explicar o porquê a chama do etanol é invisível.

4. Módulo III

Com tempo estimado de três aulas, neste módulo objetiva-se a construção do conhecimento integral frente ao processo de destilação, por isso, os conhecimentos serão abordados de maneira linear, iniciando com um breve contexto histórico e finalizando com uma experimentação.

Sugere-se que a primeira aula seja iniciada com a leitura de outro excerto do livro *The Poisoner's Handbook*, nele discorre-se brevemente a descoberta do processo de destilação.

O interesse da pesquisa em álcool etílico remonta ao século VIII, quando alquimistas que trabalhavam no califa de Bagdá começaram a experimentar métodos de destilação, deixando para trás observações detalhadas sobre os vapores inflamáveis do vinho fervido. Milhares de anos depois, a Inglaterra do século XIII identificou a fórmula química do álcool etílico, aprendeu a sintetizá-la e fabricá-la em escala industrial. O álcool etílico produzido em massa (também chamado de etanol) é muito mais do que uma bebida palatável. Desnaturado, pode ser usado para tudo, desde solventes a combustíveis. Até automóveis podem funcionar com álcool: de fato, até a Prohibition, o Ford Modelo T poderia ser adaptado para funcionar com etanol. A prática caiu em desuso depois que os contrabandistas começaram a desviar o combustível dos carros e embalar-lo. A fiscalização do governo acusou os fabricantes de etanol combustível de permitir atividades criminosas (BLUM, 2010, p. 199-200, tradução nossa).

Entre esses excertos, pode-se relembrar a estrutura do etanol e do metanol, apontando algumas diferenças em suas moléculas.

(Álcool Metílico) Também é simples de fazer, como donos de indústria perceberam, exigia pouco mais que madeira e calor. O processo foi chamado de destilação destrutiva, na qual as lascas de madeira eram colocadas em um recipiente fechado e aquecidas a pelo menos 50°C. Quando a madeira se transformava em carvão, seus líquidos naturais vaporizavam. Esse vapor era resfriado, condensado e destilado em uma mistura escura contendo álcool metílico, acetona e ácido acético. Uma segunda destilação era feita para separar o álcool metílico puro— um líquido tão claro quanto o vidro e tão inodoro quanto o gelo— dos outros ingredientes (BLUM, 2010, p. 38, tradução nossa).

Nesse momento, espera-se que o professor mostre uma imagem ou vídeo explicando o funcionamento de um destilador simples, se a escola não possuir este equipamento para uso é possível construir um destilador alternativo a partir de materiais simples, como garrafa pet, lâmpada e mangueira de plástico.

O trabalho de Oliveira (2018), pode ser muito útil para orientação sobre esta construção. Como em toda atividade experimental, o professor deve testar previamente os limites e potencialidades do experimento, bem como da organização dos alunos para a atividade, se julgar interessante os próprios alunos poderão construir destiladores alternativos para uso na atividade final deste módulo.

A atividade final do módulo consiste na realização de um experimento referente ao processo de destilação. O experimento tem o objetivo de retomar algumas propriedades físico-químicas dos álcoois, bem como apresentar a visualização do processo de destilação para os alunos. O roteiro do experimento encontra-se no material suplementar deste trabalho.

Em linhas gerais, nesse experimento os alunos devem verificar a diferença entre os pontos de ebulição de uma mistura de água e etanol por meio de uma destilação simples. Incentiva-se a produção de um relatório composto por uma breve introdução sobre o processo de destilação, a apresentação do procedimento realizado através de um desenho, os resultados observados ao final do processo e um espaço destinado às novas informações que o aluno adquiriu com o experimento.

Recomenda-se que o professor incentive os alunos a ler artigos sobre energia limpa e biocombustíveis, relacionando-os aos impactos ambientais que podem proporcionar como atividade complementar ao módulo, são exemplos de textos para esta etapa:

- *Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras (COSTA NETO; et. al., 1999).*
- *Biocombustível, o Mito do Combustível Limpo (CARDOSO; MACHADO; PEREIRA, 2008).*
- *Estudo energético da produção de biocombustível a partir do milho (SALLA; et. al., 2010).*
- *O biocombustível no Brasil (LEITE; LEAL, 2007).*

Durante a leitura, o professor pode atuar como mediador incitando a discussão a respeito do processo de produção e do uso do biocombustível. Pode ser interessante também a divisão dos alunos da sala em grupos com o objetivo de produzir e apresentar mapas conceituais sobre os artigos.

5. Módulo IV

Com tempo estimado de duas aulas, os objetivos propostos para esse módulo se relacionam a interpretação e construção das principais reações envolvendo álcoois, tais como oxidação, desidratação, combustão completa e combustão incompleta, e seus hidrocarbonetos correspondentes. Ao final, espera-se que o aluno não só compreenda cada uma das etapas envolvidas nas reações, distinguindo produtos e reagentes, mas também avalie tais reações nos processos cotidianos, como na fermentação acética e na combustão do etanol nos automóveis. Além disso, serão expressas reações não espontâneas, geralmente utilizadas em laboratórios e indústrias, que tem por finalidade a obtenção de outros compostos orgânicos, para que o aluno adquira habilidades relacionadas ao conhecimento científico técnico e teórico.

É recomendado iniciar a aula com uma exposição dialogada a respeito do equilíbrio ácido-base de álcoois, abordando equação química, constante de ionização e valor de pKa. Tais propriedades devem sempre ser associadas a características gerais e específicas de álcoois.

A fim de dar continuidade a aula e introduzir os conceitos de oxidação, desidratação e combustão, serão apresentados alguns trechos do livro para discussão entre os alunos. Sugere-se que a leitura do trecho seja feita em voz alta de modo que se inicie uma discussão intercalada com a leitura.

(Gettler) Ele então avaliou métodos de detecção do metanol em órgãos humanos. Seu método favorito envolvia triturar um pedaço de tecido e colocá-lo em um frasco com uma gota de óleo mineral (para evitar a formação de espuma). O segundo passo consistia em aquecer a solução, colocando o frasco em um banho de água fervente, até se transformar em uma solução escura e espessa. E, por fim, misturar essa solução ao ácido, até esfriar. Em seguida, deveria adicionar à solução um composto instável e reativo que continha oxigênio - por exemplo, dicromato de potássio - e reaquecer o frasco. O oxigênio, muito reativo, desencadeia uma nova quebra do álcool no interior da sua molécula. O formaldeído deveria aparecer através de bolhas na solução. A maioria dos álcoois produz apenas um traço de formaldeído, mas o metanol libera uma quantidade avassaladora, venenosa e inconfundível (BLUM, 2010, p. 47 tradução nossa).

Testar uma garrafa (de bebida alcoólica) envolve um processo elaborado similar ao da destilação e oxidação. Mas Gettler reconheceu que para os inspetores no campo, que precisavam fazer o teste rápido em um salão, arrastar um destilador era estranho, para não dizer impossível. A alternativa "sobre rodas" era aquecer um fio de cobre até ficar um vermelho ardente e mergulhar o metal incandescente na garrafa. O metal aquecido faz com que o metanol interaja com o oxigênio no ar - um tipo diferente de oxidação - e solte um cheiro forte de formaldeído (BLUM, 2010, p. 47 tradução nossa).

Após finalizada a leitura de cada um dos trechos, o professor pode iniciar uma discussão a respeito das reações que foram descritas durante a leitura dos excertos. Lembrando que não é necessário, que o aluno saiba escrever como a equação é de fato, mas que identifique pelo menos os reagentes em questão.

No primeiro excerto, é esperado que o aluno identifique a presença do etanol, seguida de uma quebra da molécula e formação do formaldeído. Já no segundo excerto, almeja-se o reconhecimento da palavra "oxidação" e a sequência de fatos relacionados ao fio de cobre mergulhado em uma garrafa de álcool, liberando oxigênio e formaldeído.

Recomenda-se uma exposição dialogada do conteúdo, abordando às reações envolvendo álcoois, explicitando seus produtos, bem como a descrição do processo químico envolvido em cada uma das reações e alguns exemplos contextualizados.

Para essa aula sugere-se abordar as reações de oxidação através dos exemplos da fermentação acética e o exemplo de oxidação do álcool que ocorre no bafômetro. Para as reações de desidratação, recomenda-se abordar exemplos de desidratação intramolecular levando a formação de um alceno e a desidratação intermolecular formando como produto um éter.

As reações de combustão podem ser abordadas utilizando os exemplos da combustão completa do etanol e da gasolina nos motores dos automóveis apontando os gases poluentes derivados desse processo. Nesse momento, é imprescindível que o professor aborde a combustão incompleta do etanol, que também pode acontecer nos motores dos automóveis, formando como produto um aldeído.

Para a segunda aula deste módulo, sugere-se que o professor realize um experimento de oxidação do etanol, a partir da construção de um protótipo de bafômetro, o texto de Ferreira et al. (1997) pode ser usado como material de apoio para o professor na condução deste experimento, no material suplementar deste trabalho é possível também encontrar o roteiro experimental desta atividade.

Como atividade avaliativa, o professor pode sugerir, por exemplo, a elaboração e apresentação de um esquema comentado ou mapa conceitual com o passo a passo do experimento realizado, os dados coletados e as reações químicas de cada uma das etapas do procedimento.

6. Módulo V

Este módulo apresenta a relação do álcool com o organismo humano e os microrganismos. Espera-se alcançar os objetivos de aprendizagem relacionados à metabolização alcoólica e a ação antisséptica do álcool, abrindo espaço para debater e avaliar sobre a dependência química que o consumo excessivo de álcool pode provocar.

Recomenda-se que a primeira aula seja iniciada retomando a problemática inicial sobre as notícias de aguardente contaminada, avaliando os danos da contaminação aos consumidores. Como sugestão para a atividade inicial deste módulo, o professor deve pedir para os alunos formularem hipóteses para responder à pergunta "Por que um álcool é tão venenoso enquanto o outro é muito mais seguro?" Alguns trechos do livro (apresentados a seguir) são sugeridos para que os alunos pensem sobre as hipóteses levantadas, e as reforcem ou refutem.

Tem a ver com a química do metanol, que interage com processos metabólicos humanos. Quando as enzimas do corpo partem a molécula de metanol, além do carbono, hidrogênio e oxigênio que formam o álcool, esses átomos formam produtos de decomposição novos e mais perigosos. O detrito químico mortal consiste principalmente de formaldeído e ácido fórmico. O álcool metílico é tóxico por si só, como observou Gettler, mas o ácido fórmico é pelo menos seis vezes mais mortal. Além disso, o álcool metílico metaboliza muito lentamente, persistindo no corpo. A conversão para os "venenos mais perigosos" pode levar até cinco dias, o que significa que o consumidor de álcool de madeira pode digerir um coquetel cada vez mais letal por quase uma semana (BLUM, 2010, p. 40-41 tradução nossa).

Ao contrário do etanol (álcool de cereais) servido antes da Lei Seca, o álcool metílico (de madeira) não é facilmente decomposto no corpo. As enzimas do fígado que despacham o álcool etílico lutam com o metil. Como resultado, a versão mais venenosa permanece no sistema, atuando por mais tempo nos órgãos e metabolizando-se lentamente. E torna-se cada vez mais venenoso. (...) As pessoas envenenadas pelo álcool metílico, muitas vezes, pareciam se recuperar daquele primeiro surto de enjoos, se sentiam melhores conforme o álcool era

metabolizado, mas depois, dez a trinta horas depois, eram envenenados novamente pelos produtos dessa metabolização (BLUM, 2010, p. 162 tradução nossa).

Primeiro, a visão deles seria borrada. O nervo óptico e a retina são extremamente vulneráveis aos sais do ácido fórmico. O nervo, com seu contínuo processamento de imagens, corre em um estado metabólico alto, fazendo com que o sangue circule rapidamente através dele - o que faz com que o veneno permaneça por lá continuamente. As autópsias, frequentemente, revelavam uma atrofia surpreendente da área do nervo óptico, do tecido circundante, do corpo e do tecido esponjoso. O álcool metílico e seus subprodutos causaram danos semelhantes no córtex parietal, uma região do cérebro essencial para o processamento da visão. Concentrou-se também nos pulmões - o colapso do tecido pulmonar era o que geralmente matava pessoas (BLUM, 2010, p. 162 tradução nossa).

Quando as enzimas no fígado separam o álcool metílico, o resultado são os dois venenos de ácido fórmico e formaldeído. O álcool etílico, por outro lado, dissolve-se facilmente em ácido acético, o composto amargo, mas basicamente inofensivo, que é o constituinte primário do vinagre, e o ácido se decompõe em dióxido de carbono e água (BLUM, 2010, p. 201 tradução nossa).

A desintegração graciosa do álcool etílico significa que, em quantidades moderadas, ele geralmente metaboliza sem causar nenhum dano imediato ou sem nem chamar atenção para si mesmo. O risco aumenta, é claro, com a exposição contínua. Como a maioria dos álcoois, o etil é irritante - causando uma inflamação suficiente para induzir náuseas e vômitos. Também causa desidratação: "o álcool abstrai a água dos tecidos e precipita as proteínas", na cuidadosa fraseologia de Gettler. O consumo crônico, a irritação crônica e a desidratação podem eventualmente levar a danos a longo prazo, especialmente no fígado, que faz a maior parte do trabalho na quebra do álcool para que ele possa ser retirado do corpo (BLUM, 2010, p. 201 tradução nossa).

Como descobriram os patologistas do departamento de Charles Norris, as pessoas que consumiam álcool etílico geralmente não viviam o suficiente para desenvolver os sinais de destruição crônica do fígado. Suas autópsias revelaram danos diferentes: o estômago e o esôfago eram de um vermelho profundo e irritado; pequenas gotas de sangue modelavam o revestimento mucoso do estômago; o cérebro estava com uma aparência machucada e corado pelo excesso de sangue (BLUM, 2010, p. 201 tradução nossa).

Se um consumidor se importasse em notar, a primeira diferença entre o álcool metílico e o álcool etílico era quanto tempo o zumbido durava. Com o álcool metílico, o período de embriaguez era mais curto; a sensação de ressaca poderia vir dentro de uma ou duas horas. Se a dose fosse alta o suficiente, alguns drinques levam rapidamente a dores de cabeça, tontura, náusea, falta de coordenação, confusão e, finalmente, uma necessidade irresistível de dormir. Quando Norris chamou o metanol de veneno puro, ele não estava exagerando. A dose letal não diluída era de apenas duas colheres de chá para uma criança, talvez um quarto de xícara para um homem adulto. Essa quantidade modesta, com demasiada frequência, era um caminho direto para a cegueira, seguido por coma, seguido de morte (BLUM, 2010, p. 161-162 tradução nossa).

Nesse momento, é interessante que o professor explique aos alunos que o método de levantamento e refutação de hipóteses é muito semelhante a um dos métodos utilizados pelos cientistas e que processo é dinâmico e coletivo, como a atividade realizada.

Na sequência desta atividade sugere-se que o professor analise com os alunos os excertos do livro a fim de explicar o processo de metabolização do álcool no organismo humano. Espera-se que o professor aborde a catálise do etanol e do metanol pela enzima álcool desidrogenase (ADH), ocasionando a formação de um aldeído, que será oxidado a um ácido carboxílico, posteriormente decomposto em produtos menores, eliminados através do suor e da urina.

A partir dessa exposição inicial os alunos perceberão que os produtos formados durante a metabolização do etanol e do metanol são diferentes, nesse momento é importante que o professor explique as propriedades desses produtos e o tempo estimado para metabolização de cada um deles.

É esperado que o aluno compreenda que, ao final, que o etanol será metabolizado em água e gás carbônico, enquanto o metanol é metabolizado à ácido fórmico. Sugere-se que o professor apresente os perigos do consumo excessivo do etanol, salientando que, por mais que os produtos não sejam tóxicos, um consumo excessivo causa sobrecarga no fígado e um tempo maior de absorção do formaldeído, que é um composto tóxico para o organismo humano.

A última aula proposta para esse módulo consiste em abordar efeitos do álcool para os microrganismos. Para isso, sugere-se que o professor inicie a aula abordando a problemática atual, o uso do álcool em gel como agente desinfetante do coronavírus.

Sugere-se retomar alguns conceitos abordados em relação ao álcool isopropílico utilizado como desinfetante para equipamentos médicos através do artigo "*Importância do álcool no controle de infecções em serviços de saúde*" (SANTOS, et. al., 2002). Os alunos podem por exemplo, em um primeiro momento ser divididos em grupos e ler trechos do texto, socializando suas leituras com a turma em um segundo momento.

Outra atividade que pode complementar este módulo corresponde a discussão sobre *fake news* envolvendo o uso do álcool em gel. Nesse momento o professor pode apresentar a página da *web Saúde sem Fake News* (www.saude.gov.br/fakenews), na qual o Ministério da Saúde do Brasil aborda a importância de conhecer as fontes de uma notícia e como as *fake news* podem prejudicar o avanço científico e o reconhecimento da ciência.

Nesta plataforma podem ser explorados vídeos e textos como: *Notícia sobre a ineficiência do álcool em gel; Notícia sobre alteração no resultado do bafômetro ocasionada por álcool em gel; Notícia sobre recomendação do uso de álcool em gel 70% como método de desinfecção contra o coronavírus; Notícia sobre os perigos relacionados ao álcool em gel*, por exemplo (BRASIL, 2019).

7. Atividade Final

A atividade consiste na elaboração de uma apresentação sobre os efeitos do álcool no organismo, elaborada em grupos de alunos, no formato de vídeos, história em quadrinhos ou uma narrativa de romance policial. Se o grupo optar por realizar:

1. Vídeo: deve ser produzido com a finalidade de alertar sobre os efeitos nocivos do álcool no organismo, no qual os alunos devem usar da criatividade para elaborar a melhor apresentação e buscar a atenção do público, trazendo entrevistas com pessoas de fora da escola, por exemplo.

2. História em Quadrinhos: deve fornecer uma visão sobre os efeitos do consumo do álcool no mundo, em um país, em uma sociedade e em uma família, relacionando-os com propagandas apelativas.

3. Narrativa de romance policial deve compreender uma investigação em um engenho contaminado. Os alunos precisam criar uma introdução explicando sobre a adulteração de aguardente, seguido de um mistério que promova a curiosidade do leitor, deve-se alcançar um clímax e, por fim, resolver o mistério destacando um método experimental para a confirmação da presença de metanol na aguardente.

É interessante que essa apresentação ultrapasse os limites da sala de aula, sendo apresentada para a comunidade escolar como forma de colocar os alunos na posição de disseminadores do conhecimento no ambiente escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da SD é a sua aplicação em sala de aula, para compreender como seu conteúdo se comporta quando aplicado a um grupo de alunos. No entanto, o cenário pandêmico que vivemos atualmente não nos possibilita esse tipo de validação, tendo em vista que não podemos atuar presencialmente em sala de aula. Dessa forma, nos baseamos apenas na Etapa I da fase 2 para validar a SD proposta.

Tendo em vista a necessidade de atualizar os métodos de avaliação da SD, acrescentamos um item de análise relacionado às Competências e Habilidades propostas pela BNCC (2018), o qual busca analisar se os conteúdos, as metodologias e as atividades estão de acordo com os objetivos de aprendizagem propostos da BNCC (2018).

Tendo em vista o instrumento metodológico utilizado para a validação de uma sequência didática, bem como a análise de seus componentes através dos parâmetros avaliativos: suficiente, mais que suficiente e insuficiente como propostos por Guimarães e Giordan (2011) podemos concluir que a SD proposta atinge os princípios gerais para aplicação, atuando de maneira relevante no Ensino de Química. Além disso, por trazer temas contextualizados e diversas metodologias de ensino, contribui para o processo ativo de ensino e aprendizagem, no qual o aluno passa de intérprete a diretor no seu processo de aprendizagem.

Por fim, acreditamos que as potencialidades do livro utilizado não se esgotam com a sequência didática que propomos e que a própria sequência didática necessita ser aplicada em sala de aula para que enfim cumpra sua missão. Acreditamos também, que este trabalho é uma pequena contribuição para as discussões sobre as possíveis formas de ensinar química e promover a alfabetização científica dos estudantes tão necessária em nossa sociedade atual.

REFERÊNCIAS

BLUM, Deborah. **Deborah Blum: Investigating Science One Story at a Time**. About the Author. Disponível em: <<https://deborahblum.com/>> Acesso em: 05 mai. 2019.

BLUM, Deborah. **The poisoner's handbook**. Nova York: Penguin Press, 2010.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (**BNCC**). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. **Saúde sem Fake News**. Brasília, DF, 2019. Disponível em <<https://www.saude.gov.br/fakenews>> Acesso 26 jun. 2019.

CARDOSO, Arnaldo A.; MACHADO, Cristine M. D.; PEREIRA, Elisabete A. **Biocombustível, o Mito do Combustível Limpo**. QNesc. v. 28. 2008. p. 9-14. Disponível em: <<http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc28/03-QS-3207.pdf>> Acesso em: 25 mai. 2020

CARVALHO, Anna M. P. D. C.; PEREZ, Daniel G. **O saber e o saber fazer dos professores**. In: PIONEIRA (Ed.). Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média. São Paulo, SP: Amélia Domingues de Castro, Anna Maria Pessoa de Carvalho, 2001. P.107-124.

CHASSOT, Attico I. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

COMPAGNON, Antoine. **Literatura para quê?** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2012.

COSTA NETO, Pedro R.; ROSSI, Luciano F. S.; ZAGONEL, Giuliano, F; RAMOS, Luiz P. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Química Nova. v. 23, n. 4. 2000. p. 531-537. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/qn/v23n4/2654.pdf>> Acesso em: 25 mai. 2020.

FERREIRA, Geraldo A. L.; MÓL, Gerson S; SILVA, Roberto R. **Bafômetro: um modelo demonstrativo.** QNEsc, n. 05. 1997. p. 32-33. Disponível em: <<http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc05/exper2.pdf>> Acesso em 28 jun. 2020.

GUIMARÃES, Yara A. F.; GIORDAN, Marcelo. **Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores.** VIII ENPEC. Campinas, 2011. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0875-2.pdf> Acesso em: 06 nov. 2019.

LEACH, John, AMETLLER, Jaume, HIND, Andy, LEWIS, Jenny; SCOTT, Philip. **Designing and evaluating short science teaching sequences: improving student learning.** In Research and Quality of Science Education (Eds. Kerst Boersma, Martin Goedhart, Onno de Jong e Harrie Eijelhof). Holanda: Springer. 2005.

LEITE, Rogério C. C.; LEAL, Manoel R. L. V. **O biocombustível no Brasil.** Novos Estudos. v. 78. 2007. P. 15-21. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/nec/n78/03.pdf>> Acesso em: 25 mai 2020.

OLIVEIRA, Edlene. A. **Destilador alternativo como instrumento de aprendizagem no ensino de química na escola de ensino médio Governador Adauto Bezerra em Fortaleza CE.** VII ENALIC, 2018. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/pesquisainterdisciplinar/article/view/286/pdf>> Acesso 08 mai 2020.

PALCHA, Leandro S; CABRAL, Wallace A. **Literatura e Ciência: projeções possíveis nas pesquisas da área de ensino.** X ENPEC. Águas de Lindóia, SP, 2015. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0913-1.PDF>> Acesso em: 12 mar 2019.

PRADO, Leticia; ZAMUNER, Larissa D. O.; TAVARES, Fabio. D. Sequência didática: importante aliada da prática docente. In: Congresso Online Nacional de Licenciaturas. **Anais...**, Online, 2020, sn.

PRECISION AGRICULTURE TECHNOLOGY CO., L.TD. **KingDraw Chemical Structure Editor.** 24 dez. 2018. Disponível em: Play Store. Acesso em: 6 jul. 2019.

REVISTA SUPERINTERESSANTE. **Como é produzido o etanol?** Ciência Mundo Estranho. Superinteressante. São Paulo, 2018. Disponível em <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-e-produzido-o-etanol/>> Acesso 20 mai 2020.

REVISTA SUPERINTERESSANTE. **Cor da chama depende do elemento queimado.** Comportamento. Superinteressante. São Paulo, 2016. Disponível em <<https://super.abril.com.br/comportamento/cor-da-chama-depende-do-elemento-queimado/>> Acesso 25 mai 2020.

RODRIGUES, Micaías A. **A leitura e a escrita de textos paradidáticos na formação do futuro professor de Física.** Ciência e Educação, Bauru, v. 21, n. 3, 2015. p. 765-781.

SALLA, Diones A.; FURLANETO, Fernanda P. B.; CABELLO, Cláudio; KANTHACK, Ricardo A. D. **Estudo energético da produção de biocombustível a partir do milho.** Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n.9, p.2017-2022, set, 2010, Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cr/v40n9/a704cr2743.pdf>> Acesso em: 25 mai 2020.

SANTOS, Adélia. A. M; VEROTTI, Mariana P.; SANMARTIN, Javier A.; MESIANO, Eni R. A. B. **Importância do álcool no controle de infecções em serviços de saúde.** Anvisa. Sec. Est. Saúde SP, SESSP-ACVSES. 2002 Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controlo/controlo_alcool.pdf> Acesso em: 01 jul. 2020.

SILVA, H. F.; SILVA, A. B. M.; SILVA, J. L.; VIEIRA, Y. L. D. **Jogo da Memória como Metodologia de Ensino-Aprendizagem para as Funções Orgânicas.** VIII SIMPEQUI. Natal, 2010. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2010/trabalhos/67-7504.htm>> Acesso 02 mai 2020.

SILVA, Tainá S.; SOUZA, João J. N.; CARVALHO FILHO, José R. C. **Construção de modelos moleculares com material alternativo e sua aplicação em aulas de química.** Experiências em ensino de ciências, v.2, n.2, 2017.

VIERNE, Simone. **Ligações tempestuosas: a ciência e a literatura.** In: CORBOZ, A. et. al. Ciência e Imaginário. Brasília: Editora da UnB, 1994. Tradução de: Ivo Martinazzo.



Revista
Ciências & Ideias

MATERIAL SUPLEMENTAR**Experimento 1 - Qual o volume final?****Materiais e reagentes.**

- 1 Recipiente alto e transparente (copo ou proveta);
- 2 Seringa;
- 3 1 colher;
- 4 Água;
- 5 Sal;
- 6 Etanol combustível;
- 7 Álcool de limpeza;
- 8 Álcool isopropílico;
- 9 Gasolina.

Procedimento

1. Adicione 5mL de água ao recipiente transparente.
2. Adicione a mesma quantia de álcool.
3. Misture com o auxílio da colher.
4. Observe o volume final.
5. Adicione sal a mistura de água + etanol combustível e água + álcool isopropílico.
6. Observe o que acontece.

Fonte: Adaptado do Instituto de Química - UFRN

Experimento 2: Destilação do etanol.**Materiais e reagentes**

- Destilador alternativo;
- Recipiente comprido para captação do líquido destilado;
- Recipiente para realizar a mistura dos solventes;
- Vela;
- Fósforo ou isqueiro;
- Proveta ou copo medidor;
- Água;
- Álcool 96%;
- Corante alimentício.

Procedimento

1. Em um recipiente, adicione 20mL de água, 2,5mL de etanol 96% e 3 gotas de corante alimentício.
2. Adicione a mistura na lâmpada do destilador alternativo.
3. Coloque o recipiente para captação do líquido embaixo da mangueira do destilador alternativo.
4. Posicione a vela embaixo da lâmpada do destilador alternativo.
5. Acenda a vela e aguarde o processo ser finalizado.
6. Após a destilação do primeiro composto, deve-se encerrar o processo. Tal composto deve ser levado até a professora, a qual realizará um teste para identificar o composto destilado.

Fonte: Adaptado de Oliveira et. al (2018).

Experimento 3: Modelo demonstrativo de um bafômetro.**Materiais e reagentes**

- 6 balões de aniversário de cores diferentes;
- 6 pedaços de tubo plástico transparente (diâmetro externo de aproximadamente 1 cm ou 3/8 de polegada) de 10 cm de comprimento;
- 2 tabletes de giz escolar;
- 6 rolhas para tampar os tubos;
- Algodão;
- Palito;
- Recipiente pequeno;
- Solução ácida de dicromato de potássio preparada previamente pelo professor;
- 0,5 mL de aguardente, é interessante utilizar pelo menos 3 marcas diferentes de aguardente para melhor visualização;
- 0,5 mL de vinho no balão;
- 0,5 mL de cerveja;

Procedimento

1. Quebre o giz em pedaços pequenos (evite que o pó de giz se misture aos fragmentos). Coloque os fragmentos de giz em um recipiente e a seguir molhe-os com a solução de dicromato, de maneira que eles fiquem úmidos, mas não encharcados.
2. Com o auxílio de um palito, misture os fragmentos de giz colorido pela solução de forma que o material fique com uma cor homogênea. Esse material (giz + solução de dicromato) não pode ser armazenado; deve ser usado imediatamente após preparado.
3. Coloque um chumaço pequeno de algodão em cada um dos seis tubos e, em seguida, coloque as rolhas do lado em que se coloca o chumaço de algodão.
4. A seguir, coloque mais ou menos a mesma quantidade de fragmentos de giz nos seis tubos.
5. Em um balão coloque 0,5 mL de aguardente. Repita o processo para todas as bebidas alcoólicas.
6. Um dos balões ficará sem bebida alcoólica, pois será o controle do experimento.
7. Encha os balões com mais ou menos as mesmas quantidades de ar e, depois, coloque os balões nos tubos previamente preparados na outra extremidade dos tubos.
8. Começando pelo balão nº 1, solte o ar vagarosamente, desapertando a rolha. Proceda da mesma forma com os balões restantes.
9. Espere o ar escoar dos balões e compare a alteração da cor nos quatro tubos.

Fonte: Adaptado de Ferreira, Mól e Silva (1997).

INTERAÇÕES CTS NA ÓTICA DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO DE OPINIÕES SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS VIEWS ON STS BASED ON A STS SURVEY

Loryne Viana de Oliveira [loryne@ymail.com]
Instituto Federal de Brasília, Campus Estrutural

RESUMO

A formação docente é um campo que têm ganhado destaque desde as últimas décadas do século passado dentre pesquisadores brasileiros. Com a difusão de debates sobre a profissionalidade docente, a perspectiva crítica afeita à educação científica cidadã e a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade – CTS, é necessário dotar futuros professores desde sua formação inicial para atender aos desafios impostos ao ensino de ciência na contemporaneidade. Este trabalho apresenta um levantamento das percepções de um grupo de licenciandos em ciências da natureza acerca das interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, feito no intuito de subsidiar a elaboração de uma ação didática que atendesse a apresentação das discussões sobre CTS. Tais percepções, coletadas com auxílio do Questionário de Opiniões sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, foram analisadas a partir da prevalência das categorias *Ingênua*, *Adequada* e *Plausível*, nos diversos temas propostos. A partir disto, foi possível pré-orientar a escolha de temáticas e estratégias a serem empregadas na ação didática elaborada para o grupo. Os eixos críticos foram: (a) a definição de tecnologia, (b) as influências mútuas entre ciência, tecnologia e a sociedade, e (c) a natureza da ciência e da tecnologia.

PALAVRAS-CHAVE: Formação Docente, Educação Científica, Ciência-Tecnologia-Sociedade.

ABSTRACT

Teacher education is a field that has gained prominence since the last decades of the last century, among Brazilian researches. With the diffusion of debates about teaching professionalism, a critical perspective attached to scientific education, the Science-Technology-Society - CTS approach, it is necessary to equip future teachers from their initial training to meet the challenges imposed on the teaching of science today. This work presents a survey of the perceptions of a group of undergraduate students in natural sciences about the interactions between Science-Technology-Society, made in order to support the preparation of a didactic action that attended to a presentation of those performed on STS. Such perceptions, collected with the help of the Opinion Questionnaire on Science, Technology and Society, were analyzed based on the prevalence of the Naive, Adequate and Plausible categories, in the various proposed themes. From this, it was possible to pre-orient the choice of themes and strategies to be used in the didactic action elaborated for the group. The basic axes were: (a) the definition of technology, (b) the mutual influences between science, technology and society, and (c) the nature of science and technology.

KEYWORDS: teacher training; science education; Science-technology-society.

INTRODUÇÃO

Atualmente as aprendizagens escolares se encontram em crise, não apenas em função das instabilidades políticas experimentadas recentemente pelo nosso país, mas em função também da complexificação social que a humanidade vem enfrentando. O senso comum costuma reputar ao professor grande parte da responsabilidade pelo desempenho das redes de ensino, desconsiderando as estruturas institucionais, na forma de currículos e conteúdos formativos. A despeito da multifatorialidade interveniente nas práticas educativas, o aperfeiçoamento da formação docente é o fator sobre o qual se apoiam muitas políticas públicas e discussões acadêmicas.

Muitos pensadores da educação de viés progressista têm se debruçado de alguma forma sobre o conceito de profissionalidade docente, seja em torno de delimitar os saberes docentes, aspectos de formação docente ou da epistemologia da prática docente. Esta concepção se assenta na necessidade de compreender que o magistério não é um ofício de transmissão de conteúdos de aprendizagem, mas sim uma mediação da comunicação cultural, tarefa na qual é essencial compreender a escola e o currículo como espaços de disputa. Para Giroux (1997) o professor necessita tornar o pedagógico mais político e o político mais pedagógico, ou seja, deve compreender a educação escolarizada sob seu aspecto político, efetivando a escola como partícipe de um projeto social maior, cuja finalidade é auxiliar o desenvolvimento de seus educandos rumo à superação de injustiças econômicas, políticas e sociais.

No contexto específico da educação científica, de acordo com Nascimento, Fernandes e Mendonça (2012), historicamente os cursos de formação de professores de ciências se revelaram resistentes à incorporação de melhorias oriundas dos avanços das discussões sobre formação docente ocorridas no cenário nacional a partir da década de 1980 e seguiram regidos segundo enfoques mais técnicos e funcionalistas.

Esta incorporação é potencializada pela difusão, na década de 1990, de uma concepção de currículos de formação de professores de ciências voltados para a compreensão das transformações sociais, calcada na presença cada vez maior de artefatos tecnológicos em nosso cotidiano. Alinhada à abordagem dos estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, torna-se tarefa da educação científica preparar cidadãos para a compreensão das dimensões técnica e social do fenômeno científico-tecnológico. Frente a tal concepção é importante dotar professores de ciências de subsídios teóricos e metodológicos que os aproximem da abordagem CTS.

Avolumam-se discussões sobre CTS em formação docente e em consonância com a valorização da formação continuada. Os trabalhos, em sua maioria, objetivam compreender as percepções e crenças de professores sobre as relações CTS (ACEVEDO, VÁZQUEZ; MANASSERO, 2002; ACEVEDO et al, 2002a), supondo que haja uma relação razoavelmente direta entre as crenças que professores transmitem através de sua prática docente. Neste contexto, a formação de professores de ciências deve levar à compreensão do papel da educação científica em diferentes contextos, dando outro significado à natureza da ciência através da desconstrução de uma percepção fragmentada pelas fronteiras disciplinares.

A despeito da difusão da ideia de ciência cidadã, a concretização de seus pressupostos encontra dificuldades, uma vez que professores tendem a não “romper com uma profunda concepção positivista de ciência e com uma concepção conservadora e autoritária de ensino-aprendizagem como acumulação de informações e de produtos da ciência” (NASCIMENTO et al, 2012, p. 233). Tais concepções permanecem orientando as práticas educativas de docentes.

Para equalizar tais ideais, torna-se essencial realizar mudanças teórico-metodológicas nos cursos de formação de professores de ciências, especialmente a superação da concepção herdada de ciência – que afeta o próprio ensino de ciências rumo à construção de “uma didática e uma epistemologia próprias, provenientes do saber docente” (NASCIMENTO et al., p. 241).

Para planejar intervenções que possam seguir nesta direção é importante compreender de forma exploratória as concepções vigentes dentre determinados grupos de professores em formação. Este foi nosso objetivo no presente trabalho: apresentar as concepções iniciais de professores de ciências da natureza – Biologia, Física e Química - acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, a fim de subsidiar o planejamento de uma intervenção pedagógica que pudesse os tornar mais propensos na adoção do enfoque CTS.

A metodologia utilizada foi o Questionário de Opiniões sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade – COCTS. Em seguida, o referencial teórico de suporte é aprofundado, as escolhas metodológicas expostas, e os resultados avaliados. As considerações finais apontaram como os resultados balizaram as diretrizes para construção de nossa ação didática.

REFERENCIAL TEÓRICO

O avanço da Ciência e Tecnologia (C&T) impacta diretamente o modo de vida, refletindo transformações sociais radicais. Não é incomum encontrar discursos que associem linearmente estes avanços ao crescimento econômico e por consequência, o desenvolvimento social/bem-estar social (GARDINI, 2003).

Nesta mesma linha de raciocínio, se mais ciência e mais tecnologia proporcionam mais crescimento e desenvolvimento social, é correto afirmar que este seja um caminho para a solução de problemas da humanidade. Winner (1986) ao denunciar o uso da tecnologia como instrumento político, afirma ser raro que surja uma nova invenção a qual não se proclame salvadora na direção de uma sociedade livre.

Radicalizando esta visão ingênua temos o que se chama de mito da ciência salvacionista, ou redentora, para o qual a CT (enquanto entidade autônoma e livre de valores) proverá respostas coerentes às necessidades da humanidade. É o discutido por Postman (1993) ao relatar o que nomeia tecnopólio, no contexto da sociedade norte americana do fim do século XX: a rendição da cultura à ciência em certo sentido dogmática, apoiada em uma crença cega nas benesses do progresso ilimitado e da tecnologia sem custos, marginalizando a moral em detrimento da racionalização do lucro. A este respeito:

O desenvolvimento científico-tecnológico não pode ser considerado um processo neutro que deixa intactas as estruturas sociais sobre as quais atua. Nem a Ciência e nem a Tecnologia são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam. O progresso científico e tecnológico não coincide necessariamente com o progresso social e moral (SACHS, 1996, *apud* AULER e DELIZOICOV 2006).

Por outro lado, verifica-se também o contra discurso catastrofista, construído com ênfase nos descaminhos do desenvolvimento científico e tecnológico representado sobretudo por episódios na segunda metade do século passado como o uso de pesquisas científicas para fins bélicos ou impactos ambientais do uso de pesticidas. Desta disputa entendem González García e colaboradores que:

A ideia de uma tecnologia autônoma favorece o que se conhece como tecnocatastrofismo e tecnootimismo, ou melhor, posições a favor ou contra a tecnologia. O tecnocatastrofista busca assinalar a ameaça da autonomia da tecnologia, já que esta se encontra fora de controle, e então o que se deve fazer é destruí-la para voltar a uma sociedade menos tecnológica e mais humanizada. O tecnootimista tem uma posição contrária. É precisamente essa ausência de controle, seu caráter autônomo, o que assegura a eficácia da tecnologia, e, por conseguinte, sua ação benéfica frente a qualquer perturbação que ela pode gerar. No momento pode-se assinalar que a ideia de uma investigação científica objetiva, neutra, prévia e independente de suas

possíveis aplicações práticas pela tecnologia é uma ficção ideológica que não tem correspondência com a atividade real dos projetos de pesquisa nos quais os componentes científicos teóricos e tecnológicos práticos resultam quase sempre indissociáveis do contexto social. (GONZÁLEZ GARCÍA, LÓPEZ CERESO E LUJÁN, 1996, apud BAZZO et al., 2003, p. 40)

O acrônimo CTS, vem atendendo às orientações para educação em consequência do avanço científico tecnológico e seu impacto direto sobre a cultura e sociedade, visando adequar nossos valores para situações novas ocasionadas pela tecnologia, ocasiões estas que vão além do limite espaço-temporal e nos exigem um olhar ético e responsável (JONAS, 1984).

De acordo com este paradigma caberia à educação promover este debate de forma crítica e situada, viabilizando a formação para ação social responsável. Esta proposta converge atualmente para um ensino de ciências cujo objetivo é a difusão de uma ciência cidadã, voltada para a participação social.

Estas reflexões tomam espaço sob a égide dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS), campo interdisciplinar que têm por objeto as próprias relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. Sinteticamente podemos organizá-los conforme, García e colaboradores (1996), em (a) estudos no campo acadêmico; (b) estudos no campo das políticas públicas; e (c) estudos no campo da educação.

Tais estudos ganharam fôlego no intento de compreender CT a partir do descontentamento com os rumos de seu desenvolvimento no período pós-segunda guerra mundial, antecedido por um período de confiança inabalável no progresso da CT como fonte de desenvolvimento social e solução para diversos problemas da humanidade. A concepção tradicional da ciência e da tecnologia se encontrava abalada, sobretudo devido aos problemas políticos e econômicos relacionados ao desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, e à degradação ambiental (GARCÍA et al., 1996).

De um ponto de vista político, isto representaria uma ruptura com a hegemonia do modelo decisório tecnocrata, para o qual é o especialista quem detém a qualificação necessária para opinar de forma preponderante sobre determinado assunto (AULER, 2011). Neste contexto é propugnada a Alfabetização Científico-Tecnológica (ACT), terminologia que nomeia um espectro de posicionamentos que, em comum, coloca a necessidade da democratização de conhecimentos sobre ciência e tecnologia frente a sociedade crescentemente permeada por avanços científico-tecnológicos (AULER; DELIZOICOV, 2001).

ACT, portanto, seria um conceito para o qual confluem diversos campos da cultura científica como delineados por Vogt (2003) (Figura 1): (a) produção e difusão da ciência (cientistas); (b) ensino da ciência e formação de cientistas (estudantes, professores e cientistas); (c) ensino para ciência (educação científica não formal) e (d) divulgação da ciência (jornalistas e mídias).

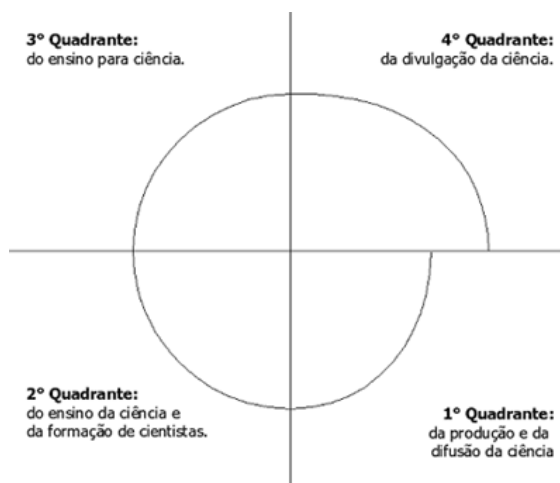


Figura 1: Espiral da Cultura Científica.

Fonte: Vogt (2003).

Na perspectiva de democratização do projeto tecnológico, deve-se cultivar outro olhar sobre o que são CT, bem como sobre sua relação com a sociedade enquanto produto da cultura. Enquanto CT continuarem sendo enxergadas como algo perante o qual a sociedade deve se curvar, constituindo um avanço inescapável e inerentemente bom, não será possível avançar de forma qualificada rumo a um novo modelo decisório para tomada de decisões em CT. Efetivar o ideal de democratização do projeto tecnológico tem como pressuposto a discussão sobre a educação científica, uma vez que esta é o fundamento da participação social em processos decisórios.

Há variados vieses políticos ideológicos que alicerçam a matriz cognitiva da Educação Científica – EC. Mesmo na perspectiva CTS, é possível identificar uma miríade de termos e pressupostos que fundamenta a matriz cognitiva da EC. Neste caso, outra linha argumentativa poderia denunciar o frequente fracasso escolar associado às ciências, alegando uma necessária renovação do ensino de ciências em função de revisitar as percepções da natureza da ciência dos docentes. É a conclusão a que chegam Cachapuz e colaboradores:

[...] O ensino transmite visões da ciência que se afastam notoriamente da forma como se constroem e evoluem os conhecimentos científicos (McComas, 1998; Fernández, 2000; Gil-Pérez et al., 2001). Visões empobrecidas e distorcidas que criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem num obstáculo para a aprendizagem. Isto está relacionado com o facto de que o ensino científico — incluindo o universitário — reduziu-se basicamente à apresentação de conhecimentos já elaborados, sem dar ocasião aos estudantes de se aproximarem das atividades características do trabalho científico (Gil-Pérez et al., 1999). Deste modo, as concepções dos estudantes — incluindo as dos futuros docentes — não se afastam daquilo a que se pode chamar uma imagem “folk”, “naif” ou “popular” da ciência, socialmente aceite, associada a um suposto Método Científico, com maiúsculas, perfeitamente definido [...] (CACHAPUZ et al., 2005, p. 38)

Muito se tem avançado nas discussões em direção à construção de uma EC crítica, reflexiva, transformadora, que dote seus sujeitos de conhecimentos e atitudes proativas frente às situações sociais que se lhe apresentem, orientado para o reconhecer-se enquanto agente social no contexto da CT.

Para este novo desafio da EC – atrelado aos objetivos da Educação CTS, é necessário que a formação docente acompanhe tais discussões, pois ensinar ciências no cenário atual

requer que os professores compreendam as origens das inovações científicas e tecnológicas; lutem contra as desigualdades impostas pelo capital e pelo exercício do poder; e abram novos horizontes aos estudantes no sentido de se desenvolverem humana e integralmente (NASCIMENTO et. al., 2012).

Entendemos que o aperfeiçoamento destas compreensões de que tratamos é tarefa para a formação inicial de professores, a ser complementada por formações continuadas, e, sobretudo, acompanhada por uma formação científica que também incorpore estas discussões. Esta temática tem sido foco de várias pesquisas na formação continuada – a exemplo de Fontes e Cardoso (2006), Martínez (2012), Fernandes (2016), Oliveira (2016), Leite (2016), Niezer (2017), Oliveira e Galieta (2019) – e na formação inicial (CASSIANI; VON LINSINGEN, 2009; MION; ALVES; CARVALHO, 2009; SILVA, 2013; SILVA, 2014; SILVA, 2016).

O compromisso em comum a todas elas é dotar professores de ciências de subsídios teóricos e práticos voltados para estimular condutas reflexivas e transformadoras que viabilizem a construção de estratégias de ensino-aprendizagem cuja tônica seja o desejo de investigar e agir sobre seus contextos de atuação e da compreensão da complexa relação ciência-tecnologia-sociedade (NASCIMENTO et. al. 2012).

Para equalizar tais ideais torna-se essencial primeiramente, compreender quais as visões sobre CT que povoam o ideário dos professores em formação, para então subsidiar desde ações didáticas e interventivas, bem como mudanças de escala teórico-metodológicas nos cursos de formação de professores de ciências, especialmente a superação da concepção herdada de ciência¹ – que afeta o próprio ensino de ciências rumo à construção de “uma didática e uma epistemologia próprias, provenientes do saber docente” (NASCIMENTO et al., p. 241).

METODOLOGIA

Uma das problemáticas centrais do desenvolvimento de instrumentos para avaliação de percepções sobre CTS reside no fato de ser esta temática - mais especificamente natureza da ciência e tecnologia, a epistemologia da ciência e seu contexto social - se assemelhar a um sistema de valores (LEDERMAN, 1986).

Em face de tais considerações, para avaliar as concepções prévias e compreender o ideário dos sujeitos de forma diagnóstica, optamos por fazer uso, enquanto instrumento de coleta de dados, um questionário construído a partir do Questionário de Opiniões sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade – COCTS (MANASSERO, 2010), que visa diagnosticar as compreensões acerca de CTS e natureza da ciência e tecnologia, para informar e identificar seus pontos fracos, fortes, melhorar o ensino-aprendizagem da CT entre outros.

O COCTS foi construído a partir dos questionários Views on Science, Technology and Society – VOSTS (AIKENHEAD; RYAN; FLEMING, 1989; AIKENHEAD; RYAN, 1992) e

¹ A concepção herdada de ciência é aquela para a qual “o desenvolvimento científico é concebido [...] como um processo regulado por um rígido código de racionalidade autônomo, alheio a condicionantes externos (sociais, políticos, psicológicos...). Em situações de incertezas, por exemplo, diante da alternativa de dois desenvolvimentos teóricos igualmente aceitáveis em um dado momento (baseado na evidência empírica), tal autonomia seria preservada, apelando-se para algum critério meta-científico igualmente objetivo. Virtudes cognitivas quase sempre invocadas em tais casos são as da simplicidade, do poder preditivo, da fertilidade teórica e do poder explicativo. Mais ainda, a ciência mesma, com sua diversidade de disciplinas, era contemplada como um grande sistema axiomático cujos conceitos e postulados básicos eram os da física matemática. A chamada lógica de predicados de primeira ordem com identidade se supunha poder oferecer o instrumental requerido para formalizar tais sistemas, ou melhor, para fundamentá-los e proporcionar uma compreensão rigorosa dos mesmos. (BAZZO et al., 2003, p.15)

Teacher's Belief about Science-Technology-Society (RUBBA; HARKNESS, 1993), adaptado ao contexto ibero-americano.

O VOSTS é um banco de questões com formato de múltipla escolha, construído empiricamente para investigar as posições dos respondentes acerca de CTS a partir de um enunciado-problema seguido de um conjunto de assertivas que variam entre as categorias *Adequada*, *Plausível* e *Ingênua*.

O questionário foi desenvolvido empiricamente: suas assertivas são paráfrases de opiniões manifestadas em entrevistas ou questionários abertos, originando itens que refletem de forma mais fidedigna e legítima a perspectiva do respondente ao invés de trazer somente a visão do pesquisador. Para Aikenhead e Ryan (1992), o VOSTS, devido a sua construção empírica, emerge de um paradigma qualitativo, não se enquadrando necessariamente em métodos tradicionais de análise de dados, por gerar dados que não satisfazem requisitos para procedimentos de análise paramétrica (RUBBA; HARKNESS, 1996), desta forma, não haveria que se falar em validade do instrumento.

Ainda assim Rubba e Harkness (1996) o consideram como inerentemente válido com base em seu processo de desenvolvimento empírico, qualitativamente ancorado: “[...] a validade e confiabilidade de dados qualitativos dependem, em larga medida, da habilidade metodológica, sensibilidade e integridade do pesquisador” (PATTON, 1990, *apud* RUBBA; HARKNESS, 1996, p. 390).

Outro fator que corrobora a associação do VOSTS ao paradigma qualitativo de pesquisa é que, ao trabalhar com instrumentos desenvolvidos empiricamente, se considera que o pesquisado é capaz de entender melhor as interações complexas objeto do estudo, sendo responsável pela influência dos valores nas interações (RUBBA; HARKNESS, 1996, p. 390). Dito isto, é importante frisar que o VOSTS não tem por corolário a busca por resultados numéricos, mas considerar as condições de quem o responde. Portanto, “o uso do questionário VOSTS visa a obtenção de resultados qualitativos” (MIRANDA, 2008, p. 53)

Originalmente composto por 100 questões, cujas temáticas são independentes entre si, pode ser aplicado de forma flexível. A literatura aponta que o VOSTS tem sido útil para detectar diferenças entre estudantes que tiveram cursos CTS, entre estudantes universitários (AIKENHEAD; RYAN, 1992). Um exemplo de questão do COCTS é apresentado no Quadro 1.

As temáticas do VOSTS, e por sua vez, também as do COCTS, giram em torno das definições de Ciência e Tecnologia, das influências da sociedade sobre a ciência e tecnologia, da ciência e tecnologia sobre a sociedade e da ciência escolar sobre a sociedade. São abordados ainda tópicos de sociologia interna da ciência, a exemplo das características dos cientistas, da construção social do conhecimento científico, e da construção social da tecnologia. No campo da epistemologia são abordadas questões relativas à natureza do conhecimento científico.

Não há um gabarito para o VOSTS/COCTS, as assertivas são avaliadas por juízes que as separam entre: *Adequadas* (A) - quando se apresenta coerente com os conhecimentos de história, sociologia e filosofia da ciência; *Plausíveis* (P) - quando a assertiva apresenta aspectos apropriados, mas não totalmente adequados, e *Ingênuas* (I) - não expressam um ponto de vista adequado nem plausível.

Tal categorização foi implementada a partir de opiniões oriundas de um painel de juízes espanhóis, organizadas através de um levantamento seguindo o prescrito por Eagly e Chaiken (1993, *apud* VÁZQUEZ et. al. 2000), respeitando particularidades de atitudes relacionadas à ciência – muito mais diversas, controversas, complexas e de natureza dialética – resumidas em uma taxonomia (VÁZQUEZ; MANASSERO, 1995), e que de forma alguma se apresenta como absoluta ou definitiva.

Quadro 1: Exemplo de questão do COCTS.

| |
|--|
| 10111 Definir o que é a ciência é difícil porque ela é algo complexo e engloba muitas coisas. Mas a ciência PRINCIPALMENTE é: |
| A. o estudo de campos tais como biologia, química, geologia e física. |
| B. um corpo de conhecimentos, tais como princípios, leis e teorias que explicam o mundo que nos rodeia. |
| C. explorar o desconhecido e descobrir coisas novas sobre o mundo e o universo e como eles funcionam. |
| D. realizar experimentos para resolver problemas de interesse sobre o mundo que nos rodeia. |
| E. inventar ou desenhar coisas (por exemplo, corações artificiais, computadores, veículos espaciais). |
| F. buscar e usar conhecimentos para fazer deste mundo um lugar melhor para viver (por exemplo, curar doenças, solucionar a contaminação e melhorar a agricultura). |
| G. uma organização de pessoas (chamadas cientistas) que têm ideias e técnicas para descobrir novos conhecimentos. |
| H. um processo investigativo sistemático e o conhecimento resultante. |
| I. não se pode definir a ciência. |

Fonte: COCTS (MANASSERO; ALONSO; AZEVEDO, 2003, tradução nossa)

Por fim, uma amostra de 11 especialistas – dentre os quais, pesquisadores em ensino de ciências, filósofos da ciência, assessores de educação e professores de ciências – atribuiu um valor para cada assertiva, em uma escala crescente de nove pontos, onde 9 simboliza maior adequação da assertiva. Seguindo uma sucessão de critérios relativos, chegou-se à classificação simples e precisa das assertivas (VÁZQUEZ et. al., 2000).

Na presente pesquisa optamos por utilizar uma versão reduzida e adaptada do COCTS, com apenas dez questões. As dimensões designadas para nossa versão do teste foram esquematizadas no Quadro 2: definições de ciência e tecnologia (tema 1), a *influência da ciência e tecnologia sobre a sociedade* (tema 2) e *decisões sociais* (tema 4), sociologia interna da ciência (temas 7 e 8), e para o tema 9, a *natureza do conhecimento científico* (subtema 6) e os *pressupostos da ciência* (subtema 9).

Elegemos o modelo de resposta única, em que o respondente escolhe a assertiva que melhor representa sua percepção sobre o assunto. Este modelo não aumenta a ambiguidade das respostas (AIKENHEAD, 1988). Priorizou-se a análise de dados avaliando a recorrência de cada categoria (*Ingênua, Plausível e Adequada*) em cada uma das dimensões, de modo a subsidiar a elaboração de nossa intervenção.

Cumpramos salientar que este questionário é adequado para levantamento de dados quantitativos com uma grande amostra. A opção por empregá-lo em nosso contexto, em um espaço amostral menor, se deu em função da necessidade de fazer um diagnóstico prévio consoante as demais características da pesquisa: ação didática no formato de curso de extensão à distância, aberto à comunidade segundo o público-alvo eleito – licenciados em biologia, física ou química, em Instituição de Ensino Superior do Distrito Federal ou entorno².

² Intitulado *Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade*, o curso de Extensão foi ofertado no âmbito do Instituto Federal de Brasília, *Campus* Estrutural entre os meses de outubro e novembro de 2018, e teve a pesquisadora como coordenadora e única docente. A plataforma utilizada foi o Ambiente Virtual de Aprendizagem do IFB – NeaD, A carga horária do curso foi de 60h.

Quadro 2: Questões do COCTS utilizadas na presente pesquisa.

| TEMAS | SUB-TEMAS |
|---|----------------------------------|
| DEFINIÇÕES | |
| 1. Ciência e tecnologia | 01. Ciência |
| | 02. Tecnologia |
| | 04. Interdependência entre C&T |
| SOCIOLOGIA EXTERNA A CIÊNCIA | |
| 2. Influência da sociedade sobre a C&T | 02. Indústria |
| | 04. Ética |
| 4. Influência da C&T sobre a sociedade | 02. Decisões Sociais |
| SOCIOLOGIA INTERNA DA CIÊNCIA | |
| 7. Construção social do conhecimento científico | 02. Decisões científicas |
| 8. Construção social da tecnologia | 01. Decisões tecnológicas |
| EPISTEMOLOGIA | |
| 9. Natureza do conhecimento científico | 06. Aproximação às investigações |
| | 09. Pressupostos da Ciência |

Fonte: Tradução livre de Aikenhead e Ryan (1992, p. 481-2).

A coleta dos dados aqui apresentados e discutidos foi realizada entre na última semana de setembro do ano de 2018. Os respondentes, que já haviam manifestado interesse em realizar o curso, foram em número de vinte e seis de um total de vinte e sete inscritos previamente. Em levantamento realizado por formulário *on-line*, identificou-se o perfil dos estudantes: do total, quinze estudantes eram licenciandos em Biologia, seis em Física e outros seis em Química. As instituições de origem foram: quinze estudantes do Instituto Federal de Brasília, nove da Universidade de Brasília e três do Instituto Federal de Goiás.

Quanto ao estágio dos estudantes no curso de licenciatura, os dados exatos de quantidade de créditos a cumprir não foram entendidos como parâmetro relevante, uma vez que, a exemplo dos cursos de Biologia do *campus* Planaltina – IFB e Química *campus* Luziânia – IFG, nem sempre os cursos disponíveis na região são estruturados em créditos. A distribuição de respondentes quanto ao período cursado se deu da seguinte forma: quatro declararam estar no 1º período do curso, dois no terceiro, três no quarto, oito no quinto período, seis no sexto, dois no oitavo e um no nono período do curso de licenciatura. Apenas dois deles alegaram acessar a internet no trabalho, tendo o restante declarado possuir acesso à internet em sua residência. Quatorze deles afirmaram não possuir experiência anterior com cursos à distância.

Em atendimento às garantias éticas e legais, os participantes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido, garantindo sigilo e confidencialidade da identidade, liberdade para decidir a qualquer tempo pela saída da pesquisa e informando detalhadamente as condições da pesquisa.

DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os resultados da aplicação do COCTS serão discutidos por temas.

Definições

O primeiro subtema é a *definição de ciência*. Neste subtema, os respondentes exibiram uma compreensão *Adequada* (A) acerca da ciência. Para dezoito deles, a ciência é ou um corpo

de conhecimento, com princípios, leis e teorias, que explicam o mundo que nos rodeia ou ainda um processo investigador sistemático e o conhecimento dele resultante.

Seis dos respondentes ofereceram respostas categorizadas como *Plausíveis* (P), e apenas dois deles tiveram suas respostas classificadas como *Ingênuas* (I). As respostas (P) e (I) relacionam-se, respectivamente ou com uma concepção para a qual a ciência é a exploração e desenvolvimento de conhecimentos para tornar nosso mundo melhor, ou para a qual não é possível definir ciência.

No subtema *definição de tecnologia* o resultado geral tendeu para respostas (P) (58,4%), enquanto 25% dos respondentes optaram por uma alternativa (I). Apenas 16,6% apresentaram uma resposta (A). Considerando que a definição da atividade científica é complexificada pela permeabilidade que guarda com a questão tecnológica, sobretudo na perspectiva CTS, se por um lado é possível delinear tantas semelhanças entre Ciência e Tecnologia, não devemos ignorar suas diferenças e interdependência.

A percepção mais saliente dentre as respostas (A) foi a que associa tecnologia a “novos processos, instrumentos, ferramentas, maquinário, aplicações, dispositivos, computadores ou artefatos para o uso cotidiano”. Isto revela uma adesão considerável à concepção instrumental de tecnologia, que é aquela para a qual a tecnologia assume às vezes de um conceito concreto/material a partir de ferramentas e máquinas.

Outros 25% afirmaram que tecnologia é ciência aplicada, o que se deve, provavelmente, à assimilação de uma forma simplificada da concepção herdada de ciência, respaldada pelo positivismo lógico para o qual as teorias científicas eram conjuntos de enunciados para explicar racional e objetivamente o mundo natural, isentas de valor externo à própria ciência, sendo que em alguns casos, as teorias científicas poderiam ser aplicadas, gerando desse modo tecnologias.

Neste sentido, Azanha (1992, *apud* AULER, 2004) define “cienticismo” como a valorização da ciência como produtora de tecnologia. Para ele, consiste em um paradigma bastante arraigado, a despeito de alguns indícios de seu enfraquecimento em meios intelectuais. O cienticismo, conforme apresentado, se identifica com o Modelo Ofertista Linear, caracterizado pela relação simplificada, direta e predominantemente causal e unidirecional entre ciência, tecnologia, desenvolvimento e bem-estar social. Daí a necessidade de um lastro teórico que permita indicar outras relações possíveis entre os dois elementos:

Mesmo levando em conta a necessidade de um intervalo de tempo considerável para que se faça sentir a influência da “ciência incorporada” sobre a tecnologia, essa visão exagera consideravelmente o papel desempenhado pela ciência na mudança tecnológica, qualquer que seja o período histórico considerado. Em todos os séculos anteriores a este, a ideia de que a tecnologia tem por base a ciência seria simplesmente falsa. Durante a maior parte da história da humanidade, as atividades práticas têm sido aperfeiçoadas por “melhoradores” de tecnologia” [...], os quais não conheciam nenhuma ciência, nem tampouco teriam obtido disso uma grande ajuda, caso conhecessem. Essa situação somente se modificou com a “Segunda Revolução Industrial” no final do século XIX, quando os progressos da física conduziram à energia elétrica, os avanços da química levaram às novas anilinas sintéticas e os da microbiologia deram origem a melhorias significativas na saúde pública. Contudo, até os dias atuais, uma grande quantidade de inovação tecnológica tem sido produzida sem o estímulo de avanços da ciência (STOKES, 2005, p. 15).

Sociologia externa à ciência

No subtema relação entre ciência e tecnologia houve 80% de respostas (A), que compreendem que embora estejam intimamente relacionadas, já que avanços científicos propiciam avanços tecnológicos e vice-versa.

O subtema *influência da sociedade sobre a ciência e tecnologia* revelou uma maior pulverização de opiniões. Quando perguntados se acaso a pesquisa científica seria melhor se controlada de perto por empresas ou corporações, 23% responderam que sim, o que representa uma visão não adequada. Já dentre os 77% restantes, apenas 33% escolheram a alternativa tida pelos juízes como (A). Entretanto, de forma geral, apenas 11% apostaram em alternativas (I). Dentro deste mesmo subtema, quando o assunto foi *ética*, a polarização foi ainda maior, com 50% dos respondentes afirmando que opiniões religiosas influenciam a pesquisa científica e outros 50% afirmando que não. Este subtema é altamente polêmico, e carece de discussões que permitam um aprofundamento da concepção dos respondentes.

No subtema *influência da ciência e tecnologia sobre a sociedade*, no que diz respeito a decisões sociais, 38% acreditam que a decisão deve ser feita de forma compartilhada: especialistas e de cidadãos informados devem ser considerados e 34% pensam que cientistas/especialistas têm formação e fatos favorecem, muito embora cidadãos devam ser envolvidos - informados ou consultados. Outros 23% acreditam que o modelo decisório depende do tipo de decisão a tomar. Nesta perspectiva, a depender da matéria, cientistas e engenheiros podem decidir sozinhos, e em outros decidem os cidadãos interessados.

O modelo tecnocrático (HABERMAS, 1980) é aquele segundo o qual o poder do especialista nas ciências é enfatizado. O caráter histórico e social do conhecimento científico é desprezado segundo este modelo, relegando ao especialista a decisão sobre a adoção de determinada tecnologia em detrimento de outra.

Ancorada na neutralidade do aparato tecnológico – que garante a possibilidade de uma escolha objetiva e unívoca, pautada pelo critério de eficácia técnica – tal modelo recorre ao especialista como bastião de neutralidade que irá salvaguardar o interesse público das garras do interesse do capital de forma cognitivamente qualificada.

Sociologia interna à ciência

No que tange à *sociologia interna da ciência*, subtema *decisões científicas*, os respondentes tiveram de opinar acerca das razões que levam a controvérsias científicas. Neste aspecto, para 30%, controvérsias são frutos de uma multifatorialidade que envolve: falta de fatos, desinformação, diferentes teorias, opiniões pessoais, valores morais, reconhecimento público e pressão de empresas ou governos. Quanto ao papel de opiniões pessoais ou valores morais, 23% afirmaram que estes influenciam nas divergências entre cientistas e outros 23% acreditam que não há influência. Ainda neste subtema, 15% acreditam que a razão de controvérsias é a uma incompletude teórica, ou seja, nem todos os fatos observáveis foram descobertos, posição que dentro dos parâmetros atribuídos às respostas é considerado (I).

Sobre este tema pode-se afirmar que fatores econômicos, interpessoais, políticos, afetivos, culturais, entre outros, cruzam-se com aqueles os puramente técnicos. Para os teóricos da Construção Social da Ciência, as razões pelas quais se rejeita uma pista não são unicamente "racional", baseando-se na perspectiva segundo a qual "os resultados da ciência [...] ou os produtos da tecnologia [...] foram socialmente construídos; quer dizer, que tais resultados ou produtos são o ponto de chegada de processos contingentes [...] nos quais a interação social tem um peso decisivo" (FOUREZ, 1995, p. 95).

No subtema *decisões tecnológicas*, os respondentes foram perguntados acerca de quais fatores são considerados para adoção de uma nova tecnologia, ao que 76% afirmaram, adequadamente, que depende do tipo de tecnologia de que se trata. Ou seja, as vantagens e

desvantagens incidem sobre a decisão, mas outros fatores também podem intervir, a exemplo da eficiência, seu custo, o lucro que gera, etc.

Epistemologia

Sobre *epistemologia*, abordado o tema *natureza do conhecimento científico*, 78% responderam que descobertas científicas são resultado de uma série de investigações, logicamente encadeadas que culminam na descoberta científica, sendo que 64% deram uma resposta (A) à questão, admitindo que a ciência funciona apenas segundo uma lógica que conduz do experimento ao acerto, mas envolve tentativas, erros, acertos e falhas, bem como admite que há descobertas científicas casuais ou inesperadas.

Por fim, perguntados sobre o subtema *pressupostos da ciência*, 57% voltaram a dar respostas inadequadas. Na questão, ao serem perguntados sobre se acaso a ciência pressupunha uma lógica interna do universo que não poderia ser alterada por um ente transcendental, 53% respondeu que a ciência possui limitações, de forma que deveria manter-se "aberta à possibilidade de que um ser sobrenatural possa alterar o mundo natural". Mais uma vez este resultado é atribuído à complexidade da questão, além do que, não há opção destacada como *Adequada* a esta questão, apenas *Plausíveis* e *Ingênuas*.

Na compreensão do COCTS, é plausível supor que a ciência, por se basear em experimentos reprodutíveis, supõe uma regularidade da natureza e de seus fenômenos, o que, se não aniquila a possibilidade de existência de um ser transcendente, ao menos coloca tais fenômenos em outra categoria, considerando que o "sobrenatural" estivesse ao largo da prova científica.

A relevância da discussão sobre a epistemologia das ciências reflete a crítica de Horkheimer (2002), filósofo da Escola de Frankfurt para quem a ciência é capaz de fundamentar seus passos, mas não o é quanto a compreender a si própria e a orientação de seu trabalho. Seu estudo revela ainda as concepções subjacentes de ciência.

CONCLUSÃO

Julgamos que buscar elementos que subsidiem o desenvolvimento de uma ação formativa para futuros professores de ciências para contribuir com a difusão do ideário CTS justifica a relevância da presente pesquisa, considerando ainda a urgência da renovação do ensino de ciências e o estratégico papel dos docentes neste cenário.

Os resultados aqui apontados deixam claro alguns elos críticos das percepções dos respondentes, a exemplo da prevalentemente noção instrumental de tecnologia. Apesar de os resultados referentes à definição de ciência terem sido predominantemente adequados, nota-se, pela relação inextricável entre a concepção herdada de ciência e a imagem intelectualista de tecnologia, a necessidade de um aprofundamento sobre a definição de ciência, seus métodos, limites e natureza. Outro aspecto que carece de aprofundamento são as concepções éticas atreladas à prática dos cientistas e como a ciência e a tecnologia sofrem impactos a partir de outros tipos de determinantes além dos cognitivos-epistemológicos e da eficácia técnica. Também emergiram visões equivocadas sobre a dinâmica da ciência.

Foi possível compreender que as visões dos licenciandos não são tão distorcidas quanto um olhar pessimista para a percepção pública de C&T poderia induzir. Pelo contrário, em várias questões, a exemplo do modelo decisório e das influências da sociedade sobre a ciência e tecnologia surpreenderam pela distribuição de opiniões e criticidade das respostas. Entretanto, um questionário de respostas fechadas, por mais que seja construído empiricamente, é incapaz de dar o caráter dialógico necessário ao entendimento de tais questões. Daí a necessidade de avançar no desenvolvimento de nossa proposta.

Sinteticamente, podemos afirmar que os eixos críticos apontados pelo levantamento indicaram a necessidade de esclarecer: (a) a definição de tecnologia, (b) as influências mútuas entre ciência, tecnologia e a sociedade, e (c) a natureza da ciência e da tecnologia. Todos os eixos devem ser trabalhados na ação a ser desenvolvida de forma interdisciplinar e crítica, visando encontrar as exigências para formação docente que seja capaz de compreender a origem das inovações tecnocientíficas de forma crítica às desigualdades impostas pelo capital, endossando um ensino de ciências cidadão, engajado com a transformação social.

Como desafios futuros, apontamos o desenvolvimento da ação didática que contemple a relação dos eixos destacados aqui, de forma a consolidar o entendimento dos licenciandos sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, buscando um viés interdisciplinar que possibilite o enriquecimento dos futuros professores, em direção à concretização do ideal dos teóricos da formação docente crítica e transformadora, bem como do desenvolvimento dos educandos rumo à superação de injustiças econômicas, políticas e sociais

Agradecimentos

Agradecemos o financiamento parcial da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. El movimiento Ciencia, tecnología y sociedad y la enseñanza de las ciencias. **Sala de Lecturas CTS+I de la OEI**, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/260597708_El_movimiento_Ciencia_Tecnologia_y_Sociedad_y_la_ensenanza_de_las_ciencias>. Acesso em 3 de março de 2021.

ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A., PAIXÃO, M. F., ACEVEDO, P., OLIVA, J. M.; MANASSERO, M. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino das ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132005000100001>

ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, P. Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación**, v. 2, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/28064560_Actitudes_y_creencias_CTS_de_los_alumnos_su_evaluacion_con_el_cuestionario_de_opiniones_sobre_Ciencia_Tecnologia_y_Sociedad>. Acesso em 3 de março de 2021.

AIKENHEAD, G. S. An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 25, n. 8, p. 607-629, 1988.

AIKENHEAD, G. S., RYAN, A. G; FLEMING, R. W. **Views on science-technology-society (form CDN.mc.5)**. Saskatoon, Canada: University of Saskatchewan, Department of Curriculum Studies, 1989.

AIKENHEAD, G.; RYAN, A. The Development of a New Instrument: 'Views on Science—Technology—Society' (VOSTS). **Science Education**, v. 76, p. 477-491, 1992. Disponível em: < https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/vosts_2.pdf>. Acesso em 3 de março de 2021.

AULER, D. Novos caminhos para a Educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. P.; AULER, D. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 73-07.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 05, n2, n.02, p. 337-355, 2006. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf>. Acesso em 3 de março de 2021.

AULER, D; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.03, n.02, p.122-134, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v3n2/1983-2117-epec-3-02-00122.pdf>>. Acesso em 3 de março de 2021.

BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: Organização dos Estados Ibero-americanos, 2003.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ; D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Orgs.) **A Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo, Cortez, 2005.

CASSIANI, S; von LINSINGEN, I. Formação inicial de professores de ciências: perspectiva discursiva na Educação CTS. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 34, p. 127-147, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/er/n34/08.pdf>>. Acesso em 3 de março de 2021.

FERNANDES, R. F. **Educação CTS e Interdisciplinaridade: perspectivas para Professores do Ensino Médio**. 2016, 193 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22052/1/2016_RoseaneFreitasFernandes.pdf>. Acesso em 3 de março de 2021.

FONTES, A.; CARDOSO, A. Formação de professores de acordo com a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 1, p. 15-30, 2006. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART2_Vol5_N1.pdf>. Acesso em 3 de março de 2021.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**. São Paulo: Editora da Unesp, 1995.

GARCÍA, M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LUJÁN, J. L. **Ciência, tecnologia y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996.

GARDINI, A. Pesquisas avaliam conhecimentos sobre ciência. **ComCiência**, Campinas, v. 45, 2003. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cultura/cultura18.shtml>>. Acesso em 3 de março de 2021.

GIROUX, H. Professores como intelectuais transformadores. *In*: GIROUX, H., **Os professores como intelectuais – rumo a uma pedagogia crítica da educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. p. 157-164

HABERMAS, J. **Técnica e ciência enquanto ideologia**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

JONAS, H. **Princípio Responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica**. Rio de Janeiro: Contraponto: PUC- Rio, 2006. 354p.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' understanding of the nature of science: a reassessment. **School Science and Mathematics**, v. 86, n. 2, p. 91-99, 1986.

LEITE, R. R. **Formação continuada para professores de Biologia sobre natureza da Ciência sobre Tecnologia (NDC&T) e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)**. 2016, 261 f. Tese (Doutorado) - Universidade Cruzeiro do Sul, 2016.

MANASSERO, M. A. El proyecto Iberoamericano de evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad (PIEARCTS): um estudio de investigación cooperativa. In MACIEL, D. M., AMARAL, C. L. C., GUAZZELLI, I. R. B. (Org.), **Ciência, Tecnologia & Sociedade: pesquisa e ensino**. São Paulo: Terracota, 2010. p.13-42.

MARTÍNEZ, L. F. P. **Questões sociocientíficas na prática docente: Ideologia, autonomia e formação de professores** [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2012, 360 p. ISBN 978-85-3930-354-0

MION, R.; ALVES, J.; CARVALHO, W. Implicações da relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: subsídios para a formação de professores de física. **Experiências em Ensino de Ciências**. [S.l.], v.4, n. 2, p.47-59, 2009. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/vienpec/CR2/p914.pdf>. Acesso em 3 de março de 2021.

MIRANDA, E. M. **Estudo das concepções de professores da área de Ciências Naturais sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/2444/1790.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 3 de março de 2021.

NASCIMENTO, F., FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 10, n. 39, p. 225-249, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639728/7295>>. Acesso em 3 de março de 2021.

NIEZER, T. M. **Formação continuada por meio de atividades experimentais investigativas no ensino de química com enfoque CTS**. 2017. 268 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/dissertacoes_teses/tese_tania_mara_niezer.pdf>. Acesso em 3 de março de 2021.

OLIVEIRA, N. M. GALIETA, T. Alfabetização científica no contexto de oficinas de formação continuada para professores de Biologia. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, p. 1-21, 2019. Disponível em: <<https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1025/691>>. Acesso em 3 de março de 2021.

OLIVEIRA, R. R. **A história das Ciências no Ensino de Química: implicações para uma abordagem CTS na formação continuada de professores**. 2016, 197 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do ABC, 2016.

POSTMAN, N. **Technopoly: the surrender of culture to technology**. Nova Iorque: Vintage Books, 1993.

RUBBA, P. A.; HARKNESS, W. J. A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 4, p. 387–400, 1996.

RUBBA, P. A.; HARKNESS, W. L. Examination of Preservice and In-Service secondary science teachers'beliefs about Science-Technology-Society interactions. **Science Education**, v. 77, n. 4, p. 407-431, 1993.

SILVA, B. H. **A perspectiva CTS na formação inicial de professores de química: construindo subsídios para uma ação didático-pedagógica inovadora**. 2014. 164 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/5442/2/Bruna%20Herculano%20da%20Silva.pdf>>. Acesso em 3 de março de 2021.

SILVA, L. R. **Contribuições de uma disciplina CTS para a qualidade da educação: um estudo de caso na formação inicial de professores**. 2013. Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2013. Disponível em: <<http://dippg.cefet-rj.br/ppcte/attachments/article/81/2013%20-%20CONTRIBUI%C3%87%C3%95ES%20DE%20UMA%20DISCIPLINA%20CTS%20PA~.pdf>>. Acesso em 3 de março de 2021.

SILVA, M. A. A. **Ciência, tecnologia e sociedade, experimentação e formação inicial de professores de química: explorando Possibilidades**. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/ppg/ppgecfp/wp-content/uploads/2017/03/Mara-A-Alves-da-Silva.pdf>>. Acesso em 3 de março de 2021.

STOKES, D. **O Quadrante de Pasteur – a ciência básica e a inovação tecnológica**. Clássicos da Inovação. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.

VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M. A. Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el Cuestionario de Opiniones CTS. In MARTINS, I. P. (Org.), **O Movimento CTS na Península Ibérica. Seminário Ibérico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciências experimentais**. Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro, 2000. p. 219-230

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M.A. Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 3, p. 337- 346, 1995.

VOGT, C. A. A espiral da cultura científica. **ComCiência**, Campinas, v. 45, 2003. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cultura/cultura01.shtml>>. Acesso em 3 de março de 2021.

WINNER, L. Do Artifacts have Politics? In: WINNER, L. **The Whale and the Reactor – A Search for Limits in an Age of High Technology**. Chicago: The University of Chicago Press. p. 19-39, 1986.

O ENSINO DE CIÊNCIAS COM ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR: O QUE SABEM OS PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL ANOS INICIAIS?

TEACHING SCIENCES WITH A CTS AND BNCC FOCUS: WHAT DO FUNDAMENTAL TEACHING TEACHERS KNOW INICIAL YEARS?

Cristiane Aparecida Kiel [crikiel@yahoo.com.br]

Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira [foggiattorm@hotmail.com]

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa

RESUMO

Neste artigo apresentamos um estudo de caso que teve como objetivo identificar os conhecimentos dos professores sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade; Letramento Científico e Tecnológico no ensino de ciências; a BNCC e, de que forma vem ocorrendo os processos de formação continuada na área das Ciências da Natureza. O estudo foi desenvolvido com quatorze professores da rede municipal de ensino da cidade de Ponta Grossa, estado do Paraná, utilizando um questionário composto por 22 perguntas abertas e múltipla escolha, no ano de 2020. Para análise os dados foram agrupados por afinidade de assuntos, quantificados e as questões abertas analisadas observando-se as concordâncias e discordâncias, para que pudéssemos obter a visão dos professores. Os principais resultados apontam para um desconhecimento dos professores em relação ao enfoque CTS e BNCC o que nos mostra uma possível lacuna no ensino de ciências. Além, de demonstrar que a formações continuadas ofertadas aos professores dão ênfase para as áreas de português e matemática, tratando do ensino de ciências de forma secundária, deixando evidente a necessidade de se promover Formação Continuada para o ensino de ciências que aborde as temáticas CTS, LCT e BNCC, contextualizando a realidade de sala de aula com o propósito de subsidiar os professores para promover o letramento científico e tecnológico.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências; Fundamental Anos Iniciais; Formação Continuada; Ciência, Tecnologia e Sociedade; Letramento Científico e Tecnológico.

ABSTRACT

In this article we present a case study that aimed identify the teachers' knowledge about Science, Technology and Society; Scientific and Technological Literacy in Science Education; BNCC and how the continuing education processes in the area of Natural Sciences have been taking place. The study was developed by fourteen teachers from the municipal education network in Ponta Grossa city, estate of Paraná, using a questionnaire composed of 22 open and multiple choice questions, in the year of 2020. The data analysis was performed using the quantitative method. The data were grouped by affinity of subjects quantified and the open questions analyzed observing the concordances and disagreements, so we could have a view of the number of teachers by answers. The main results point to a lack of teachers' awareness of the STS and BNCC approach, which shows us a possible gap in science teaching. In addition to demonstrating that the continuing education offered to teachers gives emphasis to the areas

of portuguese language and mathematics, dealing with science teaching in a secondary way, making evident the need to promote Continuing Education for science teaching that addresses the themes STS, LCT and BNCC, contextualizing the classroom reality with the purpose of subsidizing teachers to promote scientific and technological literacy.

KEYWORDS: *Science teaching; First Initial Years; Continuing education; Science, Technology and Society; Scientific and Technological Literacy.*

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências abrange estudos relacionados à diversas áreas do conhecimento que integram a compreensão dos fenômenos da natureza. Ao longo da história da humanidade, os conhecimentos produzidos por meio das ciências causaram e ainda causam grandes impactos, tanto positivos quanto negativos sobre a vida das pessoas e sobre o ambiente em que vivem. Ter acesso ao conhecimento científico e tecnológico contribui para a compreensão destes impactos e possibilita a busca por uma vida com mais qualidade, consciente e responsável em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico.

No âmbito escolar, aprender ciências vai além de decorar conceitos científicos, leis e fórmulas, implica na compreensão do mundo, na construção da realidade, no desenvolvimento humano e de outros seres vivos. Segundo Soares, Mauer e Kortmann (2013, p. 50) "ensinamos ciências para formar um cidadão crítico e participante da sociedade, consciente de seus direitos e deveres, para tornar saudável o meio onde vive".

Se o ensino de ciências se apresenta numa dimensão tão importante para a formação do cidadão é preciso que este ensino seja visto com um outro olhar e que seja dada a relevância que ele carrega em si para que possamos promover o letramento científico e tecnológico.

No entanto, tradicionalmente vemos que o ensino de ciências tem sido secundarizado, o que pode ser atribuído à formação inicial do professor dos anos iniciais, pois estes, não são formados para trabalharem com uma área em específico, mas sim, para trabalharem com conteúdo de diversas áreas do conhecimento como Linguagens, Ciências Humanas, Matemática, Ciências da Natureza e outras.

A formação inicial neste modelo é fragmentada e precária não possibilitando ao professor habilidades para o domínio do conhecimento das diversas disciplinas. Pizarro, Barros e Lopes Junior (2016, p.427) destacam que:

O professor dos anos iniciais que se encontra neste contexto destaca-se por possuir uma formação geral que abrange não apenas Ciências Naturais como também os demais conteúdos dos outros componentes curriculares, o que por vezes pode gerar a impressão de que a formação desse profissional em nível de graduação se caracteriza como uma formação superficial e de pouco conteúdo.

Na formação inicial em pedagogia, que é a formação mais comum dos professores que atuam com as séries iniciais, a fundamentação teórica deveria ser essencial e preparar o docente de forma que ele atenda a demanda da escola quanto ao ensino e à aprendizagem em todas as áreas do conhecimento.

Entendemos que essa lacuna na formação inicial do professor pode ser amenizada ao serem ofertadas formações continuadas que contemplem mais especificamente cada área do conhecimento, fortalecendo desta forma a práxis pedagógica.

Se estamos nos referindo à importância do ensino de ciência para a formação integral do cidadão, com capacidade de atuar criticamente na sociedade, então investir na formação

continuada do professor na área das Ciências da Natureza é um ganho educacional de grande valia. Todavia, como vem ocorrendo as formações em serviço dos professores? Os professores têm condições de atender os propósitos dos documentos oficiais como a BNCC de promover o letramento científico e tecnológico?

Assim, o objetivo deste estudo foi levantar dados sobre o conhecimento dos professores em relação ao enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Letramento Científico e Tecnológico (LCT) e sua relação com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), bem como conhecer sobre a formação continuada que são ofertadas. Com este levantamento pretende-se propor uma formação continuada que contribua com subsídios para fortalecer especificamente o ensino de ciências.

Para melhor apresentar o artigo, este texto foi organizado em quatro tópicos, sendo eles: referencial teórico, aspectos metodológicos que nortearam a pesquisa, a análise e discussão dos resultados obtidos e as considerações finais.

REFERENCIAL TEÓRICO

É notável a importância do ensino de ciências para o desenvolvimento das pessoas, sendo assim, ensinar ciências desde os anos iniciais do ensino fundamental é essencial, porém, isso de maneira geral não vem ocorrendo Fabri, Silveira e Niezer (2014, p.9) apontam que:

O trabalho nos anos iniciais é carente de reflexões em uma dimensão mais ampla sobre as questões sociais da Ciência e da Tecnologia. Não basta repassar conceitos, nos dias atuais é necessário que o indivíduo tenha uma atuação efetiva no meio onde está inserido, sendo fundamental que se propicie, desde a tenra idade, uma Alfabetização Científica e Tecnológica visando formar seres humanos conscientes em relação às implicações sociais da Ciência e da Tecnologia.

Em busca desta formação de seres humanos mais responsáveis e conscientes é necessário trazer para o aluno temas relevantes e com significado para que ele mesmo possa compreender a importância deste conhecimento para sua formação e atuação em sociedade.

O espaço escolar é um ambiente propício para a formação deste aluno e o professor é a figura mais relevante neste processo, sendo assim, é preciso que o professor seja o mediador do conhecimento científico e que o aluno seja o protagonista de seu desenvolvimento. Nesse contexto, Daher e Machado (2016, p. 1215) corroboram ao afirmar:

o ensino de Ciências, nos anos iniciais, precisa ser valorizado e, muitas vezes, as metodologias utilizadas devem ser repensadas com o intento de possibilitar uma atenção especial em relação à faixa etária desses alunos; mas, para isso, é necessária uma transformação na concepção de Ciências de muitos professores, rompendo com paradigmas já enraizados no fazer pedagógico.

Um caminho viável para a construção do conhecimento científico com foco na formação integral do aluno é a inserção do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas aulas de ciências.

O enfoque CTS possibilita trazer para dentro da sala de aula reflexões mais contextualizadas e de forma interdisciplinar que contemple os conteúdos numa visão mais holística, levando os alunos a perceberem com mais clareza os benefícios e/ou malefícios que o desenvolvimento científico e tecnológico propicia a sociedade e ao ambiente. Fabri, Silveira e Niezer (2014, p. 9), reforçam a importância desta postura epistemológica ao argumentarem que:

Uma educação científica busca preparar o aluno para que saiba conviver com o avanço científico e tecnológico refletindo sobre os impactos, fazendo com que ele saiba se posicionar diante das situações que emergirem ao seu redor desde os anos iniciais até níveis superiores transformando os saberes do senso comum em conhecimentos mais elaborados.

Esta educação científica e tecnológica a qual se busca por meio do ensino de ciências está presente não só na percepção da sua importância, mas está também respaldada pelos documentos que norteiam a educação no país.

Em 2017 foi homologado a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento este, que passou a ser o norteador do ensino no País. Quando apontamos para o ensino de ciências sob o viés da BNCC nos deparamos com a colocação de que:

Ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania. (BRASIL, 2017, p. 321).

Esta colocação que a BNCC nos traz remete novamente à possibilidade do enfoque CTS no ensino de ciências com intuito de contribuir para a formação de indivíduos mais críticos e conscientes de sua atuação no meio em que vive em relação às questões científicas e tecnológicas. Outra questão importante a ser observada está nas competências específicas para a área da Ciências da Natureza que a BNCC contempla, conforme se pode observar no quadro 1.

Ao observarmos atentamente ao que dispõem nas competências específicas para a área das Ciências da Natureza propostas pela BNCC, é possível identificar que há direcionamentos para que o conhecimento científico seja colocado em prática, para isso é necessário que o ensino instigue os indivíduos a uma mudança de comportamento, ou seja, que o aluno compreenda que é também responsável pelas suas atitudes e decisões frente à sociedade.

Quadro 1: Competências Específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de fato a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho. Portanto, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles. Ou seja, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.
4. Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.

5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro. Da mesma forma, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.

6. Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.

7. Conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana. Dessa forma, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.

8. Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais. Além disso, o respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

Fonte: Brasil (2017, p. 324)

A partir do reconhecimento da sua existência e da sua interação com outros seres vivos e até mesmo com os fatores abióticos existentes no meio em que vive é possível desenvolver um senso crítico, de respeito e de busca por um modo de vida mais saudável para todos.

Ao promover um ensino sob o enfoque CTS em consonância com a BNCC, contribuimos para o Letramento Científico e Tecnológico que segundo a BNCC “envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências”. (BRASIL, 2017, p. 321).

É importante ressaltar que:

Assiste-se, no interior das pesquisas sobre ensino de ciências, a crescente utilização do conceito “letramento científico”, que surge como uma alternativa ao conceito de “alfabetização científica”, igualmente difundido. Ambos referem-se à discussão sobre a educação científica e os objetivos que a norteiam. (MAMEDE e ZIMERMANN, 2005, p. 1).

Neste estudo, optou-se pelo termo Letramento Científico e Tecnológico, visto que estamos tendo como base os aportes teóricos da Base Nacional Comum Curricular que faz referência a este termo.

Um ensino comprometido com o desenvolvimento de cidadãos mais responsáveis e críticos é possível, porém, entre as tantas situações que envolvem as questões educacionais apontamos aqui o papel do professor como mediador do conhecimento como sendo de extrema importância no desenvolvimento do aluno.

O nosso desafio, enquanto professores(as), é construir conexões entre os saberes dos(as) estudantes e o conhecimento científico, entre as práticas da escola e as práticas do território, entre as necessidades cotidianas e as problemáticas locais e globais; promover o interesse e a compreensão das múltiplas relações entre ciência, sociedade, tecnologia e ambiente, entre fenômenos naturais e sociais, para que os estudantes, contemplados na sua diversidade, sintam-se capazes de engajar-se na transformação social, orientados pelos princípios de sustentabilidade e bem comum. Superar estes desafios é fundamental para que o ensino de ciências na escola básica contribua, de fato, para a formação integral das crianças e dos adolescentes. (CENTRO DE REFERENCIA EM EDUCAÇÃO INTEGRAL, 2020, p. 25)

Deste apontamento surge um questionamento bastante relevante, como o professor poderá superar estes desafios que estão presentes na construção do conhecimento científico e tecnológico junto com seus alunos? A relevância deste questionamento se dá a partir de discussões sobre a precariedade na formação inicial do professor, que segundo Daher e Machado (2016, p. 1216) “muitas vezes, não consegue suprir a necessidade em relação aos conteúdos e metodologias das diversas disciplinas pelas quais o professor pedagogo dos anos iniciais é responsável”.

Uma possibilidade para suprir as lacunas formativas, muitas vezes encontradas na formação inicial do professor, é incentivar a formação continuada. De acordo com Bizzo (2008, p. 48):

Todo professor tem sempre muito que aprender a respeito do conhecimento que ministra a seus alunos e da forma como fazê-lo. Especialmente o professor das séries iniciais, de quem exige domínio de assuntos tão diversos como português, matemática, ciências, história, geografia, artes etc., tem diante de si um imenso campo de conhecimentos sobre os quais precisa constantemente se renovar e se aprimorar.

Assim sendo, preparar cursos de formação continuada que atenda às demandas atuais dos professores, que o auxilie na prática pedagógica e que, sobretudo, contribua com a qualidade do ensino de ciências é essencial no processo de formação do aluno.

Exposto estas questões sobre a importância do ensino de ciências, a inserção do CTS como alternativa para atender a demanda do ensino aliado as propostas da BNCC em relação as competências específicas desta área do conhecimento e ressaltando a importância da formação continuada de professores como contribuição para o ensino apresentamos os procedimentos metodológicos que encaminharam este estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Esse estudo de caso foi realizado em uma escola da rede municipal de ensino da cidade de Ponta Grossa estado do Paraná - Brasil, na qual no ano de 2020 atuavam dezoito professores (18) do ensino fundamental – anos iniciais, destes, quatorze (14) professores aceitaram participar da pesquisa.

A coleta de dados se deu por meio de um questionário (quadro 2) composto por 22 perguntas abertas e fechadas divididos em 4 blocos: caracterização dos participantes; conhecimentos sobre a BNCC, CTS e LCT e os processos de formação continuada em ensino de ciências.

O questionário foi disponibilizado por meio do recurso de formulários do *GOOGLE FORMS*. O *link* do questionário foi enviado aos professores por meio de correio eletrônico no mês de junho de 2020.

Para a análise, os dados foram agrupados por afinidade de assuntos, quantificados e as questões abertas analisadas e interpretadas observando-se as concordâncias e discordâncias.

Quadro 2: Modelo de questionário

CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

1.Nome (seu nome será mantido em sigilo):

2.Sexo: () Feminino () Masculino

3. Formação:**3a** graduação em:**3b** pós-graduação em:**4.** Quais disciplinas ministra:**5.** Em que série(s) você atua: 1º ano 2º ano 3º ano 4º ano 5º ano**6.** Quanto tempo de magistério: 1 mês a 3 anos 4 a 6 anos 7 a 9 anos 10 a 12 anos 13 a 15 anos 16 a 18 anos 19 a 21 anos 22 ou mais anos**BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)****7.** Você sabe o que é a BNCC? Sim Não**7a** - Se sim, por favor diga em poucas palavras o que é.**7b** - Se não, acredita ser importante saber? Por que?**8.** Já participou de alguma formação continuada que tivesse como tema central a BNCC? Sim Não**8a** - Se sim, relate em poucas palavras o que essencialmente sobre a BNCC foi abordado nesta formação?**9.** A BNCC nos apresenta um código alfanumérico que nos auxilia no planejamento das aulas. Você sabe como ele é composto e como utilizá-lo? Pode me dar um exemplo?**10.** Você sabe como está o andamento da implantação da BNCC no município em que trabalha? Sim Não**10a** – Se sua resposta foi não, acha que seria importante saber? Porque?**11.** Seus planejamentos já contemplam as diretrizes da BNCC? Sim Não Não sei**12.** Qual era o documento norteador do ensino no País antes da aprovação da BNCC?**13.** Você conhece as principais mudanças estruturais entre PCN e BNCC? Sim Não**13a** – Se sua resposta foi sim, por favor cite ao menos duas mudanças.**13b** - Se não sabe, acha importante saber? Por que?**CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)****14.** Você sabe o que é o enfoque CTS ? sim não**14a** - Se sua resposta foi sim, conte-me se utiliza em suas aulas e em quais disciplinas. Dê um exemplo de como utiliza.**14b** - Se sua resposta foi não, teria interesse em a conhecer para aplicá-lo em sua prática pedagógica? sim não**15.** Você já ouviu falar em letramento científico e tecnológico? Sim Não**15a** - Se sim, para você o que é letramento científico e tecnológico para você?

16. Em sua opinião, você promove o letramento científico e tecnológico em suas aulas?

Sim Não

16a - Se sim, poderia dar exemplo de como faz isso?

FORMAÇÃO CONTINUADA EM ENSINO DE CIÊNCIAS

17. A instituição em que trabalha costuma proporcionar formação continuada para os professores e gestores?

não

sim, são oferecidas 1 vez por ano

sim, de 2 a 4 vezes por ano

sim, mais que 5 vezes por ano

18. Quando as formações continuadas são ofertadas quais são as áreas que abrangem? (podem marcar mais de uma opção)

Língua Portuguesa

Matemática

Ciências da Natureza

Ciências Humanas

Arte

Outras _____

19. Em sua opinião a formações da qual participa contribuem para uma melhor qualidade de ensino? Sim Não

19a Por favor, faça um breve relato da sua percepção em relação as essas formações.

20. Você já participou de formações continuadas especificamente na área de Ciências?

Sim Não

20a - Se sua resposta foi sim, nos conte em qual formato foram as formações que participou (cursos, palestras, oficinas, outros formatos).

20b - Se sua resposta foi não, qual foi o motivo pelo qual não participou?

20c - A sua participação na FC na área de Ciências foi:

Por iniciativa própria

foi convocada pela instituição que trabalha

participou por não ter naquele momento outras opções de formação continuada

21. Os cursos de formações continuadas na área de Ciências que você já tenha participado atenderam as suas expectativas e forneceram subsídios suficientes para uma prática pedagógica mais eficaz?

sim não

Comente:

22. De forma geral, você acha que a formação continuada contribui para a melhora de sua prática pedagógica?

22a - Se sua resposta foi não, ou às vezes, o que acha que falta nas formações continuadas para que sejam mais eficazes e contribuam com sua prática pedagógica de maneira a contribuir para a melhorar na qualidade do ensino.

Fonte: Elaborado pelos autores

Para garantir o anonimato dos professores participantes, eles foram nominados pela letra P (Professor) e numerados de 1 a 14 (P1, P2 e assim sucessivamente). Ressaltamos que

foi elaborado uma carta de apresentação do estudo apresentando os objetivos da pesquisa e todos que concordaram em participar assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) de acordo com o recomendado pelo comitê de ética. Neste mesmo termo foi lhes assegurado que a qualquer momento poderiam deixar a pesquisa.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A análise dos dados foi organizada em quatro (4) categorias para apresentação dos resultados, sendo eles: caracterização dos participantes; os professores e a BNCC; Enfoque CTS e LCT: o que sabem os professores e formação continuada em ensino de ciências: uma necessidade.

Caracterização dos Participantes

De acordo com os dados coletados doze (12) dos participantes são do sexo feminino e dois (2) do sexo masculino.

Os professores respondentes doze (12) possuem formação em pedagogia e dois (2) em Educação física. Alguns professores têm mais de uma formação sendo estas contempladas por Letras, Administração e Biologia.

Quanto a cursos de pós-graduação na área educacional treze (13) possuem formação em pelo menos um curso de especialização.

A carga horaria semanal de trabalho destes professores na escola é de 40 horas para treze (13) deles e 20 horas para um (1) respondente.

Em relação ao tempo de serviço como docente a maioria se encontra do estado intermediário (mais de 6 anos de serviço) para frente, conforme se observa no quadro 3:

Quadro 3: Tempo de serviço como docente

| TEMPO DE SERVIÇO | PROFESSOR RESPONDENTE |
|------------------|-----------------------|
| 1 a 3 anos | 02 |
| 4 a 6 anos | 02 |
| 7 a 9 anos | 02 |
| 10 a 12 anos | 04 |
| 13 a 15 anos | 01 |
| 16 a 18 anos | 01 |
| 19 a 21 anos | 01 |
| 22 anos ou mais | 01 |

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação as disciplinas que são ministradas um (1) professor de arte, dois (2) de educação física e onze (11) são professores regentes de turma responsáveis por ministrarem aulas de matemática, português, história, geografia, ciências e formação humana.

Dos onze (11) professores regentes de turma sete (07) trabalham com o primeiro ciclo (1º ao 3º ano) e quatro (04) com o segundo ciclo (4º e 5º ano).

Descrito a caracterização dos professores respondentes apresentamos a seguir a análise em relação aos conhecimentos sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Os professores e a BNCC

Do total de quatorze (14) participantes respondentes, todos declararam saber o que é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e em sua maioria, as respostas mencionam que é um documento que norteia o processo educacional no país.

Uma das respostas mais relevantes dada pelo professor (P8) diz que: "é um documento que regulamenta conteúdos, habilidades e as aprendizagens das escolas públicas e privadas e que auxilia na organização e elaboração dos currículos".

O professor (P13), aponta que: "é um documento normativo para as redes de ensino e suas instituições públicas e privadas. Trata-se de uma referência obrigatória para a elaboração dos currículos escolares e propostas pedagógicas para o ensino infantil, fundamental e médio".

E o professor (P2), faz referência a BNCC dizendo que: "o documento é uma base do que é fundamental trabalhar em cada período escolar. E ainda, o documento oferta orientações e estratégias de como desenvolver as competências e habilidades necessárias para o pleno desenvolvimento do educando".

Todas as respostas dadas, vão ao encontro do disposto em Brasil (2017, p.7) sobre o que é a BNCC:

É um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento.

A compatibilidade das respostas com a definição real do documento demonstra que os professores compreendem a finalidade da BNCC embora ainda de forma subjetiva.

Para analisar se os professores possuem um conhecimento que vá além da questão de saber o que é o documento, utilizamos de uma questão relativamente fácil e que todos os professores deveriam ter conhecimento visto que são cobrados em seus planejamentos.

A questão referiu-se a um código alfanumérico, presente na BNCC, que auxilia na identificação da habilidade que cada conteúdo deve contemplar. Ao serem perguntados sobre como este código é composto e como utilizá-lo sete (7) professores demonstraram conhecer a composição do código, "as letras iniciais são as etapas de ensino, os números na sequência corresponde a faixa etária, logo após o par de letras a área do conhecimento e finaliza com a posição da habilidade a que se refere" (P8). O professor P13 de forma mais subjetiva apontou que "o código serve para identificar a habilidade a ser cumprida por nível de ensino". O professor P10 colocou que "as primeiras letras se referem ao nível de ensino e os números as séries..." ele não complementou sua resposta demonstrando não ter domínio deste conhecimento.

Afirmaram não saber responder a esta questão seis (6) professores. Embora pareça ser uma questão simples as respostas demonstram que os professores não estão inteirados dos conhecimentos contidos neste documento.

Estas questões nos levam a refletir sobre as mudanças que ocorreram no sistema educacional com poucas preocupações quanto aos processos de formação, seja ela inicial ou continuada, pois o que se observa é que mesmo conhecimentos que deveriam ser considerados básicos ainda não fazem parte da formação do professor.

Sobre a implantação da BNCC no município em que trabalham, a maioria (9) professores alegou não saber como está este processo e apontou ser necessário ter esse conhecimento para poder planejar as aulas em consonância com o que está sendo proposto. Porém, mesmo assim doze (12) professores afirmaram que, de alguma forma, já contemplam a BNCC em seus planejamentos.

A afirmação de contemplar a BNCC nos planejamentos pode estar associado ao fato de que no início do ano letivo os professores recebem a grade curricular na qual consta as habilidades por componentes curriculares, as quais devem fazer parte do planejamento.

Ao serem questionados sobre o documento norteador do ensino utilizado antes da BNCC, oito (8) professores apontaram ser os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), mas além desta resposta obtivemos ainda que eram a Lei de Diretrizes e Bases, Diretrizes Curriculares Nacionais e ainda que não tinham conhecimento desta informação. Este é mais um questionamento que demonstra pouco conhecimento dos professores em relação aos documentos que regem questões educacionais do país.

Os que citaram os PCN arriscaram a apontar alguma mudança entre os dois (2) documentos. O professor (P12) apontou que: "na BNCC as disciplinas são denominadas de componentes curriculares, ao invés de objetivos da disciplina são propostas desenvolvimento de competências e habilidades". O professor (P8) diz que: "os PCN são diretrizes separadas em disciplinas e que não eram obrigatórias, já a BNCC é mais específica, apresenta de forma mais clara os objetivos de aprendizagem".

Observa-se nas falas dos professores algumas inconsistências quanto aos documentos, e que tem mais conhecimento quanto as questões conceituais que diferem um documento do outro.

Ao serem abordados sobre a participação em formações referentes a BNCC, seis (6) professores afirmaram já terem participado de algum tipo de formação. Apontaram que os temas centrais abordados foram: o processo de construção da BNCC, os eixos da educação infantil, o que é a BNCC e suas competências. E que estas participações se deram no formato de reuniões nos espaços escolares e palestras.

Os que apontaram (8) não terem participado de nenhuma formação continuada referente a BNCC julgaram ser importante, afinal este é um documento que faz parte do dia a dia da escola e do trabalho do professor.

Leite e Mendonça (2019, p. 3) apontam que "um dos desafios para os programas profissionais, postulados na literatura científica, é a formação continuada de professores em exercício para compreensão e implementação da BNCC nas escolas". É importante ressaltar que a BNCC foi homologada em dezembro de 2017 e que nestes três anos pouco foi discutido junto aos professores sobre como fazer a BNCC sair do papel e estar presente no dia a dia da escola, os professores participantes do estudo demonstraram insegurança em relação às Competências Específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental propostas pela BNCC (BRASIL, 2017)

Após esta breve exploração a respeito dos conhecimentos dos professores participantes do estudo quanto a BNCC, procurou-se conhecer um pouco mais sobre o que os professores sabem sobre a inserção do enfoque que abarca a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Letramento Científico e Tecnológico (LCT).

Enfoque CTS e LCT: o que sabem os professores

Para levantarmos o que os professores sabem sobre o tema iniciamos perguntando se sabiam o que era CTS, se utilizavam em suas aulas, de que forma e em que disciplinas.

Apenas quatro (4) professores declararam ter conhecimento sobre CTS. A professora (P6) apontou que embora conhecesse não utilizava com frequência mas disse que “vejo bons resultados nas aulas de ciências da natureza e ciências humanas por dinamizarem a compreensão dos conteúdos trabalhados”.

A professora (P8) apontou que utilizava principalmente nas aulas de ciências procurando sempre relacionar com outras disciplinas, como exemplo ela citou:

da germinação até a alimentação saudável. Fizemos uma horta escolar onde cuidamos de todo processo, desde a limpeza do espaço, organização da terra, medir e montar canteiros, semear as sementes e cuidados diários como a rega diária. Observação da evolução e crescimento das plantas até a colheita e por fim receitas e alimentação. (P8).

E a professora (P13) aponta que a inserção de CTS dinamiza aulas através de debates e discussões de determinados temas e que o professor assume o papel de mediador do conhecimento.

Percebe-se que apesar de haver uma prática mais experimental para ensinar o conteúdo de ciências, não se pode afirmar por suas falas que os alunos são instigados e provocados para pensar sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia, nem tão pouco pode afirmar que são formados para tomadas de decisões conscientes na sociedade em que estão inseridos.

Chama a atenção o número de professores que apontaram não ter conhecimento sobre CTS. Nove (9) professores apontam não saberem de que se trata o enfoque CTS porém demonstraram interesse em conhecer e aplicar em suas aulas. Eles relatam que novas formas de trabalhar são sempre bem-vindas, o professor P1 coloca que “além de conhecer novas metodologias ainda podemos contribuir com um ensino de mais qualidade, e isso é sempre bom”.

Percebe-se o equívoco desses professores ao se considerar o enfoque CTS como uma metodologia de trabalho, evidenciando a necessidade de trabalhar a temática em formação continuada a fim de subsidiar o professor com conhecimentos sobre o movimento CTS, suas origens, objetivos e algumas metodologias de trabalho.

Esses nove (9) professores que responderam desconhecer o enfoque CTS nos mostram a importância de promover espaços de aprendizagens que contribuam com subsídios para auxiliar os professores na prática pedagógica visando a promover o letramento científico e tecnológico. De acordo com Anjos e Carbo (2019, p. 37):

[...] no Brasil, as discussões sociais envolvendo a Ciência e a Tecnologia existem há aproximadamente três décadas. Apesar das conquistas no campo dessas pesquisas, percebe-se que o enfoque CTS no país tem mais impacto no campo discursivo do que prático e ainda não está efetivamente inserido no processo educacional, especialmente na formação de professores de Ciências.

Salientamos aqui que mesmo que o professor não atue com o ensino de ciências ele pode utilizar o enfoque CTS em outras áreas do conhecimento, seja na educação física, na arte, na matemática, no português, enfim em todas as disciplinas.

Para Prsybyciem (2015, p. 53):

o ensino em um enfoque CTS permite integrar o aluno entre os três meios natural/artificial/social com **mediação do professor**, para o estudante compreender as relações entre a ciência e a tecnologia e suas implicações para sociedade, de maneira a ajudá-lo a dar sentido a suas experiências cotidianas. Entende-se que mesmo fornecendo uma problemática real,

estimulando a curiosidade, a capacidade de reflexão e a tomada de decisão, sem a mediação do professor nesse processo não é possível o estudante integrar todos os aspectos relacionados à CTS.

Ao promover um ensino sob o enfoque CTS contribuimos para o Letramento Científico e Tecnológico que segundo a BNCC “envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências”. (BRASIL, 2017, p. 321).

Para complementar o questionamento sobre CTS foi perguntado se os professores tinham conhecimento sobre o que vem a ser Letramento Científico e Tecnológico. Seis (6) professores afirmaram ter conhecimento, destes cinco (5) informaram promover LCT em suas aulas e um (1) disse apenas compreender o que é o significado de LCT. Oito (8) participantes informaram não terem nem ouvido falar neste termo.

Os que responderam ter conhecimento sobre LCT assim se manifestaram: para a professora (P3) o termo LCT é “o aprendizado de forma que desenvolve no indivíduo o potencial de argumentação, investigação, lógica para resolver problemas e adquirir conhecimentos”. Em consonância com a professora (P3) a professora (P8) diz que o LCT “é a compreensão e a capacidade de aplicação de conhecimentos científicos e que podem ser pesquisados, investigados pelos alunos”. E para complementar a professora (P2) diz que LCT “é a capacidade de utilizar de seus conhecimentos para participar ativamente do mundo”.

As colocações destes professores vão ao encontro dos argumentos de Santos (2007, p. 480):

[...] o letramento dos cidadãos vai desde o letramento no sentido do entendimento de princípios básicos de fenômenos do cotidiano até a capacidade de tomada de decisão em questões relativas a ciência e tecnologia em que estejam diretamente envolvidos, sejam decisões pessoais ou de interesse público.

É importante observar que os professores têm uma visão mais apropriada do que vem a ser o LCT do que sobre CTS. Vamos comparar, quatro (4) professores apenas declararam conhecer sobre o enfoque CTS e agora seis (6) apontam conhecer sobre LCT e destes cinco (5) afirmam promover LCT em suas aulas, todavia não explicitaram de que maneira isso acontecia, o que deixa dúvidas a maneira como isto está sendo feito.

É possível que algum professor esteja utilizando o enfoque CTS e promovendo o LCT de forma intuitiva em suas aulas e que, por falta de subsídios teóricos não estejam mencionando. Isso poderá ser constatado no decorrer da FC que será proposta a partir deste estudo.

Para finalizar as discussões deste artigo, chegamos aos questionamentos para conhecer um pouco como estão acontecendo os processos de formação continuada e a participação dos professores nestas formações.

Formação Continuada em ensino de ciências: uma necessidade

É importante ressaltar aqui, antes de apresentarmos os resultados deste tópico, que três (3) professores não responderam aos questionamentos referentes as formações continuadas, pois atuam em áreas diferentes, sendo dois (2) professores da educação física e um (1) professor de arte.

Então, nove (9) professores manifestaram suas opiniões sobre as formações especificamente na área das Ciências da Natureza.

Ao serem perguntados sobre com que frequência ocorrem formações continuadas no município, oito (8) professores afirmaram que é oferecido mais de quatro vezes ao ano, mas

que as áreas do conhecimento mais contempladas nestas formações são português e matemática.

Isto nos mostra que além da formação inicial dar mais atenção às disciplinas de linguagens e matemática ainda temos esta ênfase nos cursos de formação continuada. Colombo Jr. et al. (2012, p. 490) afirmam que:

O ensino de ciências nos anos iniciais, na maioria das vezes é deixado em segundo plano. Prioriza-se componentes curriculares como matemática e português, deixando de lado outras áreas do conhecimento para "se sobrar tempo discutir um pouco sobre".

Ao serem questionados sobre formações continuadas específicas na área de ciências apenas três (3) professores apontaram já terem participado. Os demais relataram que não tiveram oportunidades, que há pouca oferta para a área específica de ciências, por não terem sido escolhidas já que as formações são realizadas de forma direcionadas para determinadas áreas e uma (1) professora disse que nunca participou por não ter interesse na área.

Estas respostas nos levam a perceber que realmente a área das Ciências da Natureza é tida como secundária nas formações continuadas e isso torna-se um problema sério quando discutimos a importância do ensino de ciências nos espaços escolares. É preciso mais e mais esforços para que este cenário mude. Fabri (2017, p. 54) confirma esta constatação ao apontar que:

[...] o que vem sendo presenciado em nossa realidade é a oferta de cursos de aperfeiçoamento somente nas áreas de Português e Matemática, deixando de lado a oferta de cursos na área de Ciências. Tal fator é reflexo das políticas públicas de ensino, sejam elas governamentais, estaduais, municipais, que priorizam formações nas áreas de leitura, escrita e operações matemáticas, tendo como objetivo a resolução de problemas.

É importante ressaltar que o ensino de ciências já se mostrou de grande relevância para a formação dos cidadãos e que é no espaço escolar que esta formação se faz de forma integral. Sendo assim, é importante enfatizar que:

não podemos discutir o ensino de Ciências, sem colocar em pauta a formação docente, pois entendemos que esses campos estão intimamente relacionados. Diante da complexidade que envolve o ensino de Ciências, a formação de seus professores assume um papel de extrema relevância. (PORTO e CHAPANI, 2013, p. 3).

As professoras que já participaram de alguma formação continuada na área de ciências justificaram que "as formações contribuíram, pois as experiências que foram apresentadas poderiam ser reelaboradas pensando na turma na qual atuavam no momento ou outros anos" (P8) e que "surgiram muitas ideias de como trabalhar alguns conteúdos com experimentações, o que chama mais atenção e torna a aprendizagem mais efetiva" (P10).

De forma geral os professores responderam que as formações contribuem de alguma forma para a melhoria da prática pedagógica, sendo este mais um motivo para ofertar formações continuadas que contemplem as diversas áreas do conhecimento.

Também escreveram que as formações continuadas contribuem para uma melhor qualidade de ensino, que nelas ocorrem muitas trocas de experiências, discussões, propostas de trabalhos que embasam e subsidiam as práticas do dia a dia e que todo aprendizado acrescenta em algo.

A professora (P10) resume em suas palavras as colocações feitas por outros professores, ela diz que “nas formações sempre há coisas novas para se praticar em sala de aula ou mesmo refletir sobre a nossa prática”.

Observamos que os professores acreditam ser importante participar das formações continuadas, e que eles estão dispostos a aprenderem cada vez mais e também a refletirem sobre suas práticas sempre em busca de melhorarem a atuação profissional. Sendo assim, investir na formação continuada dos professores é um ganho para eles e para os alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao buscar compreender sobre os conhecimentos dos professores sobre a inserção do enfoque CTS e a relação com a BNCC bem como, os processos de formações continuadas em ensino de ciências surge uma preocupação quanto às oportunidades que são dadas aos professores para refletirem sobre suas práticas docentes no ensino de ciências.

O estudo mostrou que a maioria dos participantes do estudo não tem clareza sobre o enfoque CTS, LCT e a BNCC e que pouco fazem uso em suas aulas, evidenciando a necessidade de Formação Continuada que aborde as temáticas.

Esta pesquisa nos aponta que a ênfase dada as formações continuadas são muitas vezes direcionadas às áreas de português e matemática, colocando outras áreas como secundárias, confirmando mais uma vez outros estudos como o de Fabri (2017), Fabri e Silveira (2020), que apontam para esta lacuna nas formações continuadas. Esta dinâmica pode ocasionar uma qualidade de ensino não tão eficaz para outras áreas fomentando lacunas formativas no desenvolvimento dos alunos.

O conhecimento científico e tecnológico já se mostrou importante na vida de todo cidadão visto que, a ciência e a tecnologia permeiam todo o desenvolvimento da sociedade, sendo assim não há como secundarizar este ensino.

Todavia, este estudo confirma a pouca importância que se dá para a área de Ciências da Natureza nos anos iniciais do ensino fundamental e a dificuldade dos professores nesta área já que, como não são formados na área de ciências, suas formações iniciais também não contemplaram esta área de maneira aprofundada faltando-lhes subsídios e causando insegurança para trabalhar com os alunos o ensino de ciências de maneira mais adequada.

Então, oferecer oportunidades aos professores para refletirem sobre a importância do ensino de ciências e subsidia-los com novas formas de se trabalhar ciências com o intuito de formar cidadãos mais críticos e conscientes e com habilidades para atuarem no contexto social, político e econômico é importante.

A inserção do enfoque CTS aliado as perspectivas de atendimento ao desenvolvimento das competências e habilidades propostos pela BNCC é uma proposta possível desde que sejam investidos em formação continuada para a área de ciências.

O desenvolvimento de uma sociedade mais justa e igualitária em condições de refletir e tomar decisões frente às implicações sociais da ciência e da tecnologia é possível a partir de mudanças no âmbito educacional.

Os espaços escolares são ambientes favoráveis para esta formação cidadã com mais qualidade, mas para que isto ocorra, são necessárias mudanças epistemológicas e atitudinais e especialmente do professor.

REFERÊNCIAS

ANJOS, Mirian Silva dos; CARBO, Leandro. Enfoque CTS e a atuação de professores de Ciências. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 35-57, set/dez. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em 08 abr. 2021.

BIZZO, Nélio. **Ciências: Fácil ou difícil**. São Paulo: Ed. Ática, 2ª ed. 10ª impressão, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CENTRO DE REFERENCIA EM EDUCAÇÃO INTEGRAL. **Currículo e educação integral na prática: caminhos para a BNCC de Ciências Naturais**. 2020. Disponível em: <https://educacaointegral.org.br/curriculo-na-educacao-integral/wp-content/uploads/2020/10/caderno-5_caminhos_bncc_ciencias.pdf> Acesso em 07 abr. 2021.

COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete; et al. Ensino de física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma atividade de conhecimento físico. **Investigação no Ensino de Ciências** (Online), v. 17, p. 489 – 507, 2012.

DAHER, Alessandra Ferreira Beker; MACHADO, Vera de Mattos. Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: o que pensam os professores. **Revista da SBEnBio**, n. 9, p. 1215-1226, 2016.

FABRI, Fabiane; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto. Ensino de ciências, alfabetização científica e tecnológica e enfoque ciência, tecnologia e sociedade: o que pensam docentes dos anos iniciais do ensino fundamental em exercício. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 10, p. 129-148, 2020

FABRI, Fabiane. **Formação continuada para o ensino de ciências na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): contribuições para professores dos anos iniciais**. 2017. 255 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

FABRI, Fabiane; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; NIEZER, Tania. M. Ensino de Ciências nos anos iniciais e a abordagem CTS: uma experiência pedagógica na formação de professores. **Espacios**, v. 35 n. 6, p. 9, 2014. Disponível em: <www.revistaespacios.com/a14v35n06/14350609.html>. Acesso em: 06 abr. 2021.

LEITE, Sidnei Quezada Meireles; MENDONÇA, Lêda Glicério. 10 anos se passaram e a importância da educação em ciências no Brasil: cenário educacional com questões contemporâneas, programas profissionais e BNCC **[editorial]**. *Revista Ciências & Ideias*, v. 10, n. 3, p. I - VII, set/dez. 2019.

MAMEDE, Maíra; ZIMMERMANN, Erika. Letramento Científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**, n. extra, 2005. Disponível em <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp320letcie.pdf> Acesso em 15 abr. 2021.

PIZARRO, Mariana Vaitiekunas; BARROS, Regina Célia dos Santos Nunes; LOPES JUNIOR, Jair. Os professores dos anos iniciais e o ensino de Ciências: uma relação de empenho e desafios

no contexto da implantação de Expectativas de Aprendizagem para Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** v. 16. n. 2. p. 421-448, ago. 2016.

PORTO Maria de Lourdes Oliveira; CHAPANI Daisi Teresinha. Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e formação de Professores: possíveis relações e questionamentos. Conference: In: X Colóquio Nacional e III Internacional do Museu Pedagógico: A produção do conhecimento no Limiar do século XXI: Tendências e conflitos. **Anais...** Vitória da Conquista 2013.

PRSYBYCIEM, Moisés Marques. **A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental.** 2015. 212f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12 n. 36 p. 474-550, set/dez. 2007.

SOARES, Alessandro Cury; MAUER, Melissa Boldt; KORTMANN, Gilca Lucena. Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: possibilidades e desafios em Canoas-RS. **Revista Educação, Ciência e Cultura**, v. 18, n. 1, p. 49-61, jan/jun. 2013.



Revista
Ciências & Ideias

NÃO SE NASCE CIENTISTA, TORNA-SE: REFLEXÕES SOBRE A PERFORMATIVIDADE DE GÊNERO ASSOCIADA AO ENSINO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

ONE IS NOT BORN A SCIENTIST, BECOMES ONE: REFLECTIONS ON GENDER PERFORMATIVITY ASSOCIATED WITH SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY TEACHING

Lohrene de Lima da Silva [limalohrene@gmail.com]

Marcos André Ferreira de Araujo Santos [marcosandre@id.uff.br]

Viviane Gomes Teixeira [vgomes@iq.ufrj.br]

Joaquim Fernando Mendes da Silva [joaquim@iq.ufrj.br]

Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

Ao se eximir das questões sociais, a Ciência e o Ensino de Ciências impõem e derivam relações de poder de gênero. Fazendo uso do conceito de gênero como performativo para a problematização da masculinização da ciência, propomos neste artigo o currículo com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como problematizador, questionador e desconstrutor dessa realidade por meio de discursos subversivos dos estereótipos de gênero.

PALAVRAS-CHAVE: Performatividades de gênero; Ensino de Ciências; Gênero; Cidadania.

ABSTRACT

By exempting itself from social issues, Science and Science Education impose and derive gender power relations. Using the concept of gender as a performativity of the subjects to problematize the masculinization of Science, in this article we propose that curriculums based on Science, Technology and Society (STS) can promote problematization, questioning and deconstruction of this reality through subversive discourses of gender stereotypes.

KEYWORDS: Gender Performativities; Science teaching; Gender; Citizenship.

INTRODUÇÃO

"...o corpo não é apenas matéria, mas uma contínua e incessante materialização de possibilidades. Não somos simplesmente um corpo, mas, num sentido verdadeiramente essencial, fazemos o nosso corpo, e fazemo-lo diferentemente tanto dos nossos contemporâneos como dos nossos antecessores e sucessores" (BUTLER, 2011, p. 72).

É inegável que a Ciência se constituiu por e para homens. Durante séculos, as mulheres foram excluídas dos espaços públicos, de modo que o espaço privado, principalmente o doméstico, se tornasse inerente à existência feminina, contribuindo não só para o distanciamento do público feminino da ciência, como também de qualquer outro tipo de produção intelectual (CHASSOT, 2013). Em contrapartida, os homens, que sempre tiveram

acesso aos espaços de produção de conhecimento, estiveram ligados às atividades públicas, externas ao contexto familiar (KERGOAT, 2016). Analogamente à demarcação binária entre o papel social de homens e de mulheres, a oposição binária entre o público e o privado se reflete em outras dicotomias interdependentes, que diferenciam e classificam homens e mulheres, como a razão e a emoção, a objetividade e a subjetividade, a mente e o corpo (SARDENBERG, 2002). A razão, o poder e a objetividade foram, assim, relacionadas ao "ser homem" enquanto a irracionalidade, a simplicidade, a subjetividade, o sentimento, a emoção e o corpo tornaram-se constituintes do que é "ser mulher".

Assim, a Ciência "não é assexuada; ela é um homem, um pai, e infectada, também" (WOOLF, 1936 apud ROSE, 1989, p. 221). Resumidamente, para Pereira (2011, p. 40) a dita incompatibilidade da mulher com a Ciência se deu, ao longo do tempo, fundamentalmente por quatro motivos: "i) argumentos naturalistas/biológicos; ii) condição de neutralidade da Ciência; iii) dimensão universal atribuída ao conhecimento científico e iv) associação histórica entre o masculino e a objetividade". A Ciência, tendo como princípio as características que compõem a identidade do homem branco e europeu, reflete na hegemonia masculina e branca em sua própria constituição e no discurso científico, o que é (re)produzido no seu ensino e, conseqüentemente, nas carreiras de Ciências Exatas e da Natureza.

Se por um lado a Ciência se estabeleceu de forma masculinizada, afastando-se dos interesses e do perfil feminino, por outro, no lado educacional, não foi diferente. A escola, enquanto reprodutora social, contribui para que essa condição se perpetue. Trabalhos recentes demonstram o quanto um currículo desinteressado sobre as questões de gênero na Ciência pode contribuir para o baixo número de jovens meninas desejando seguir carreiras científicas (SILVA e ARANTES, 2017; SILVA, 2019).

No processo de escolarização, os corpos são doutrinados, disciplinados, adequados e categorizados na produção de homens e mulheres civilizados (LOURO, 2000). Isso resulta em experiências que não se esgotam na aprendizagem de conteúdos programáticos, pois envolve também a construção da identidade sexual e de gênero. Concordamos com Louro (2000) ao afirmar que não cabe à escola o poder nem a responsabilidade de explicar ou determinar as identidades sociais de forma definitiva. No entanto, ao considerá-la como um espaço atravessado por ações e discursos impostos e derivados socialmente, que ainda estão em processo de construção, acredita-se no seu potencial enquanto transformadora dos modos de ser e estar no mundo.

De maneira geral, é inegável que o afastamento da Ciência e das aulas de Ciências das questões sociais contribuem para a reprodução de uma sociedade historicamente patriarcal e misógina dentro do espaço escolar e na Ciência. Por isso, as atividades educativas devem ser voltadas para a pluralidade, entendendo a escola como espaço político, rompendo estereótipos sobre a Ciência e promovendo a identidade científica dos estudantes. Assim, ao passo que a escola muda, a Ciência também mudará, na medida em que as minorias passarão a ocupar os espaços científicos. Logo, a Ciência (re)construída pela diversidade é essencial para o seu próprio desenvolvimento à medida que proporcionará conhecimentos pela perspectiva de múltiplos olhares. Do mesmo modo, a Ciência construída para a diversidade oportunizará a produção de conhecimento para diferentes identidades sociais, tornando-a inclusiva, representativa e necessária para sujeitos distintos.

Nesse sentido, torna-se fundamental refletir e problematizar o Ensino de Ciências como um desconstrutor da masculinização da Ciência e de suas conseqüências nas relações de poder de gênero. Para isso, neste trabalho, utilizaremos o conceito de gênero como performativo sugerido pela perspectiva de Butler (2003 e 2011) e proporemos o currículo com enfoque no ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como forma de desconstruir a noção hegemônica da Ciência a partir de discursos subversivos dos estereótipos de gênero.

Gênero e sexo como categorias sociais e culturais para a problematização da masculinização da Ciência: performatividade de gênero na Ciência

A abordagem das questões de gênero e sexo na escola não tem sido uma tarefa simples, mesmo considerando a concepção binária sobre essas categorias. No Brasil, várias têm sido as formas e meios utilizados para construir propostas de abordagem escolar do tema, conforme pode ser apreendido pela leitura de César (2009), que apresenta e analisa os diversos caminhos epistemológicos utilizados para esse fim na instituição escolar brasileira nos últimos 100 anos. Mesmo há cerca de 30 anos, a ideia de educação sexual destinada à prevenção da AIDS e da gravidez na adolescência ainda se ancorava na disciplinarização dos corpos, com o reforço do conceito binário de gênero, da submissão feminina e do reforço da heteronormatividade como grandes pilares da prevenção. Entretanto, marcos progressistas foram registrados a partir da década de 1960, motivados pelas agendas dos movimentos feministas, de gays e lésbicas e étnico-raciais, entre outros. As ditaduras militares no Brasil e na América Latina promoveram o silenciamento dessas discussões, porém a educação sexual na escola passou a ser uma pauta de resistência ao regime ditatorial.

Os movimentos feministas foram grandes balizadores e promotores da discussão em torno da educação sexual, porém, a partir da década de 1980, tensões epistemológicas colocaram em xeque a própria categoria mulher como o sujeito do feminismo. Talvez a centralidade dessas discussões sobre a mulher enquanto categoria (RODRIGUES, 2021) tenha feito com que o feminismo deixasse de ser o aporte epistemológico da educação sexual, dando lugar à biologia como base epistemológica da escolarização do tema sexualidade. Nesse contexto, a educação científica torna as discussões sobre sexo uma abordagem das Ciências da Saúde, reforçando o caráter binário do sexo e se distanciando do gênero como uma categoria fundamental para a discussão (CÉSAR, 2009).

Podemos inserir nesse contexto a própria concepção masculinizada do fazer científico apresentada no ensino das Ciências Biológicas e demais disciplinas escolares da Ciência. De forma oculta, a abordagem de sexo, gênero e sexualidade por meio desses componentes disciplinares impõe a concepção binária dessas "características" e a heteronormatividade culturalmente associadas ao fazer científico. O proposital afastamento do ensino de Ciências de questões sociais e culturais permite a consolidação e o não questionamento da ausência escolar na discussão sobre concepções de gênero e sexo, garantindo a perpetuação do padrão heteronormativo, tão fundamental à sociedade patriarcal.

Torna-se, então, necessário discutir a inter-relação entre sexo, gênero e sexualidade segundo uma abordagem epistemológica que permita subverter as relações construídas e naturalizadas pelas próprias ciências, que encontraram, como terreno sólido para tal, o conceito binário para essas categorias. Para isso, encontraremos base no conceito de performatividade de gênero e sexo introduzido por Judith Butler em seu livro *Gender Trouble: Feminism and subversion of Identity*, cuja primeira edição foi publicada em 1990 e traduzido para o português, em 2003, como *Problemas de Gênero: Feminismo e subversão da identidade*.

Com *Gender Trouble*, Butler (2003) traz uma nova perspectiva para as discussões feministas justamente em função das tensões, aqui já apresentadas, que se originam do uso da categoria mulher como sujeito do feminismo. Na década de 1980, com a notoriedade de demandas oriundas de diversos movimentos sociais, a categoria mulher se apresenta como estável e permanente, definidora de um sujeito universal que não atendia à diversidade existente entre as mulheres. As demandas instituídas por meio dessa categoria já não dão conta de traduzir as questões das mulheres negras, de países colonizados, lésbicas entre outras. A mulher universal, muito associada à discussão feminista promovida por Simone de

Beauvoir, se limitava à representação de um grupo hegemônico de mulheres brancas estadunidenses e europeias. Por isso, Butler sugere uma outra oposição em lugar da oposição entre masculino e feminino: a oposição entre heterossexualidade e homossexualidade. Dessa forma, o feminismo teria um terreno mais fértil para sua continuidade, pois as discussões passariam à perspectiva de que qualquer indivíduo pode se tornar mulher, dando nova dimensão à própria frase de Beauvoir "Não se nasce mulher, torna-se mulher". Assim, a heteronormatividade passa a ser a questão basilar para a manutenção da sociedade patriarcal, sendo a estrutura heteronormativa sustentada por padrões de feminilidade e masculinidade (RODRIGUES, 2021).

Assim, conforme Salih (2015), o pensamento de Butler se desenvolve ao redor das seguintes ideias-chave: o sujeito, o gênero, o sexo, a linguagem e a psique. Consideraremos, neste texto, a importância das três primeiras.

A desestabilização do sujeito constituído como objeto de representação política é uma preocupação de Butler (SALIH, 2015). A importância da representação para dar visibilidade e legitimar as mulheres politicamente enquanto sujeitos é reconhecida pela autora, porém ela também reconhece o efeito normativo que a representação revela enquanto linguagem, constituindo, assim, a própria categoria das mulheres e suas verdades. Essa categoria universalizada é fundada nas bases da oposição masculino/feminino, sendo essa relação de oposição a única especificidade do feminino. Com isso, outras formas de relação de poder, como classe, raça e etnia não são contextualizadas na construção das múltiplas identidades, o que gera recusas de aceitação do sujeito universal e a consequente exclusão de domínios não representados pela política identitária (BUTLER, 2003).

Nos valendo da não universalidade da categoria mulher, podemos trazer à tona as diferentes relações que excluem a participação feminina em sociedades diversas. Mesmo compreendendo que a discussão sobre a participação da mulher na produção do conhecimento científico e tecnológico seja de natureza global, precisamos compreender as diferentes razões e fatores locais e temporais que limitam qualitativa e quantitativamente a presença feminina nos espaços de desenvolvimento do conhecimento. No Brasil, que se mantém como um país de estratos sociais profundamente diferenciados, o acesso ao conhecimento científico nem mesmo se constitui como demanda para certos grupos de mulheres, preocupados com a subsistência familiar mínima, enquanto outros reivindicam o acesso a estruturas de poder hierarquicamente mais altas por já estarem inseridos na própria produção do conhecimento.

Em função das características fluidas e transitivas, indeterminadas e instáveis atribuídas às identidades de gênero e de sexo, Judith Butler é considerada a mais importante representante da teoria *queer*. Suas ideias se dedicam a analisar genealogicamente os processos que levam o indivíduo a se posicionar como um sujeito, sendo sua identidade construída por processos que se dão no interior da linguagem e do discurso, ou seja, que emergem da linguagem e do discurso, porém sem reduzir o processo à construção linguística (SALIH, 2015).

Butler (2003) reafirma a descontinuidade entre sexo e gênero e recusa a definição de que o gênero é uma interpretação cultural do sexo. Ainda que o sexo seja considerado como binário, a sua descontinuidade com o gênero liberaria este último da condição binária. Na verdade, baseada em Foucault, Butler acredita que o sexo, assim como o gênero, não é uma entidade determinada biologicamente, mas sim construído discursivamente. O corpo biológico não é significado de forma isolada da significação de gênero, o que demonstra que o sexo não é pré-discursivo e que, talvez, não haja qualquer distinção entre sexo e gênero.

Segundo Salih (2015), a análise genealógica conduzida por Butler traduz sexo e gênero como "efeitos e não causas — de instituições, discursos e práticas; em outras palavras, nós,

como sujeitos, não criamos ou causamos as instituições, os discursos e as práticas, mas eles nos criam ou causam, ao determinar nosso sexo, nossa sexualidade, nosso gênero” (SALIH, 2015, p. 12). Os modos pelos quais o sujeito se efetua podem, portanto, ser diversos, gerando, assim, a possibilidade da formação de sujeitos que não reproduzam as relações de poder vigentes.

Considerando a categoria de sujeito como um evento ou estrutura linguística em formação ou, ainda, como o próprio efeito do discurso, Butler situa os atos de gênero como performativos do sujeito. Portanto, os atos de gênero constituem performativamente o sujeito. O termo performatividade, cunhado por John Austin em 1962, se relaciona com a criação de produtos por meio de discursos proferidos e comportamentos desempenhados. Dessa forma, considera-se que o gênero é criado pelo seu próprio desempenho (MORGENROTH e RYAN, 2018).

Buscando fugir do determinismo biológico e da concepção binária de gênero, outras autoras como Nicholson (2000) e Scott (1988), além de Butler (2003, 2011), defendem a diferença múltipla ao invés da diferença binária de gênero. Segundo Butler (2011, p. 2), gênero é uma “identidade construída, um resultado performativo (...) repetição estilizada de atos no tempo e não uma identidade aparentemente, de uma só peça”. Desse modo, os atos, discursivos e corporais, carregam significados culturais, constituídos por sanções e prescrições que moldam a performatividade do sujeito. Portanto, não existe apenas uma forma de ser mulher e também não existe apenas uma forma de ser homem, pois essas categorizações são resultados de ações performativas, que, por sua vez, são plurais.

Salih (2015) chama a atenção para o sentido do conceito de performatividade de gênero em Butler:

É importante frisar que Butler não está sugerindo que a identidade de gênero é uma *performance*, pois pressuporia a existência de um sujeito ou um ator que está fazendo tal *performance*. Butler rejeita essa noção ao afirmar que a *performance* preexiste ao *performer*, e esse argumento contraintuitivo, aparentemente impossível, levou muitas leitoras e leitores a confundir performatividade com *performance*. Ela própria admite que, quando formulou inicialmente essa ideia, não fez uma distinção suficientemente clara entre a performatividade — um conceito que, como veremos, tem bases linguísticas e filosóficas específicas e a representação teatral propriamente dita (SALIH, 2015, p. 14).

Para iniciar a discussão acerca da performatividade de gênero, é necessário retomar ao conceito de gênero discutido anteriormente. Embora a origem do termo tenha se dado em outro contexto, os estudos de gênero, conforme já apresentado, se desenvolveram sob a perspectiva dos questionamentos levantados pela luta feminista e, por isso, apresenta diversas e significativas contribuições. Shay de los Santos Rodriguez (2019) traz em seu ensaio diferentes visões de autoras sobre a concepção de gênero, logo, colocaremos aqui apontamentos mais amplos. A partir da década de 90, o conceito de gênero vincula-se às construções sociais, significados e símbolos que se opõem aos essencialismos característicos ao corpo (SILVA e SILVA, 2019). Isto é, pessoas passam a ser compreendidas a partir de comportamentos culturais ao invés de serem classificadas por órgãos reprodutores e hormônios como a testosterona e o estrogênio. De los Santos Rodriguez (2019) também afirma que o gênero não é diretamente definido pelo sexo, nem determina diretamente a sexualidade, e completa, gênero é poder. As relações de poder estão presentes no que chamamos de performatividades de gênero.

Vicente (2015) ressalta as aproximações teóricas entre os estudos de Judith Butler e os processos de subjetivação de Michael Foucault que envolvem as performatividades. A

autora mostra como os termos sujeito e subjetivação estão relacionados, de forma que este último contribui para a formação dos sujeitos. No que tange às relações de poder, *sujeito* pode estar no contexto de sujeição - domínio/controlado - por alguém ou também pode ser entendido como estar sujeito às complexidades interiores de si. Para Foucault (2003), a vida cotidiana é marcada pelo poder exercido por diversos tipos de instituições com supostos discursos de neutralidade. A partir deste prisma, podemos entender que, para além da repressão dos corpos, bastante divulgada nos escritos de Foucault, os processos de subjetivação também são modos de produção de poder. Para Butler (2003), a performatividade é considerada um núcleo interno organizador do gênero, cujas características se dão por atos, gestos, discursos guiados pelas subjetividades. A repetição das performatividades criam a ilusão de que há uma identidade fixa e original como a heterossexualidade compulsória, por exemplo. Como pontua,

Se o corpo não é um "ser", mas uma fronteira variável, uma superfície cuja permeabilidade é politicamente regulada, uma prática significativa dentro de um campo cultural de hierarquia do gênero e heterossexualidade compulsória, então que linguagem resta para compreender essa representação corporal, esse gênero, que constitui sua significação "interna" em sua superfície? (BUTLER, 2003, p. 198).

Com isso, Butler (2003) nos revela uma complexa série de desdobramentos. A essência interna do gênero, a fantasia que se coloca sobre a superfície do corpo é fabricada a partir de uma temporalidade social. Nesse sentido, é necessário que se desfaça a idealização de uma performatividade de gênero compreendida como original, atribuindo papéis específicos aos ditos sexos. Além disso, as performatividades de gênero, da forma como conhecemos, utilizam de objetivo estratégico para manter a estrutura binária. Vicente (2015) mostra alguns modos onde as performatividades discursivas perpassam aspectos corporais – furar a orelha e/ou usar saia -, comportamentais – brincar de boneca e não correr - e de arquitetura, como quarto cor-de-rosa. Desse modo, como pontua de los Santos Rodriguez (2019), as concepções binárias são simplistas e inadequadas para abarcar as complexidades existentes entre as múltiplas performatividades de gênero.

Para Muszkat (2018), o caminho para transformação da realidade é a resignificação da perspectiva binária e maniqueísta. A autora propõe um "rompimento com esse sequestro da multiplicidade de opções em prol do cerco à singularidade" (MUSZKAT, 2018, p. 68). Assim, a perspectiva a ser adotada é da riqueza de possibilidades e complexidades que cada um traz consigo.

Sobre o contexto do masculino, Raewyn Connell (2005) atenta para o conceito de masculinidade hegemônica, utilizando a concepção de hegemonia de Antonio Gramsci. Connell (2005) argumenta que a masculinidade hegemônica é a forma com que homens, apoiados pelo patriarcado, sustentam sua dominação enquanto colocam as mulheres em posição de subordinação. Assim, são estratégias criadas toda vez que homens se sentem ameaçados por mulheres nas relações de poder. Performatividades hegemônicas se manifestam a partir do culto à força, virilidade, exaltação ao masculino, competitividade, violência, arrogância. Embora ocorra a subordinação feminina, homens que não se enquadram no papel social hegemônico também têm suas performatividades marginalizadas. Connell e Messerschmidt (2013) argumentam que a masculinidade hegemônica talvez seja exercida por uma minoria, contudo, possui caráter normativo. Portanto, mesmo aqueles que não se veem dentro desse padrão, podem apresentar performatividades rudes para que sejam reconhecidos dentro do grupo.

A masculinidade hegemônica no ensino de Ciências

O conceito de masculinidade hegemônica pode ser percebido em estudos no campo do Ensino de Ciências. Archer, DeWitt e Willis (2014) desenvolveram pesquisas com o foco de investigar como as motivações/aspirações às carreiras científicas estão relacionadas com as performatividades discursivas de meninos. As autoras encontraram cinco performatividades que foram classificadas como "*young professors*", "*cool/footballer scientists*", "*behaving/achieving boys*", "*popular masculinity*" e "*laddish boys*". Resumidamente, os estudantes enquadrados em *young professors* são aqueles que prezam pela excelência acadêmica, principalmente em Ciências e Matemática, estão alinhados aos valores da escola, se vêem como mais maduros e típicos *geeks/nerds*.

Alunos classificados como *cool/footballer scientists* apresentam bom desempenho nas áreas de Ciências e interesses relacionados às carreiras científicas. Entretanto, buscam equilibrar, de forma explícita, o interesse por Ciências com performatividades ditas de popularidade masculina, isto é, gostam de estar na moda, se interessam por esportes e videogames. Archer, DeWitt e Willis (2014) argumentam que esses meninos apresentam essa performatividade de popularidade heterossexual para que não sejam classificados como *nerds*. A categoria de *behaving/achieving boys* abarca estudantes considerados bons pela perspectiva dominante de sistema educacional. São meninos quietos, comportados e que fazem as atividades, contudo não apresentam interesses nas carreiras científicas. No que diz respeito a *popular masculinity boys*, são alunos que apresentam interesse em Ciência, mas não a ponto de se tornarem cientistas. Esse grupo demonstra bom rendimento escolar e combina performatividades hegemônicas de masculinidade. As autoras afirmam que apesar da busca pela popularidade, não são comportamentos extremos como violência, arrogância. A última classificação, *laddish boys*, revela um grupo de alunos que exerce visivelmente comportamentos hegemônicos como machismo, objetificação feminina, força e violência. Esses meninos, de forma geral, mostram pouco interesse nas aulas de Ciências, considerando-as chatas e não apresentam motivações para carreiras científicas.

O trabalho de Archer, DeWitt, Willis (2014) evidencia uma forte relação entre Ciência e masculinidades, abordando eixos como classe social e raça/etnia. As autoras mostram que há diferentes relações entre performatividades e os interesses por essas disciplinas, de modo que não só as meninas são afastadas das Ciências, mas meninos com diversos tipos de performatividades também. Além do artigo apontar como as áreas científicas têm sido construídas, podemos compreender que precisamos repensar os rumos dos currículos de Ciências, a fim de que as questões de gênero sejam englobadas.

Partindo dessa premissa, um estudo mais recente buscou avaliar de que forma as performatividades de gênero têm sido reproduzidas e avaliadas no espaço escolar, especialmente nas aulas de Ciências (ARCHER et al., 2019). Realizada em seis escolas em Londres, a pesquisa revelou que as performatividades consideradas masculinas eram legitimadas em detrimento das femininas justamente devido aos discursos e ações atribuídos à masculinidade, como competir, controlar a conversa da turma e policiar as aulas. Outro aspecto importante nesta pesquisa é que Archer et al. (2019) conseguem demonstrar na prática que o sujeito subalterno não é uma identidade, mas sim uma posição (SPIVAK, 2010), pois embora os meninos participantes da pesquisa ocupem um lugar subalterno socialmente, por serem da classe trabalhadora, ainda assim, nas aulas de Ciências ocupam o lugar de dominantes quando comparados às meninas. Por outro lado, meninos que performavam feminilidade eram igualmente deslegitimados nessas aulas.

Dentro da perspectiva do ensino de Ciências há outros trabalhos que investigam as performatividades de adolescentes em salas de aulas e em visitas a museus de Ciências (ARCHER et al, 2016; ARCHER et al, 2019). Nessas pesquisas, as autoras identificaram diferentes performatividades de estudantes relacionando-as com as classes sociais e etnias.

Em ambos os estudos, foram identificadas performatividades masculinas dominantes que subjogavam alunas e alunos que não se enquadravam nesse perfil competitivo.

Porro e Arango (2011) destacam a importância da perspectiva de gênero no ensino de Ciências na América Latina, visto que a Ciência é um empreendimento humano e que a relação entre Ciência e masculinidade deve ser revista. Nesse sentido, acreditamos que apenas mostrar cientistas diferentes do padrão – homem, branco, europeu – é insuficiente. A alteridade deve se fazer presente para que possa existir um ambiente plural.

Outros aspectos importantes a serem considerados são a naturalização da masculinidade hegemônica e os modos de subjetivação. A masculinidade hegemônica, como já mencionado anteriormente, é normativa, todavia, não deve ser tratada como algo normal. Sob a perspectiva dos currículos CTS, é possível discutir criticamente quais são os valores e interesses que orientam essas concepções dominantes, abordando desde os fatores éticos até os econômicos. Em conjunto com a concepção naturalizada das performatividades hegemônicas, os modos de subjetivação necessitam ser alterados. Bourdieu (2012) afirma que os processos de subjetivação ocorrem de modo individual e coletivo ao longo da vida. Portanto, a Escola enquanto instituição também é responsável nessa transformação.

Vicente (2015) explica que, nas obras de Judith Butler, o termo inteligibilidade é utilizado com associação aos corpos/performatividades legítimos e compreensíveis em meio ao social. Vivemos em um mundo em constante transformação, mas que apenas considera corpos/performatividades inteligíveis em meios heteronormatizados. Em contrapartida, o ensino CTS pode possibilitar que a diversidade de performatividades seja subversiva aos estereótipos e orientar para que a inteligibilidade não seja restringida ao binarismo. Isto é, a possibilidade de humanização de diversas performatividades dentro do ensino de Ciências.

Currículo CTS como problematizador, questionador e desconstrutor da Ciência masculinizada

O enfrentamento da visão de Ciência baseada na hegemonia masculina eurocêntrica demanda propostas curriculares capazes de problematizar a construção histórica do campo e formar cidadãos e novos pesquisadores aptos a desafiar essa epistemologia hegemônica, promovendo a edificação de novas formas de se fazer Ciência que incorporem os saberes e concepções de mundo dos sujeitos e grupos tradicionalmente excluídos da produção do conhecimento científico. O enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) se apresenta, portanto, como um edifício teórico robusto, capaz de sustentar propostas curriculares de enfrentamento a essa produção científica masculinizada, abrindo espaço para que as questões de gênero possam ser discutidas nos ambientes de formação, seja na Educação Básica, seja no Ensino Superior.

Segundo Bybee (1987), os currículos baseados nesse enfoque se caracterizam por apresentar conteúdos científicos e tecnológicos e desenvolver habilidades a eles relacionadas em contextos pessoais e sociais e por promover a tomada de decisões a partir de posicionamentos axiológicos construídos com a influência desses conteúdos e habilidades. Somando-se esse posicionamento a de outros autores, como Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988), Santos e Mortimer (2000) e Santos (2008), entendemos que os currículos com enfoque CTS se caracterizam por apresentar discussões e reflexões sobre o conhecimento científico e tecnológico em uma perspectiva ao mesmo tempo crítica e humanista. Crítica por se propor a caminhar entre o dogmatismo - que aceita a validade dos pressupostos epistemológicos que baseiam a construção desse conhecimento como universais e naturalmente verdadeiros – e o ceticismo, que, em outro extremo, não se satisfaz com a validade histórica desses

pressupostos (BRUGGER, 1977); humanista por requerer o reconhecimento da presença dos sujeitos que constroem ou que utilizam esse conhecimento em contextos históricos e sociais específicos e entendê-los como ponto focal de convergência dos sentidos de construção desses conhecimentos e como valor máximo dos processos de tomada de decisão em sociedade.

Em sintonia com essa concepção crítica e humanista, os estudos CTS têm se voltado, desde a década de 1980, para as relações entre a produção do conhecimento científico e tecnológico e as questões de gênero, especialmente em relação ao apagamento da participação das mulheres nesse processo. Esses estudos apontam que o ensino das Ciências da Natureza e Exatas tem se caracterizado por uma apresentação elitista da Ciência e da Tecnologia que é desconectada das controvérsias do mundo contemporâneo, reproduzindo discursos androcêntricos e subalternizando as demais performatividades de gênero (HUGHES, 2000; FERNANDES, NORONHA e FRAGA, 2017). Esses discursos se expressam em materiais didáticos através da associação simbólica entre a ciência “dura” e a imagem masculina idealizada no Romantismo, onde os homens são vistos como dotados de vigor moral e objetividade, enquanto as mulheres, tidas como volúveis e frívolas, estariam associadas às Ciências Sociais e às Ciências Biológicas. Cabe considerar que essa associação se consolida durante a expansão da produção científica associada à Revolução Industrial, estabelecendo uma ligação íntima entre masculinidade, ciências “duras”, tecnologia industrial e geração de riqueza – ou seja, entre masculinidade e a expansão do capitalismo - que perdura até hoje nas sociedades ocidentais.

Para além das representações nos livros didáticos, a subalternização das performatividades femininas na área de Ciência e Tecnologia impactam diretamente nas atividades de pesquisadoras em universidades e centros de pesquisa. Se as últimas décadas viram um aumento do número de mulheres em postos de trabalho nessa área, o mesmo não se deu, de forma expressiva, nos cargos de chefia. Surmani e Tortato (2020) reforçam que esse fenômeno, denominado de “teto de cristal”, assim como o chamado “labirinto de cristal” – barreiras que se apresentam à mulher em função de ser socialmente constrangida a assumir a responsabilidade pelo lar e pela criação dos filhos – são instrumentos utilizados pela hegemonia androcêntrica para reduzir a participação das mulheres em lugares de destaque nas instituições científicas, minimizando suas contribuições para o desenvolvimento científico e tecnológico. Algumas políticas públicas e ações promovidas por empresas multinacionais têm promovido editais e prêmios que valorizem a participação feminina no campo da Ciência e Tecnologia, porém ainda há um longo caminho a ser percorrido até alcançarmos a equidade de gêneros nos espaços de pesquisa científica e tecnológica. Urge, ainda, levar essa discussão para os ambientes escolares, para que as alunas interessadas em Ciência e Tecnologia possam se inserir nessa discussão o mais cedo possível.

Fernandes, Noronha e Fraga (2017) apontam três perspectivas para a inclusão de questões ligadas à participação das mulheres na produção do conhecimento científico e tecnológico nos currículos: a apresentação das histórias e produções de mulheres no campo científico, a discussão sobre os diferentes caminhos e percalços trilhados por homens e mulheres nas profissões de cunho científico e tecnológico e o estudo dos modos de reprodução da hegemonia androcêntrica nos currículos, de forma a encontrar alternativas que promovam a identificação e consequente adesão de mulheres a essas profissões. Esta última vertente abre a possibilidade da crítica sobre as epistemologias que serviram de base para a construção do conhecimento científico e tecnológico no mundo ocidental, pavimentando o caminho para que novas epistemologias possam ser incorporadas ao fazer científico.

Entretanto, essas perspectivas não garantem a desconstrução dos estereótipos de gênero e a democratização da representação feminina nas discussões sobre Ciência e Tecnologia. Em levantamento realizado por Januário, Oliveira e Rocha (2020) acerca das autoras cujas obras estão incluídas na bibliografia recomendada em disciplinas de programas

de pós-graduação *stricto sensu* brasileiros associados ao enfoque CTS, as autoras verificaram que além de um menor número de obras de autoria feminina serem indicadas, essas, quando o são, pertencem majoritariamente à autoras brancas estadunidenses ou europeias, sendo que 20 delas são responsáveis por 32,6% das obras indicadas. Das seis autoras brasileiras da lista, apenas uma não pertence ao mesmo perfil étnico, e há somente três autoras negras citadas, nenhuma brasileira. Assim, mesmo quando há um movimento em prol da diversificação e da inclusão de obras de autoria feminina nos debates sobre CTS, ainda há a tendência de se manter as relações hegemônicas impostas pelo patriarcado, com a invisibilização de mulheres negras e fora do circuito EUA-Europa. Urge, portanto, que a aproximação dos currículos CTS às questões de gênero se entrelacem com os crescentes debates sobre decolonialismo e interseccionalidade para que não corroborem com as novas roupagens adotadas pelos discursos hegemônicos no campo de Ciência e Tecnologia.

A incorporação de questões de gênero nos currículos precisa ser conduzida de forma crítica, para que não reproduza e reforce processos de subalternização, a concepção binária e os estereótipos associados aos gêneros masculino e feminino. Como aponta Hughes (2000), nem todas as meninas serão motivadas por uma mesma abordagem ou pela inclusão de questões sociocientíficas. Além disso, como colocado por Muszkat (2018), se há diversas formas de ser mulher, também há diferentes masculinidades, que não são igualmente contempladas por abordagens conteudistas. Posicionamentos simplistas que entendem esses dois gêneros como opostos, bastando adicionar características associadas a um ou ao outro para produzir currículos equilibrados apenas reforçam os discursos hegemônicos.

Para Hughes (2000), currículos CTS, ao abordarem o contexto social, trazem para os alunos a possibilidade de entrarem em contato com a participação das mulheres e de outros grupos marginalizados para a Ciência e a Tecnologia. Além disso, a inclusão de temas sociocientíficos no ensino de Ciências tem promovido o engajamento de meninas a disciplinas dessa área, sem comprometer a motivação dos meninos.

Ainda em relação a essa questão, é necessário entender que os gêneros não são construções estáticas, mas performatividades dinâmicas que expressam não só a identidade do sujeito, mas também o lugar que é permitido que esse sujeito ocupe em uma determinada estrutura social. Essa complexa rede performativa também irá afetar a adesão de alunos a currículos de Ciências clássicos ou CTS, como exposto por Ideland e Malmberg (2012), que estudaram a adesão de alunos e alunas de duas escolas suecas a uma proposta curricular baseada em questões sociocientíficas. As escolas possuem públicos muito distintos, sendo uma localizada em uma área urbana e frequentada principalmente por filhos de imigrantes, enquanto a outra se encontra em um subúrbio, sendo o perfil dos discentes caracterizado como monoétnico (brancos, filhos de famílias suecas tradicionais). A pesquisa revelou que tanto meninas da escola suburbana quanto meninos da escola urbana estabelecem performatividades semelhantes, rejeitando o discurso sociocientífico, porém por razões distintas: enquanto essas alunas desejam serem identificadas por uma performatividades socialmente esperada para elas (bom desempenho acadêmico, corpo saudável e controle sobre seu futuro), os alunos urbanos filhos de imigrantes assumem a mesma performatividade para se afastarem daquela socialmente esperada para eles: desajustados, indolentes com o estudo, com poucas habilidades linguísticas no idioma nacional (sueco); assim, buscam o caminho aparentemente mais seguro para alcançar o "sucesso" nessa sociedade hostil: um ensino focado na meritocracia, onde o professor – e a escola – apresentam, *a priori*, o que se espera desse aluno. Já as meninas da escola urbana desempenharam performatividades com maior aceitação de um currículo CTS por também buscarem se afastar do perfil esperado para elas por suas famílias: meninas muçulmanas discretas, oprimidas e obedientes.

Entretanto, não devemos adotar esses esquemas performativos como padronizados, ou seja, que sempre devemos esperar que meninos associados a grupos marginalizados

exercerão performatividades que os afastem do estereótipo esperados ou que meninas de famílias comodamente inseridas no esquema cultural de sua comunidade expressarão performatividades de adesão a esse estereótipo. Outros estudos mostram que, por exemplo, meninas da classe média trabalhadora inglesa ou filhos de imigrantes podem abraçar fortemente esses estereótipos, hipertrofiando a expressão desses em suas performatividades na escola (AMBJORNSSON, 2004 apud IDELAND; MALMBERG, 2012; ARCHER, 2003; ARCHER et al, 2019). Sendo a escola um ambiente de reprodução dos esquemas de exclusão social (BOURDIEU e PASSERON, 2014), seus discursos tendem a ser rejeitados pelos alunos oriundos de grupos marginalizados; se o discurso escolar adota perspectivas sociocientíficas nas aulas de Ciências, poderá ocorrer a rejeição dessa abordagem pelos alunos mais desfavorecidos - aqueles que potencialmente seriam os mais beneficiados e incluídos nessa abordagem - em função de sua rejeição da escola como um todo. Como frisam Ideland e Malmberg (2012), todo modelo pedagógico, incluindo os currículos CTS, incluem e excluem diferentes sujeitos, sendo necessário que se tenha a perspectiva de que a verdadeira inclusão exige currículos e práticas pedagógicas democráticas o suficiente para abrigar discursos e performatividades fora da expectativa desejada pela escola, seja ela baseada nos pressupostos do enfoque CTS ou não. Portanto, currículos CTS não são panaceias que, uma vez postos em movimento, irão garantir a adesão de todos os alunos ao ensino de Ciências socialmente contextualizado.

Outro aspecto a ser considerado é que os discursos androcêntricos regulam as práticas dos docentes em sala de aula e até mesmo algumas políticas públicas relacionadas ao ensino de Ciências Exatas e da Natureza (HUGHES, 2000), perpetuando a visão hegemônica masculina em livros didáticos e avaliações. Vicente (2018), ao estudar como as relações de gênero são abordadas nas questões das provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), constatou que estas se pautam em uma concepção binária de gênero (reconhecimento apenas da díade homem/mulher) e que a mulher é comumente apresentada subordinada ao homem, sendo associada à maternidade e ao cuidado do lar. A atual onda conservadora que assola não só o Brasil como outros países ocidentais, traz a possibilidade de que os avanços conquistados em prol da equidade de gênero sofram retrocessos significativos, com o reforço do discurso androcêntrico nas políticas educacionais desses países.

Portanto, a formação de professores para trabalharem com currículos CTS é outro ponto importante a ser trazido para este debate. Os cursos tradicionais trabalham pouco as relações entre os conteúdos científicos e as questões sociocientíficas, fazendo com que os professores se sintam pouco à vontade em trabalhar essa abordagem com seus alunos (HUGHES, 2000). Os professores, caso não participem de um processo formativo crítico, podem tornar-se sujeitos reprodutores do discurso hegemônico androcêntrico a partir da associação entre conceitos abstratos e masculinidade e entre conteúdos sociocientíficos e feminilidade. Essa associação facilita a apresentação de abordagens conteudistas no ensino das Ciências da Natureza, desvinculadas das questões sociais e da tomada de decisão, e transformam os professores em agentes de um processo que visa selecionar um grupo masculino elitizado para ter acesso a carreiras científicas.

Enquanto a maioria dos debates sobre as relações entre currículos CTS e questões de gênero se atenam à participação feminina na área de produção do conhecimento científico e tecnológico, outras discussões podem e precisam ser trazidas à cena. Uma das mais relevantes diz respeito à população LGBTQI+, que vem assumindo o protagonismo de discussões acerca da sua representatividade no campo científico. O tema tem mobilizado a comunidade científica, levando sociedades como a Royal Society of Chemistry¹ a promover eventos e publicar materiais sobre o tema, incluindo orientações para dirigentes sobre como apoiar e respeitar pesquisadores LGBTQI+ pertencentes aos quadros de suas instituições. Powell, Terry e Chen

¹ <https://www.rsc.org/new-perspectives/talent/inclusion-and-diversity/>

(2020) também abordam a questão da inclusão de cientistas LGBTQI+ em um artigo na prestigiada revista *Nature*, trazendo as histórias de alguns membros dessa comunidade, narrando as dificuldades pessoais e profissionais sofridas nos meios acadêmicos, escolares e industriais por aqueles que não expressam as performatividades aceitas dentro do rígido padrão binário heteronormativo adotado nas sociedades patriarcais ocidentais.

Portanto, a elaboração de currículos CTS em diálogo com as discussões sobre performatividades de gênero precisam ultrapassar discussões simplistas e visões historicamente ultrapassadas, conforme nos aponta Lima e Siqueira (2013):

É importante, no entanto, ter em vista que a abordagem de questões relativas a gênero e sexualidade no contexto do currículo das ciências não obrigatoriamente precisa ser prescritivo, dualista, normalizador ou vinculado exclusivamente a respostas certas ou erradas. Deve-se atentar para o questionamento dos/as alunos/as a respeito de situações mais amplas, relativas tanto ao funcionamento do corpo como a sentimentos ou processos de discriminação presentes em suas próprias vidas; ou ainda que se abra a possibilidade de desenvolver o conhecimento levando em conta suas bases epistemológicas e as condições históricas e sociais envolvidas na sua construção, bem como os desdobramentos implicados na utilização deste conhecimento na sua atuação na sociedade, na sua subjetividade e nas vivências da sexualidade do sujeito (LIMA e SIQUEIRA, 2013, p. 166).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de encerrar, momentaneamente, nossas ponderações, trazemos a filósofa alemã Hannah Arendt (2007), que enfatiza a ação como sendo a atividade relacionada à condição humana. A ação (*práxis*) e o discurso (*léxis*) são características que fundam a atividade política, cuja existência é fundamental para a cidadania. Para a filósofa, a ação pressupõe a pluralidade como condição. Por esse prisma, entendemos que a coexistência das identidades de gênero sem hierarquias é essencial para que a formação cidadã seja possível. O ensino CTS, sob sua perspectiva humanista, pode se apropriar dos modos de pensar a cidadania dentro desse contexto, onde a Ciência e a Tecnologia são utilizadas para a reprodução das dicotomias de gênero. Para além disso, os currículos CTS podem propiciar a reflexão da atividade científica como reprodutora de estereótipos de gênero. Como mostramos antes, há diversas performatividades discursivas não normativas sendo reprimidas, mas que podem contribuir tanto para a construção da Ciência quanto para novas formas de compreender a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Parafraseando a famosa frase de Beauvoir no título deste artigo, acreditamos que tornar-se cientista faz parte de uma construção que deve ser estimulada entre os sujeitos pertencentes aos grupos que atualmente se encontram marginalizados na área de Ciência e Tecnologia.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química do Instituto de Química da UFRJ (PEQUI/UFRJ), ao Laboratório Didático de Química (LADQUIM/UFRJ), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Pró-Reitoria de Extensão da UFRJ (PR5/UFRJ).

REFERÊNCIAS

ARCHER, Louise. **Race, masculinity and schooling**: Muslim boys and education. Maidenhead: Open University Press, 2003.

ARCHER, Louise; DAWSON, Emily; SEAKINS, Amy. et al. "I'm Being a Man Here": Urban Boys' Performances of Masculinity and Engagement With Science During a Science Museum Visit, **Journal of the Learning Sciences**, v. 25, n. 3, p. 438-485, 2016.

ARCHER, Louise; DeWITT, Jennifer; WILLIS, Beatrice. Adolescent Boys' Science Aspirations: Masculinity, Capital, and Power. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 51, n. 1, p. 1-30, 2014.

ARCHER, Louise; NOMIKOU, Effrosyni; MAU, Ada. et al. Can the subaltern 'speak' science? An intersectional analysis of performances of 'talking science through muscular intellect' by 'subaltern' students in UK urban secondary science classrooms. **Cultural Studies of Science Education**, v. 14, p. 723-751, 2019.

ARENDRT, Hannah. **A condição humana**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007.

BOURDIEU, Pierre. **A dominação masculina**. 11ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean-Claude. **A Reprodução**: Elementos para uma teoria do sistema de ensino. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

BRUGGER, Walter. **Dicionário de filosofia**. 3ª ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1977.

BUTLER, Judith. Actos performativos e constituição de gênero: Um ensaio sobre fenomenologia e teoria feminista. In: MACEDO, Ana Gabriela; RAYNER, Francesca (Org.). **Gênero, cultura visual e performance**: Antologia crítica. Minho: Universidade do Minho/Húmus, 2011.

BUTLER, Judith. **Problemas de gênero**: feminismo e subversão da identidade. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2003.

BYBEE, Rodger W. Science education and the science-technology-society (STS) theme. **Science Education**, v. 71, n. 5, p. 667-683, 1987.

CÉSAR, Maria Rita. Gênero, sexualidade e educação: notas para uma "Epistemologia", **Educar em revista**, Curitiba, n. 35, p. 37-51, 2009.

CHASSOT, Attico. **A ciência é masculina? É, sim senhora!** 6ª ed. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2013.

CONNELL, Raewyn. **Masculinities**. 2ª ed. Berkeley: University of California Press, 2005.

CONNELL, Raewyn W.; MESSERSCHMIDT, James W. Masculinidade hegemônica: repensando o conceito. **Revista Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 241-282, 2013.

De los SANTOS RODRIGUEZ, Shay. Um breve ensaio sobre a masculinidade hegemônica. **Revista Diversidade e Educação**, v. 7, n. 2, p. 276-291, 2019.

FERNANDES, Alice; NORONHA, Isabela; FRAGA, Lais. O elefante na sala de aula: gênero e CTS para o ensino de Engenharia. **Anais dos Encontros Nacionais de Engenharia e Desenvolvimento Social**, v. 14, n. 1, 2017.

FOUCAULT, Michel. A vida dos homens infames. In: Estratégia, poder-saber. **Ditos e escritos IV**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003.

HOFSTEIN, Avi; AIKENHEAD, Glen; RIQUARTS, Kurt. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988.

HUGHES, Gwyneth. Marginalization of Socioscientific Material in Science–Technology–Society Science Curricula: Some Implications for Gender Inclusivity and Curriculum Reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 5, p. 426–440, 2000.

IDELAND, Malin; MALMBERG, Claes. Body talk: students' identity construction while discussing a socioscientific issue. **Cultural Studies of Science Education**, v. 7, p. 279–305, 2012.

JANUÁRIO, Letícia Azevedo; OLIVEIRA, Jussara Ribeiro de; ROCHA, Etienne Siqueira. Perspectiva feminista em programas de pós-graduação CTS: diagnóstico sobre suas limitações. **Redes. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología**, v. 26, n. 50, p. 53-69, 2020.

KERGOAT, Danièle. O cuidado e as imbricações das relações sociais. In: ABREU, Alice; HIRATA, Helena; LOMBARDI, Maria Rosa (Org.). **Gênero e trabalho no Brasil e na França: perspectivas interseccionais**. São Paulo: Boitempo, p. 17-26, 2016.

LIMA, Ana Cristina; DE SIQUEIRA, Vera Helena F. Ensino de Gênero e Sexualidade: diálogo com a perspectiva de currículo CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 151-172, 2013.

LOURO, Guacira L. Pedagogias da sexualidade. In: LOURO, Guacira. L. (Org.). **O corpo educado: pedagogias da sexualidade**. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, p. 07-34, 2000.

MORGENROTH, Thekla; RYAN, Michelle. Gender Trouble in Social Psychology: How Can Butler's Work Inform Experimental Social Psychologists' Conceptualization of Gender? **Frontiers in Psychology**, v. 9, p. 1-9, 2018.

MUSZKAT, Malvina. **O homem subjugado: O dilema das masculinidades no mundo contemporâneo**. São Paulo: Summus, 2018.

NICHOLSON, Linda. Interpretando o gênero. **Revista Estudos Feministas**, v. 8, n. 2, p. 9-41, 2000.

PEREIRA, Juliana. **Ser cientista: Tensões entre gênero e ciência**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

PORRO, Silvia; ARANGO, Claudia. A importância da perspectiva do gênero no ensino das ciências na América Latina. In: SANTOS, Wildson; AULER, Décio (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

POWELL, Kendall; TERRY, Ruth; CHEN, Sophia. How LGBT+ scientists would like to be included and welcomed in STEM workplaces. **Nature**. v. 586, n. 7831, p. 813-816, 2020.

RODRIGUES, Carla. O pensamento de Judith Butler. Google Drive. **Biblioteca Digital Sara Wagner, pasta Judith Butler**. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1bwiEvcjF3hZtg1EwunO_gPOw3gJpKp84>. Acesso em: 30 Mar. 2021.

ROSE, Hilary. "Nada menos que metade dos laboratórios". In: ROSE, Steven; APPIGNANESI, Lisa (Org.). **Para uma nova ciência**. Lisboa: Gradiva, p. 221-244, 1989.

SALIH, Sara. **Judith Butler e a Teoria Queer**. 1ª ed., Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2015.

SANTOS, Wildson Luiz P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2008.

SANTOS, Wildson Luiz P.; MORTIMER, Eduardo F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SARDENBERG, Cecília. Da crítica feminista à Ciência a uma Ciência Feminista? In: COSTA, Ana Alice; SARDENBERG, Cecília (Org.). **Feminismo, Ciência e Tecnologia**, v. 8. Bahia: Coleção Bahianas, 2002.

SCOTT, Joan. **Gender and the Politics of History**. New York: Columbia University Press, p. 28-50, 1988.

SILVA, Lohrene de L. **Análise das relações de poder de gênero no Ensino de Ciências proposto pela Base Nacional Comum Curricular sob a perspectiva da Teoria do Patriarcado**. 2019. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

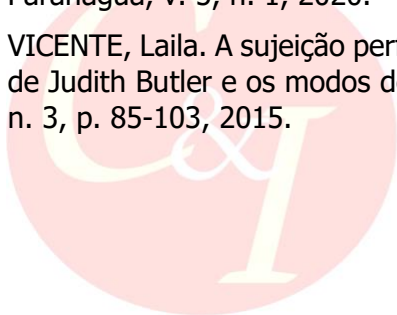
SILVA, Luciana; SILVA, Elenita. Masculinidades no contexto escolar: como a temática é abordada em artigos publicados em dossiês de periódicos nacionais. **Revista Diversidade e Educação**, v.7, n.2, p. 20-44, 2019.

SILVA, Maria José; ARANTES, Adlene S. Questões de gênero e orientação sexual no currículo, a partir da BNCC. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**, 4.; 2017. Paraíba: Editora Realize, 2017.

SPIVAK, Gayatri. **Pode o subalterno falar?** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

SURMANI, Josiane de S.; TORTATO, Cíntia de S. Influência do Estereótipo de Gênero na Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista Mundi Sociais e Humanidades**. I Encontro Nacional Interdisciplinar em Ciência, Tecnologia e Sociedade (ENICTS 2019). Edição Especial. Paranaguá, v. 5, n. 1, 2020.

VICENTE, Laila. A sujeição performativamente engendrada: atravessamentos entre os estudos de Judith Butler e os modos de subjetivação em Michel Foucault. **Periódicus**. Salvador, v. 1, n. 3, p. 85-103, 2015.



Revista
Ciências & Ideias

CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE COM PENSAMENTO CRÍTICO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DESDE OS PRIMEIROS ANOS DE ESCOLARIDADE

SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY WITH CRITICAL THINKING IN EDUCATION IN SCIENCE SINCE THE EARLY YEARS OF SCHOOLING

Rui Marques Vieira

rvieira@ua.pt

*Universidade de Aveiro, Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores
Departamento de Educação e Psicologia, Portugal*

RESUMO

A educação em ciências tendo em vista a meta da literacia científica para todos e desde os primeiros anos de escolaridade tem vindo a assumir-se como uma necessidade e uma exigência social e económica de vários países. Uma das vias, que progressivamente tem sido defendida por parte da comunidade científica desta área, é a educação, perspectiva ou orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade. Outra que tem sido apontada é a que se prende com a promoção de capacidades, como as de pensamento crítico. Neste quadro e, particularmente na sequência de trabalhos de investigação que procuram a integração da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade com o pensamento crítico, procura-se começar por fundamentar a sua relevância. Nesse sentido apresenta-se em seguida uma breve resenha da investigação que se tem realizado em torno destas duas finalidades da educação em ciências para depois se salientar as suas articulações e, a partir destas, se destacar um quadro concetual que se tem vindo a aprimorar ao longo dos últimos 10 anos. Depois descreve-se e destacam-se algumas das propostas didáticas desenvolvidas a partir do mesmo referencial para a educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade. No final destacam-se algumas implicações futuras para a investigação, formação e inovação na educação em ciências com orientação CTS/PC e na formação de professores.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS); Pensamento Crítico (PC); Educação em Ciências.

ABSTRACT

Science education, in terms of the set goal of scientific literacy for all since the first years of schooling, has become a social and economic necessity and demand in several countries. One of the ways to achieve that, which has been progressively defended by the scientific community in this area, is education, through a Science-Technology-Society perspective or orientation. Another way that has been stressed relates to the promotion of skills, such as those concerning critical thinking. In this context and particularly following research that seeks to articulate Science-Technology-Society education and critical thinking, we aim to start by substantiating its relevance. In this sense, a brief review of the research that has been carried out around these two purposes of science education is presented, in order to highlight their relation and, from such relation, to stress a conceptual framework that has been worked on and improved over the past 10 years. Following, some of the didactic proposals developed

from the same reference for science education since the first years of school are described and emphasized. Finally, a few future implications for research, formation, and innovation in science education, with a CTS/CT orientation and aimed at teacher education, are put forward.

KEYWORDS: *Science-Technology-Society (STS); Critical Thinking (CT); Education in Science.*

INTRODUÇÃO

Cerca de um ano após o início da pandemia COVID-19 o planeta continua a enfrentar múltiplos desafios, desde logo sanitários. Várias medidas têm sido tomadas para a mitigar e tentar resolver, como é o caso da vacinação, que avançou em 2021 em vários países. A imprevisibilidade e as repercussões na vida das pessoas e dos ecossistemas têm sido visíveis, embora diferentemente conforme as diversas localizações, a visão e ideologia dominante e o *poder de influência* de países e regiões, com destaque para o agravamento da situação de insustentabilidade que, cada vez com maior urgência, impele a ações concretas fundamentadas.

A educação de qualidade, que é o objetivo quatro dos 17 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) no quadro da promoção de uma cidadania colaborativa e responsável (Nações Unidas, 2018), é seguramente uma das vias para a mudança e ação que urge. Na educação em Ciências, e tendo em vista uma Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), a perspectiva, movimento ou orientação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem-se assumido como uma das vias para a literacia científica de todos os estudantes desde os primeiros anos de escolaridade. Defende-se, nesta ótica, o desenvolvimento de saberes científicos fundamentais para uma cidadania mais democrática e sustentável no contexto de transformações voláteis, incertas e inéditas, complexas e ambíguas e, ainda, fortemente imerso em tecnologia(s) (Martins, 2019; Vieira e Tenreiro-Vieira, 2016; Tenreiro-Vieira e Vieira, 2020) e como via contra o ressurgimento de movimentos autoritários e fascistas (Galamba e Matthews, 2021).

Outra via, que tem vindo a ser assumida como completar e que se tem procurado integrar e articular com a anterior, é a ligada à promoção do pensamento crítico (PC). O seu desenvolvimento na educação em Ciências de forma explícita tem vindo a ser defendido por diferentes autores e investigadores como Bailin (2002) e Tenreiro-Vieira e Vieira (2000; 2013; 2014; 2019; 2020). Estes últimos, entre outros, têm procurado nas últimas duas décadas avançar com propostas didáticas para a educação em Ciências desde os primeiros anos, além da investigação que têm realizado em outras vertentes do processo de ensino / aprendizagem, como a formação de professores e a produção de recursos educativos, incluindo digitais.

Neste quadro e, particularmente na sequência de trabalhos que procuram a integração da educação CTS com o PC, como o trabalho inicial de Vieira (2003), neste artigo procura-se fundamentar a sua relevância e a investigação que se tem desenvolvido a partir dessas investigações e propostas. Nesse sentido começa-se por apresentar uma breve resenha destas duas finalidades da educação em Ciências para depois se salientar as articulações e a investigação que tem sido realizada, com destaque para as propostas didáticas desenvolvidas, desde os primeiros anos de escolaridade até ao ensino superior. Nas considerações finais procura-se uma sistematização e implicações futuras para a investigação, formação e inovação em torno do CTS/PC.

CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE E PENSAMENTO CRÍTICO

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem já um historial de várias décadas na educação, particularmente em Ciências. Mas, como salientam autores como Chrispino (2017), esta orientação não é exclusiva de disciplinas das ciências exatas e naturais, dado que

a abordagem didática de uma dada questão societal, do ponto de vista científico-tecnológico e socio-humanista, pode contribuir para a aproximação das “duas culturas”. Este percurso tem sido valorizado e assumido diversos enfoques, conforme a influência ideológica, política, incluindo de educação, dos vários países e continentes, sendo mesmo considerado como tendo gerado um novo paradigma de educação em ciências (MANSOUR, 2009).

Em geral, e no referido quadro da promoção da literacia científica, com a educação CTS pretende-se melhorar o interesse pelos conhecimentos Científicos e Tecnológicos (C&T) e a participação democrática dos cidadãos com compreensão dos problemas do mundo e para a construção de propostas coletivas da sua resolução ou que permitam minorá-los (VIEIRA, TENREIRO-VIEIRA E MARTINS, 2011). Para tal, tal como defendem estes últimos autores e outros como Aikenhead (2009) e Martins (2020), é igualmente necessária a promoção de atitudes e valores inerentes à prática da Ciência e da Tecnologia como atividades humanas contextualizadas, em um mundo socio-tecnológico em sucessivas e cada vez mais profundas mudanças, onde não é indiferente o que se ensina nem como se ensina.

Nesta perspetiva, procura-se assumidamente focar a Ciência em interação com a Tecnologia e com a Sociedade, desocultando essas inter-relações, controvérsias e influências mútuas. Afigura-se como sendo essencial a abordagem de temas em contextos reais com significado pessoal e social, que contribua para uma melhor qualidade de vida e que proporcione pensar sobre a Ciência e a Tecnologia do ponto de vista filosófico, ético e cultural (AIKENHEAD, 2009; MARTINS, 2020; VIEIRA et al., 2010; 2011).

Até porque, a abordagem de conteúdos científicos a propósito de assuntos sociais de reconhecida relevância, como a saúde e o ambiente, em conjugação com o envolvimento dos alunos na solução de problemas sérios que condicionam o futuro da humanidade (por exemplo: destruição do ambiente natural, doenças e armas nucleares) dá-lhes significado e torna-os mais compreensíveis para os alunos, aumentando assim a probabilidade de que não se tornem conhecimento inerte. (VIEIRA et al., 2011, p. 15)

Dentro desta panorâmica e na sequência de sistematizações anteriores, como a última citada e a publicada em Tenreiro-Vieira e Vieira (2014), na educação em ciências com orientação CTS, ressaltam atributos e implicações de índole diferenciada, incluindo para a ação, com destaque para: (i) Desenvolver currículos com o essencial da Ciência e com tópicos / temas de atualidade científica e tecnológica incluindo os controversos; o princípio global é: “Menos C&T e com mais profundidade em vez de uma extensa lista de conteúdos e em uma abordagem superficial”; (ii) Selecionar temas de relevância social que envolvem a C&T, evidenciando-as como atividades humanas, socialmente contextualizadas, que se influenciam mutuamente, em vez de conteúdos de índole internalista e canónica; (iii) Propor, quando adequado e exequível, abordagens holísticas e pluridisciplinares e/ou interdisciplinares; (iv) Confrontar ou coconstruir, sempre que possível, questões e situações-problemas, de relevância pessoal, local e global, capazes de suscitar a curiosidade, o interesse e o envolvimento do estudante e da comunidade, incluindo a científica e tecnológica; (v) Proporcionar explícita e intencionalmente a possibilidade de (re)construir conhecimento, desenvolver capacidades e atitudes / valores envolvidos nas relações Ciência, Tecnologia e Sociedade; (vi) Envolver ativamente os estudantes na resolução de problemas, na discussão de questões societais controversas, na tomada de decisão responsável, mobilizando, por exemplo, a procura e seleção de informação em recursos locais (materiais e humanos); e (vii) Diversificar estratégias e experiências de aprendizagem orientadas para mobilização de saberes na ação pessoal, profissional e social responsável.

Advoga-se, pois, para a educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade, a (re)construção de conhecimentos científicos, de atitudes / valores e o desenvolvimento de

capacidades, como as de pensamento crítico (PC), a propósito da abordagem de problemas sociais que envolvem a ciência e a tecnologia. Deste modo, e como evidencia investigação que tem sido desenvolvida, como por exemplo por Vieira et al. (2010; 2011) e Tenreiro-Vieira e Vieira (2019b; 2020) potencia-se o criar de condições para que tais aprendizagens se tornem úteis no dia-a-dia, não numa perspetiva meramente declarativa ou meramente instrumental mas sim numa perspetiva de ação, tendo também em consideração preocupações atuais de desenvolvimento sustentável e de uma cidadania esclarecida e atuante e com preocupações e contributos para a melhoria da qualidade de vida de todos.

Tal como estes últimos investigadores citados têm profusamente evidenciado ao longo dos últimos mais de 25 anos de investigação, formação e inovação, o PC está estreitamente ligado à utilização eficaz e racional do conhecimento científico, tecnológico e em diferentes situações e contextos, no quadro de práticas democráticas, a propósito de problemas que afetam a humanidade e nas quais todos, por exemplo, devem ter oportunidades de avaliar a validade da evidência e a credibilidade de fontes usadas.

Existe, sobre o PC na educação, em geral, e nas Ciências, em particular, um crescente interesse e investigação que tem sido realizada nas últimas décadas. Todavia, estes trabalhos estão suportados, quando assumido e explicitado, em diferentes tradições (filosófica, psicológica, educacional, ...) e em uma multiplicidade de perspetivas e conceptualizações. Estas têm sido apresentadas e sistematizadas em diferentes publicações como Tenreiro-Vieira e Vieira (2014; 2016; 2019b) e Facione (2015). Este último tem vindo sucessivamente a realizar atualizações em torno do conceito de PC, com base no método Delphi e envolvendo especialistas nesta área.

Pese embora estes avanços ainda se está longe de consensos. Por exemplo, o estudo realizado por Sousa e Vieira (2018) numa revisão integrativa de investigações na educação em Ciências no ensino básico português, revela a diversidade de referenciais, embora na maioria desses estudos tenha sido usada a definição operacional de Ennis, a partir da qual foram desenvolvidas diversas propostas e atividades didáticas. Entre outras conclusões, resultantes da revisão da maioria dos estudos, também se destaca o entusiasmo e o interesse dos alunos participantes nos diferentes estudos e que na sua maioria melhoraram as suas capacidades de PC. Em uma revisão sistemática mais recente de estudos sobre o PC na educação em ciências e matemática, Costa, Obara e Broietti (2020) centraram a atenção em 63 artigos científicos internacionais publicados entre 2010-2019 na base de dados do *Education Resources Information Center* (ERIC). Salienta-se que quase um quarto dos artigos mencionaram "pensamento crítico" sem citar referências nesta área ou clarificar a definição concetual adotada, realçando a necessidade de mais publicações nesta área e em contextos considerados ainda pouco representados, como a avaliação e o desenvolvimento do pensamento crítico de alunos e professores.

Neste sentido, tem vindo a ser realizado um aprofundamento concetual em torno do PC na educação e particularmente na educação em Ciências. Este partiu da revisão existente sobre este tipo de pensamento e da sua operacionalização em diferentes esferas didático-pedagógicas, como a da construção e produção de propostas didáticas desde os primeiros anos de escolaridade. Os avanços, especialmente nos últimos 10 anos, como os que se podem encontrar em Tenreiro-Vieira e Vieira (2011; 2013; 2016; 2018; 2019a; b; 2020), permitem avançar que o PC envolve quatro componentes ou dimensões: capacidades, disposições ou atitudes/valores, critérios e normas e, ainda conhecimentos, como se esquematiza na figura seguinte. Estes, podem ser mobilizados no contexto da resolução de problemas decorrentes das inter-relações CTS e são essenciais para se decidir racionalmente o que fazer ou em que acreditar (ENNIS, 1996; TENREIRO-VIEIRA e VIEIRA, 2018; 2019a; b; 2020).

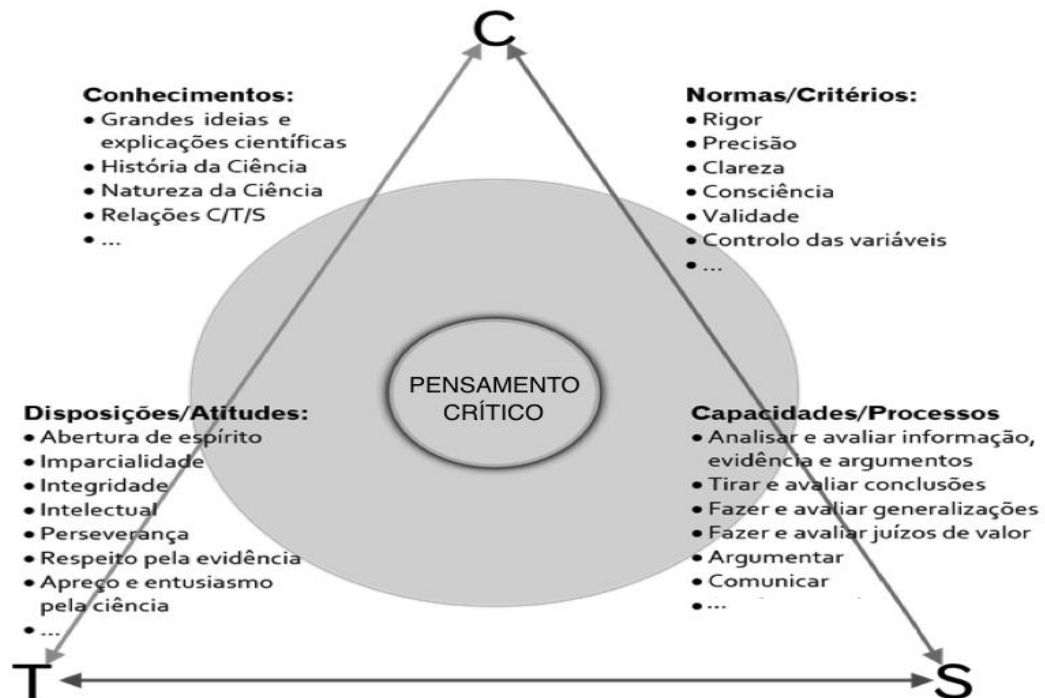


Figura 1: Quatro componentes ou dimensões do PC que podem potencializar as inter-relações CTS
Fonte: Adaptado de Tenreiro-Vieira e Vieira (2011; 2013; 2014; 2016; 2018)

Assim, no que se refere ao componente a que se tem dedicado mais atenção e investigação – as capacidades, pese embora não exista total acordo quanto às envolvidas no PC, existe um conjunto que são recorrentes, como as de: comunicação, clarificação, argumentação, avaliação da credibilidade de fontes, inferências e identificação e reação a falácias e assunções. Já a das atitudes / disposições, que encerram em si uma ligação ao domínio afetivo, incluem, entre outras, a abertura de espírito, confiança e resiliência, a humildade e honestidade intelectual, bem como o respeito pela evidência e apreço pela Ciência e Tecnologia.

No que se refere aos conhecimentos, sinteticamente frisa-se estes são relevantes a dois níveis. Por um lado, são o contexto e base fundamental para se poder envolver ou responder a questão(ões) ou problema(s) de C&T. Por outro lado, é crucial desenvolver os conhecimentos inerentes ao próprio PC, como os relativos ao que são inferências, falácias, assunções, dados, resultados, conclusões e generalizações. No que diz respeito às normas e critérios prendem-se com a qualidade do pensamento e do juízo de valor e que são usadas na C&T, como o caso do rigor, ética e controlo de variáveis.

Com base nesta concetualização e dos contributos da investigação que tem sido realizada pelos mesmos investigadores e outros que têm integrado a sua equipa, por exemplo em projetos de pós-Doutoramento, incluindo de várias outros países, como o Brasil, salientam-se os atributos necessários para a promoção do pensamento crítico em contexto CTS, que Vieira (2018) resume com base no acrónimo PIGES: Princípios, o mais cedo possível; Intencionalmente, adotando para tal uma concetualização como a acima proposta; Gradualmente e de acordo com o potencial e contextos dos aprendentes; Explicitamente identificando as dimensões a promover; e Sistemáticamente, desde os primeiros anos de escolaridade e ao longo da vida.

CTS COM PC NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Uma educação em Ciências com uma orientação CTS com PC, tal como se acaba de propor, e na linha do defendido por investigadores como Vieira (2003), Vieira et al. (2011), Vieira, Moreira e Tenreiro-Vieira (2016) e Tenreiro-Vieira e Vieira, (2016b), destaca-se por um conjunto de motivos distintivos e disruptivos com o que atualmente continua a prevalecer nas práticas educativas. Um deles prende-se com o valorizar de situações reais para um ensino contextualizado da C&T, enfatizando as suas interações com a sociedade, capaz de viabilizar a eficaz mobilização de conhecimentos, disposições/attitudes e capacidades com normas necessárias à qualidade do PC. Este é um dos motivos que pode, entre outros, contribuir para um maior interesse dos estudantes pelas Ciências e Tecnologias e por seguirem carreiras nestas áreas. Um outro motivo relaciona-se com o partir de problemas ou questões de C&T, sempre que possível em num contexto interdisciplinar, com vista a mais integrada e articuladamente ser possível conciliar as análises fragmentadas e com linguagens diferentes, com propostas de resolução e tomada de decisão o mais debatida e coletiva possível.

Nesta ótica, além das razões que sustentam e reforçam a importância do PC, como o de ser considerado um ideal central ou mesmo o "coração" da educação e a base social de vivência democrática numa sociedade plural, com qualidade de vida, ele é também uma via privilegiada para a meta da literacia científica (VIEIRA E TENREIRO-VIEIRA, 2016a; b). Isto porque, ainda de acordo com estes autores, poderá permitir aos indivíduos tomar posição fundamentada e sustentada sobre questões e problemas de C&T, raciocinando logicamente de modo a detetar, por exemplo, incongruências na argumentação ou no sentido de suspender a tomada de decisão no caso de haver evidência insuficiente para traçar e sustentar uma conclusão.

Neste enquadramento, a orientação CTS com PC são finalidades da Educação em Ciências em diversos currículos de países de diferentes continentes, desde os primeiros anos de escolaridade, a qual deve ser orientada para a formação de cidadãos capazes de adequada e eficazmente mobilizar saberes em ação. Além do já referido, e como salientado pelos últimos autores citados, os pontos de convergência entre estas duas finalidades são diversos, dentre os quais se destaca, de forma resumida, o: (i) Selecionar temas ou conteúdos de índole mais social ligados à C&T que estimulem o potencial do PC de forma explícita, intencional, sistemática mas gradual e desde os primeiros anos de escolaridade (PIGES); (ii) Partir de questões-problema e valorizar de situações reais para um ensino contextualizado da Ciência, enfatizando as interações com a Tecnologia e a Sociedade, capaz de viabilizar a eficaz mobilização de conhecimentos, disposições/attitudes e capacidades, como as de PC já anteriormente referidas; (iii) Encorajar e contribuir para a compreensão pública da Ciência e Tecnologia de todos, ainda que com níveis diferentes de profundidade conforme os níveis etários, de modo a poderem acompanhar do(s) processo(s) de transformação social e os cada vez mais complexos e voláteis desafios que o planeta enfrenta de (in)sustentabilidade e sanitários, como a pandemia COVID-19; (iv) Planear e envolver ativamente os estudantes, quer cognitiva quer fisicamente com o uso de vários dos sentidos humanos, na resolução de problemas, muitos deles só possíveis ou melhor solucionados com interdisciplinaridade; e (v) Avaliar os efeitos e a progressão da aprendizagem de C&T e PC, quer de forma integrada como é o caso das propostas em Vieira et al (2011), quer nas suas várias componentes ou dimensões, como apresentado na figura 1, como é o caso do Teste de PC de Cornell (nível x), validado para Português ou o instrumento proposto recentemente por Bordoni, Silveira e Vieira (2020).

Estes pontos e desafios exigem investigação, formação, maioritariamente inicial e continuada de professores, e inovação para que a sua transposição e operacionalização possa ser o mais fundamentada e eficaz possível. Mas, além da lista de trabalhos de investigação publicada em 2016 (VIEIRA e TENREIRO-VIEIRA, 2016b), pouco foram desenvolvidos nos

últimos 5 anos e continuam a ser escassos os trabalhos de investigação sobre CTS com PC na educação em Ciências. E ainda menos com propostas didáticas desde os primeiros anos de escolaridade, como se procura sistematizar na secção seguinte deste artigo.

De qualquer modo, como se poderá consultar nas publicações (em <http://aia-cts.web.ua.pt>) da *Associação Ibero-Americana Ciência-Tecnologia-Sociedade na Educação em Ciência* (AIA-CTS), existe uma atenção crescente a esta área e o aumento de artigos e comunicações começa a ser evidenciado. Esta associação científica particular e sem fins lucrativos, fundada em 9 de julho de 2010, e tal como está no site acima, pretende abarcar toda a comunidade ibero-americana, formada pelos 22 países da Europa e das Américas do Sul, que trabalha e tenha interesse no conhecimento sobre CTS na Educação em Ciência, com a intenção de aprofundar, divulgar e promover o seu desenvolvimento.

PROPOSTAS CTS/PC DESDE OS PRIMEIROS ANOS DE ESCOLARIDADE

O desenvolvimento (conceção, produção, implementação e avaliação) de diferentes propostas didáticas, quer sejam atividades, sequências de ensino e de aprendizagem ou recursos educativos, com orientação CTS/PC, tem sido das áreas mais profícuas e necessárias para as mudanças educativas que se almejam e urgem. De facto, como atestam estudos como Vieira et al. (2001) e Vieira et al. (2016), as práticas dos professores continuam desligadas dos elementos característicos desta orientação, dado que continuam a predominar perspetivas convencionais, marcadamente empiristas e indutivistas que reforçam uma visão do conhecimento científico como mecânico, acumulativo, essencialmente memorístico e encardo como absoluto.

A título ilustrativo, tendem a estar ausentes das salas de aula estratégias e actividades como: o desempenho de papéis, tendo como pano de fundo situações reais de relevância pessoal e social que envolvem a Ciência e a Tecnologia; debates sobre questões sócio-científicas controversas; projectos de investigação e acção; resolução de problemas abertos que envolvem tomadas de decisão; trabalho prático laboratorial de cariz investigativo, designadamente actividades experimentais e questionamento com base em questões abertas, centradas na pessoa e provocativas do pensamento. (VIEIRA et al, 2011, p. 30)

As propostas de cariz CTS/PC para a educação em ciências desde os primeiros anos de escolaridade que sejam apelativas e interessantes para os alunos são uma absoluta necessidade reconhecida inclusive pelos próprios professores. Algumas das que se apresentam em seguida foram efetivamente desenvolvidas com os professores em contextos diferenciados, incluindo de formação continuada e pós-graduada. No seu desenvolvimento procurou-se plasmar os atributos da orientação CTS/PC, em consonância com o sistematizado anteriormente.

Neste quadro, têm sido desenvolvidas propostas diversificadas para vários níveis de escolaridade com atividades e estratégias mais reais, como as que envolvem a execução de estruturadores gráficos e questionamento e outras que são uma simulação da mesma, como debates, jogo de papéis, pesquisas e trabalho prático de índole laboratorial ou mesmo experimental. Vários exemplos destas podem ser encontrados, em Tenreiro-Vieira e Vieira (2000), neste caso com indicação do ano de escolaridade considerado mais apropriado, e em Vieira et al. (2011) uma sequência de ensino / aprendizagem sobre diferentes temas aglutinadores, de índole CTS, como sejam a *Utilização de recursos naturais – As plantas e a Poluição da água*.

Neste caso e em outros posteriores e para melhor situar e enquadrar as atividades desenvolvidas também se apresenta um breve enquadramento temático para apoio aos professores. Também se incluem outros recursos, como mapas conceituais de referência ao desenvolvimento da temática em causa, onde se procuram destacar os conceitos científicos considerados fundamentais, bem como a interface entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. No enquadramento curricular e orientações didáticas que também se incluem em algumas das propostas que têm vindo a ser desenvolvidas, que se consideram que podem afetar as vidas pessoais dos alunos procurou-se intencionalmente que estes (re)construíssem conhecimentos e desenvolverem capacidades de PC essenciais ao exercício da cidadania, como, por exemplo, selecionar e analisar informação, procurar razões e apresentar e defender uma posição. Ou seja, esta atuação mais ativa dos estudantes na realização das diferentes propostas procura, entre outras, proporcionar-lhes: (i) Oportunidade de terem tempo e explicitarem o que pensam; (ii) Um ambiente de aprendizagem que os estimule a expressarem e explorarem as suas ideias e a questionarem-se mutuamente; (iii) Uma compreensão conceptual mais profunda sobre problemas ou questões sociais com que se confrontam; (iv) o alcançarem o êxito, sem coartar a sua autonomia e procurando evitar domínio e imposição de maneiras pessoais de pensar e agir; e (v) A sistematização do que aprenderem e a avaliarem o seu desempenho.

Na sequência da investigação que continuaram a desenvolver Tenreiro-Vieira e Vieira (2014) e tendo em vista a literacia científica dos alunos do ensino básico (em Portugal do 6 aos 15 anos) com orientação CTS/PC desenvolveram e apresentam com algum detalhe outras propostas didáticas. É o exemplo do Desempenho de papéis (*role-play*) ou Caso Simulado e do debate.

No Desempenho de Papéis ou Caso Simulado designado *Instalação de uma cimenteira em Vale Maior*, os alunos são confrontados com uma potencial situação (simulação de um caso real) de intervenção humana com implicações a diversos níveis, nomeadamente ambiental, económico e social. Entre outros, pretende-se que os alunos sejam capazes de: Explicar fatores de poluição do ar, os impactos dessa poluição e a necessidade de preservação dos ecossistemas, de analisar, interpretar e avaliar evidência recolhida a partir de múltiplas fontes de modo a compreender as diferentes vertentes de uma situação problema e de argumentar sobre a importância de procurar soluções individuais e coletivas visando a qualidade de vida de todos e, no caso, a favor ou contra a instalação de uma cimenteira num contexto específico, apresando razões cientificamente válidas e socialmente aceitáveis. O caso consiste numa controvérsia pública, desencadeada a partir de uma notícia de jornal, que suscita a participação de vários atores sociais com interesses e pontos de vista diversos perante a questão "O presidente da Câmara de Vale Maior deve, ou não, defender a instalação da cimenteira em Vale Maior?".

Já no que se refere ao debate, no caso sobre técnicas de reprodução medicamente assistida como a maternidade de substituição, procura-se proporcionar a vivência de controvérsias que viabilizem o exercício da cidadania e da participação social, numa perspetiva de responsabilidade partilhada, que permita explicitar o quadro de valores a partir do qual são analisadas, fazendo emergir a necessidade de (re)construir e mobilizar, de forma integrada, conhecimentos, capacidades, disposições/atitude e normas na ação responsável. Nesta perspetiva, pretende-se que os alunos sejam capazes de, entre outras: Planificar e realizar pesquisas de informação com o propósito de conhecer e compreender uma situação problema na sua globalidade e complexidade, explicar técnicas de reprodução medicamente assistida e comunicar a sua argumentação, organizando o seu discurso de forma lógica, coerente, clara e precisa e usando adequadamente linguagem científica na resposta à questão: "Na tua opinião, qual deve ser a decisão do casal Cláudia e Paulo: Adotar uma criança ou recorrer à maternidade de substituição?". Para tal propõem a pesquisa e confronto com fontes de informação credíveis que apresentem diferentes pontos de vista,

explicitando sistemas de valores e razões que os fundamentam. Os proponentes desta estratégia verificaram ser mais produtivo a organização de atividades diversificadas antes, durante a após o debate propriamente dito, tal como sistematizam depois um quadro e com orientações didáticas para a sua mais eficiente implementação e avaliação.

No mesmo sentido, com preocupação de contemplarem uma orientação CTS/PC em outros temas e com diversificação de estratégias, Tenreiro-Vieira e Vieira (2018, 2019a, b; 2020) apresentam propostas didáticas em diversos contextos e situações do quotidiano. Estas estão nestes artigos descritas e com a particularidade de integrarem evidências de diferentes alunos, quer a nível socioeconómico e cultural, quer a nível de aproveitamento escolar. Estas vão desde o "Brasão de Armas Pessoal", a "Folha de Valores" e o "Jornal de Parede de Valores", os *Posts* sobre Questões-Problemas atuais, até à Escrita de Ensaios Argumentativos ou de Posição sobre questões sócio científicas atuais e, sempre que possível controversas. Estas, que se fundamentam ao nível da dimensão das disposições/atitudes, em outros referenciais teóricos complementares ao anteriormente apresentado, procuram fundamentar uma atuação não doutrinária, com uma atmosfera de sala de aula que estimule o pensamento crítico, que favoreça, a título ilustrativo, o estabelecimento de interação aberta e pautada pelo respeito entre os alunos e entre estes e o professor.

Em todas estas propostas, que aqui se apresentaram a título ilustrativo, salienta-se que o professor não deve ser a autoridade que fornece o caminho ou a resposta dita correta aos alunos. Tem, pelo contrário, de os encorajar a questionar e a apresentar ideias, a ouvir e respeitar pontos de vista diferentes do seu, a estabelecer comparações, a detetar contradições e inconsistências, a fornecer razões e evidências com base em princípios fundamentados e imparciais e a descortinar implicações e consequências (TENREIRO-VIEIRA E VIEIRA, 2014). Só assim, tem sido possível em todas as investigações realizadas e antes referenciadas, pese embora as dificuldades sentidas pelos professores (algumas só ultrapassadas com formação) e pelos estudantes, a melhoria das aprendizagens dos alunos, quer seja ao nível dos seus conhecimentos sobre C&T, quer ao nível das suas disposições/atitudes e das suas capacidades, desde que sejam mobilizadas com normas e critérios como o rigor e a imparcialidade.

CONSIDERAÇÕES FINAS

Os contextos educativos atuais e que se afiguram no futuro próximo continuam (talvez como nunca antes em face da evolução C&T vertiginosa) complexos e voláteis, mas também desafiantes. Um deles prende-se com a evidência que a proposta concetual para uma orientação CTS/PC que aqui se apresenta e o potencial das propostas didáticas que têm sido desenvolvidas, como as apresentadas anteriormente, possuem é um caminho para enfrentar a multidimensionalidade desses contextos. Outro relaciona-se com a promoção do PC, que se tem verificado possível desde os primeiros anos de escolaridade.

Mas importa continuar a alargar esse desenvolvimento a outras temáticas de índole CTS e aos vários níveis de escolaridade, incluindo no ensino superior. Neste último contexto a formação de professores, como se procura fundamentar por exemplo em Vieira (2018), em articulação com as políticas educativas, essencialmente as curriculares e de avaliação, deve ser toda articulada e isomórfica com este (ou outro) quadro concetual. Ou seja, o que se propõe teórica e epistemologicamente na formação deve ser consistente e coerente com o que se faz.

Além disso, as 4 dimensões ou componentes do referencial do PC aqui apresentado precisa de ser aprimorado e está atualmente a ser complementado com outros elementos e outros referenciais como o pensamento criativo. Igualmente urge ampliar a investigação neste campo e contemplar os novos recursos digitais para um ensino a distância mais desafiante e

profícuo, no qual se incluem as comunidades de Aprendizagem e Prática (CAP), incluindo *online*.

Termina-se com a tomada de consciência e a ênfase de que uma verdadeira educação CTS/PC é uma mudança, talvez radical, que implica de toda a comunidades educativa uma abertura de espírito e o respeito, no qual todos têm o direito de, com civilidade, questionarem e exigirem razões. Para tal, como se defendem Tenreiro-Vieira e Vieira (2014), a humildade e honestidade intelectual, incluindo do professor, implicam, por um lado, o reconhecer a falibilidade das suas posições e o ser propenso a suspender juízos na ausência de evidência lógica de suporte às suas decisões e, por outro, o tentar convencer os outros, incluindo os alunos, da plausibilidade de uma posição, em vez de insistir para que acreditem porque assegura que é essa a verdade e ser cuidadoso com o rigor da linguagem que se vai usando nos vários contextos.

Agradecimentos

Agradeço à Revista Ciências & Ideias (RECI) o convite enviado pelo Prof. Doutor Jorge Messeder para participar nesta edição especial em homenagem ao Prof. Doutor Sidnei Quezada Meireles Leite, que comigo fez na Universidade de Aveiro, parte do seu Pós-Doutoramento e onde algumas das problemáticas aqui incluídas foram aprofundadas e discutidas no quadro dos diferentes contextos culturais e sociais existentes no Brasil e em Portugal. Tal permitiu rever boas recordações e esta sistematização de parte da investigação que se vai desenvolvendo, o que era uma das minhas metas a médio prazo.

Este trabalho é financiado por Fundos Portugueses através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UIDB/00194/2020.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, Glen. **Educação Científica para todos**. Mangualde: Edições Pedagogo, 2009.
- BAILIN, Sharon. Critical thinking and science education. **Science & Education**, n. 11, p. 361-375, 2002. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1016042608621>
- BORDONI, Ananda, SILVEIRA, Marcelo, e VIEIRA, Rui. Análise de sequências didáticas de química por meio de um instrumento para a avaliação do pensamento crítico e ensino CTS. **Revista Poiésis**, v. 14, n. 26, p. 380-402, 2020. <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Poiésis/issue/view/367/showToc>
- CHRISPINO, Alvaro. **Introdução aos enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na Educação e no Ensino** (nº 4 de Iberciencia). Madrid: OEI – Organização dos Estados Ibero-americanos, 2017. http://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2017/11/introducao_aos_enfoques_cts_na_educacao_e_no_ensino_final.pdf
- COSTA, Sandro, OBARA, Cássia, e BROIETTI, Fabiele. Critical thinking in Science education and Mathematics education: research trends of 2010-2019. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1-30, 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6706>
- ENNIS, Robert. **Critical thinking**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996.
- FACIONE, Peter. **Critical thinking: What it is and why it counts**, 2015. https://www.researchgate.net/publication/251303244_Critical_Thinking_What_It_Is_and_Why_It_Counts
- GALAMBA, Arthur, e MATTHEWS, Brian. Science education against the rise of fascist and authoritarian movements: towards the development of a pedagogy for democracy.

Cultural Studies of Science Education, Publicado online, 2021.
<https://doi.org/10.1007/s11422-020-10002-y>

MANSOUR, Nasser. Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 29, n. 4, p. 287-297, 2009.

MARTINS, Isabel. Revisitando orientações CTS/CTSA na educação e no ensino das ciências. **Revista APEduC**, v. 1, n. 1, p. 13-29, 2020.
<https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/63/1>

NAÇÕES UNIDAS. **Guia para o Desenvolvimento Sustentável – 17 objetivos para transformar o nosso mundo**. Lisboa: Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental, 2018. https://unric.org/pt/wp-content/uploads/sites/9/2019/01/SDG_brochure_PT-web.pdf

SOUSA, Ana, e VIEIRA, Rui. O pensamento crítico na educação em ciências: Revisão de estudos no ensino básico em Portugal. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 29, n. 1, p. 15-33, 2018. http://www2.unemat.br/revistafaed/content/vol/vol_29/artigo_29/15_33.pdf

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. **Promover o pensamento crítico dos alunos: propostas concretas para sala de aula**. Porto, Portugal: Porto editora, 2000.

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, n. 52, p. 163-242, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782013000100010>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. **Construindo Práticas Didático-Pedagógicas Promotoras da Literacia Científica e do Pensamento Crítico** (nº 2 de IBERCIENCIA). Madrid: OEI – Organização dos Estados Ibero-americanos, 2014. <http://www.ibercienciaoei.org/doc2.pdf>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS promotora do pensamento crítico. **Revista Ibero Americana de Ciência, Tecnologia e Sociedade**, v. 11, n. 33, p. 143-159, 2016. <http://www.revistacts.net/volumen-11-numero-33>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Ciência, Cidadania e Desenvolvimento Sustentável na Escolaridade Básica: Que Possibilidades? Que Realizações? In: M. GORDILLO, Mariano e MARTINS, Isabel (Coords.). **Ciencia Cordial - Un Desafio Educativo**. Madrid: Catarata, 2018. p. 48-60. <http://formacionib.org/noticias/?Ciencia-cordial-Un-desafio-educativo-Libro-completo-en-PDF>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Promover o pensamento crítico em ciências na escolaridade básica: Propostas e desafios. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**, v. 15, n. 1, p. 36-49, 2019a. <https://doi.org/10.17151/rlee.2019.15.1.3>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Abordagem de temas do currículo de ciências do ensino básico num quadro EDS com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade / Pensamento Crítico. **Indagatio Didactica**, v. 11, n. 2, p. 895-914, 2019b. <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/12362/10010>

TENREIRO-VIEIRA, Celina, e VIEIRA, Rui. Promover o Pensamento Crítico em Contextos CTS: Desenvolvimento de Propostas Didáticas para o Ensino Básico. **Indagatio Didactica**, v. 12, n. 4, p. 471-484, 2020. <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21823>

VIEIRA, Rui. **Formação Continuada de Professores do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico para uma Educação em Ciências com Orientação CTS/PC**. Tese de Doutoramento em Didática da Universidade de Aveiro, Aveiro, 2003.

VIEIRA, Rui. **Didática das Ciências para o Ensino Básico**. Faro: Sílabas e Desafios, 2018.

VIEIRA, Rui, e TENREIRO-VIEIRA, Celina. Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 13, n. 61, p. 659-680, 2016a. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-014-9605-2>

VIEIRA, Rui, e TENREIRO-VIEIRA, Celina. Pensamento Crítico e CTS no Ensino das Ciências. **Boletim AIA-CTS**, n. 3, p. 14-18, 2016b. http://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2015/03/AIA-CTS_Boletim_03.pdf

VIEIRA, Rui, MOREIRA, Luis, e TENREIRO-VIEIRA, Celina. Promoting science-technology-society / critical thinking orientation in basic education. In C. Vasconcelos (Ed.), **Geoscience Education: Indoor and Outdoor** Switzerland: Springer International Publishing, 2016. p. 195-205.

VIEIRA, Rui, TENREIRO-VIEIRA, CELINA, e MARTINS, Isabel. Pensamiento crítico y literacia científica. **Revista Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales**, n. 65, p. 96-103, 2010.

VIEIRA, Rui, TENREIRO-VIEIRA, CELINA, e MARTINS, Isabel. **A educação em ciências com orientação CTS – Atividades para o ensino básico**. Porto: Areal Editores, 2011.



Revista
Ciências & Ideias

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA: POSSIBILIDADES PARA A EXPERIMENTAÇÃO

TEACHING SEQUENCES IN TEACHING CHEMISTRY: POSSIBILITIES FOR EXPERIMENTATION

Ângelo Gomes de Melo [angelo@iftm.edu.br]

Professor EBTT do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – IFTM e Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual de Goiás – UEG.

Mirley Luciene dos Santos [mirley.santos@ueg.br]

Professora titular da Universidade Estadual de Goiás e Doutora em Ecologia pela Universidade de Brasília – UNB.

Cleide Sandra Tavares Araújo [cleide.araujo@ueg.br]

Professora titular da Universidade Estadual de Goiás e Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

RESUMO

Esta pesquisa apresenta um estudo bibliográfico com o intuito de investigar como as Sequências Didáticas (SDs) têm sido elaboradas, aplicadas e validadas, envolvendo o Ensino de Química no nível médio. Também busca entender como as SDs abordam a Experimentação Química e colaboram para unir a teoria à prática. A metodologia seguiu todas as etapas de uma pesquisa bibliográfica sugeridas por Gil (2002). Após o tema da pesquisa ter sido escolhido, realizou-se o estudo bibliográfico preliminar, através do portal de periódicos CAPES/MEC, pela ferramenta de busca do portal *Google Scholar*. As palavras utilizadas na primeira busca foram Sequência Didática e Química, já na segunda busca, utilizou-se Sequência Didática e Soluções, observando se essas palavras estavam no título. Na triagem foi observado se o trabalho se encontrava na língua portuguesa, disponível eletronicamente, completo, gratuito e contém contribuições relacionadas à temática: "Sequência Didática no ensino de Química". Obteve-se 32 trabalhos na busca preliminar e levantou-se o problema em torno da temática. Em seguida foi traçado o plano de trabalho e buscou-se outras fontes bibliográficas, por meio da análise de obras de referências, dissertações, livros e periódicos. Finalmente, após a leitura interpretativa de todo o material bibliográfico, fez-se o fichamento e a organização lógica final. Evidenciou-se que a maioria das SDs estão sendo desenvolvidas buscando aplicar o Ensino Investigativo, utilizando temas geradores, levantando problemáticas relacionadas ao tema da SD. Percebe-se nas SDs abordagens contextualizadas, fazendo uso da Experimentação Química investigativa e atentas aos conhecimentos prévios dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Sequências de ensino; Química; Ensino investigativo; Problematização; Pesquisa bibliográfica.

ABSTRACT

This research presents a bibliographic study with the purpose of investigating how Didactic Sequences (DSs) have been elaborated, applied and validated, involving the teaching of Chemistry at the secondary level. It also seeks to understand how SDs approach Chemical

Experimentation and collaborate to combine theory with practice. The methodology followed all stages of a bibliographic search suggested by Gil (2002). After the research topic was chosen, the preliminary bibliographic study was carried out through the CAPES / MEC journals portal, using the Google Scholar portal search tool. The words used in the first search were Didactic Sequence and Chemistry, in the second search, Didactic Sequence and Solutions were used, noting if these words were in the title. In the screening, it was observed whether the work was in Portuguese, available electronically, complete, free of charge and contributions related to the theme: "Didactic Sequence in the teaching of Chemistry". 32 papers were obtained in the preliminary search and students were asked the problem around the theme. Then the work plan was drawn up and other bibliographic sources were sought, through the analysis of reference works, dissertations, books and periodicals. Finally, after the interpretative reading of all the bibliographic material, the file and the final logical organization were made. It was evident that most DSs are being developed seeking to apply Investigative Teaching, using generating themes, raising issues related to the DS theme. It is perceived in the DSs contextualized approaches, making use of investigative chemical experimentation and attentive to the students' previous knowledge.

KEYWORDS: *Teaching sequences; Chemistry; Investigative teaching; Problematization; Bibliographic research.*

INTRODUÇÃO

Os trabalhos sobre Sequência Didática (SD), envolvendo um tema e a resolução de problemas, têm ocupado um grande espaço no ensino de Ciências. A proposição de problemas e adoção de um tema para facilitar a aprendizagem dos alunos parece ser consenso entre vários estudiosos. Esse consenso aparece em vários trabalhos, tais como: Freire (2008); Carvalho (2011, 2013); Sasseron (2015); Alves (2016); Della Volpe e Marques (2016); Moura (2016); Rodrigues (2017); Santos et al. (2017); Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018); Bedin (2019); Nascimento (2019) e Neto e Silva (2019).

Rossieri (2017) sugere que o Ensino de Química abordado nos dias de hoje tem sido insatisfatório, desmotivador e sem análise dos saberes prévios dos alunos. Segundo Lima (2016), os docentes não contextualizam os conteúdos ensinados e não traçam um viés investigativo. Nesse contexto, Lopes (2014) ressalta o quanto a experimentação no Ensino de Química é importante, devido ao seu papel investigativo e pedagógico.

Alves (2016, p. 9) aponta que o Ensino de Química ainda está sendo ministrado de maneira "mecânica e descontextualizada", mantendo uma distância da realidade do aluno, o que dificulta a aprendizagem e não gera motivação e interesse nos alunos. Nesse sentido, a adoção de SDs investigativas pode favorecer posturas didáticas que promovam aprendizagens mais significativas. Um exemplo pode ser encontrado no trabalho elaborado por Moura (2016), o qual relata que é necessário despertar o interesse dos alunos por meio da curiosidade e do jeito de abordar os conteúdos, pois geralmente os alunos questionam a utilidade da aprendizagem. Moura (2016) obteve bons resultados durante o desenvolvimento da SD sobre automedicação nas aulas de Química Orgânica, na qual constatou a importância da contextualização em sala de aula ligada aos problemas, dificuldades e desafios do dia-a-dia dos alunos.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996) as competências e habilidades cognitivas desenvolvidas no ensino precisam capacitar os alunos a terem condições de tomar decisões diante de situações problematizadoras. A Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC - Ensino Médio) indica que a formação deve ser integral e conectada aos saberes de diferentes áreas do conhecimento. O tema escolhido para a aplicação de uma SD deve proporcionar aos estudantes crescimento em relação ao saber

científico. Para a escolha do tema deve se observar os conteúdos e temas em destaque, os quais possam colaborar com a aprendizagem dos estudantes, nos aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais (BRASIL, 2017b). A BNCC também relata que a Educação Básica necessita estabelecer o uso cauteloso de várias tecnologias e precisa colaborar com a estruturação de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os alunos para realizar argumentos, propor mudanças e tomar iniciativas (BRASIL, 2017b).

Neto e Silva (2019) justificam o quanto é importante a elaboração de uma SD investigativa, pois percebe a dificuldade de aprendizagem dos alunos, o alto índice de retenção dos alunos e os empecilhos que os profissionais da educação encontram para planejar aulas contextualizadas. Para Vieira (2012, p. 21) o Ensino Investigativo (EI) é capaz de obter a informação pretendida por meio da discussão entre os alunos, com a mediação do professor, afastando-se um pouco das normas estruturadas e fatigantes. As respostas são obtidas por meio de problemas reais, associados à cultura regional, "a partir de experimentos inspirados pelas próprias discussões em sala de aula".

Diante desses desafios, o desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD) visa facilitar a profissão do professor, sendo este ofício definido por Bedin (2019) como uma ação educativa que estabelece o modo de ensino e aprendizagem, tendo algumas funções, como a de incentivar à cultura, formar um espírito crítico-reflexivo e criar condições que gerem aprendizagem nos diversos setores do saber. Tanto Neto e Silva (2019) quanto Nascimento (2019) consideraram que as ações desenvolvidas durante uma SD ampliam os saberes dos estudantes.

Zabala (1998, p. 20) define as SDs como "uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática" e Carvalho (2013, p. 3) relata que a organização de uma SD que visa "levar o aluno a construir um dado conceito deve iniciar por atividades manipulativas", sendo que "a questão, ou o problema, precisa incluir um experimento, um jogo ou mesmo um texto".

A BNCC instrui que a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve proporcionar aos alunos o desenvolvimento de competências específicas, tais como, "Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza" (BRASIL, 2017b, p. 539). Segundo Carvalho (2013, p. 3) durante "a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual por meio da tomada de consciência de suas ações não é fácil para os alunos nem para o professor", uma vez que acompanhar o aluno, através do emprego de "questões, de sistematizações de suas ideias e de pequenas exposições" é uma tarefa difícil. Nesse momento o professor precisa compreender que o erro é de suma importância na construção de novos saberes.

Neto e Silva (2019); Della Volpe e Marques (2016) trazem o conceito de SD baseado em Zabala (1998, p. 18) como "um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais. Tendo um princípio e um fim conhecidos, tanto pelos professores quanto pelos alunos", sendo que as atividades permitem incluir três etapas de intervenção: "planejamento, aplicação e avaliação".

O Planejamento das atividades deve ser feito com cautela, havendo necessidade de fazer a organização social das classes e dos conteúdos, distribuir bem o espaço e o tempo, analisar os materiais curriculares e os recursos didáticos a serem utilizados (ZABALA, 1998). Para evitar a aplicação de atividades mecanizadas, é imprescindível que "os materiais sejam incluídos em atividades contextualizadas e que fomentem a compreensão e a reflexão sobre o porquê do procedimento e de cada uma das ações que o compõem" (ZABALA, 1998, p. 192).

Para Zabala (1998) a forma de avaliar sofre mudanças, quando o propósito principal é a formação integral do aluno e o objetivo é desenvolver todas as capacidades do ser humano e

não apenas as cognitivas. Esse pensamento está de acordo com a BNCC para o Ensino Médio, pois adota o ensino integral e o desenvolvimento de "capacidades de seleção e discernimento de informações" (BRASIL, 2017b, p. 544). Deve-se "levar em consideração os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que promovam as capacidades motoras, de equilíbrio e de autonomia pessoal, de relação interpessoal e de inserção social" (ZABALA, 1998, p. 197).

Para Sasseron (2015) e Carvalho (2013) a construção de conhecimento e o EI devem proporcionar aos alunos condições para levantar hipóteses, resolver problemas e ampliar o conhecimento no decorrer das aulas. A BNCC cita que o estudante deve desenvolver habilidades para construir questões, elaborar hipóteses, utilizar instrumentos, interpretar dados, textos e resultados experimentais, com o intuito de "construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica" (BRASIL, 2017b, p. 545).

Para Bedin (2019, p. 102) "a metodologia construtivista de caráter investigativo fomenta o Ensino de Química com qualidade, contribuindo para os processos de ensino e aprendizagem de forma significativa e/ou satisfatória", pois essa forma de ensinar direciona o aluno a novas descobertas, gerando prazer e satisfação pelo estudo. A BNCC relata que no Ensino Fundamental o estudante tem a oportunidade de confrontar com questões que exigem a aplicação de saberes, com a visão de introduzir a prática da investigação científica e destacar o quanto essa prática é importante na interpretação do mundo contemporâneo. Já no Ensino Médio deve haver uma diversificação de situações-problema, abrangendo aquelas com nível de abstração mais elevado e de propostas de intervenção em cenários mais vastos e relevantes (BRASIL, 2017b).

Sasseron (2015, p. 58) afirma que o EI deve ultrapassar "o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas", passando a possibilitar uma mudança de conceitos, uma construção de conhecimentos científicos, o desenvolvimento de ideias e a construção de modelos. Todas as ações devem estar centradas em proporcionar o papel ativo do aluno na construção dos conhecimentos científicos. Para Guimarães (2017, p. 29) a prática investigativa precisa fazer sentido para o estudante, colocá-lo numa "posição ativa no processo de construção do conhecimento", realizando ações que favoreçam a discussão, a argumentação e a interpretação de resultados alcançados, e não somente a comprovação de leis, teorias e definições.

Moura (2016) cita que estratégias diferenciadas, como as provenientes de uma SD investigativa, geram situações descontraídas, atraem a atenção dos alunos e os proporcionam oportunidade de serem sujeitos ativos e participativos. Durante e depois da aplicação dessas estratégias, nota-se que acontece um crescimento em conjunto dos alunos, uma vez que ocorre discussões, análises, reflexões, mudanças de opinião e ou acréscimos de pensamento. Esses aspectos concordam com o trabalho de Rodrigues (2017) que utilizou festas juninas como contexto geral e Sasseron (2015) em sua análise referente ao EI como abordagem didática.

Ainda sobre o uso das SDs, Santos et al. (2017) ressaltam que a SD pode conscientizar os alunos em relação aos objetivos pretendidos e o que poderão aprender com a SD, dando mais sentido ao desenvolvimento das aulas. Dessa forma, os alunos enxergarão com maior clareza algumas atividades, sempre com a mediação professor, as quais terão várias etapas que poderão ser analisadas no final da jornada e chegar a algumas conclusões em relação ao conhecimento adquirido. Segundo Guimarães (2017) uma abordagem investigativa, menos centrada na figura do professor, favorece ao aluno condições de exploração mais vastas em relação ao tema proposto, proporcionando ao aluno uma compreensão mais aproximada do saber científico.

Nesse aspecto, Yoneda e Huguenin (2018) destacam que a falta de interesse dos estudantes é uma barreira encontrada atualmente por educadores no ensino, mas que a

aprendizagem significativa apresenta alguns pontos positivos para auxiliar no rompimento desses obstáculos. Assim, contribuiria para a aprendizagem significativa, a exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes, o aumento da predisposição aos estudos, aula expositiva dialogada em que os estudantes possam relacionar os saberes prévios com o novo conteúdo abordado e propiciar aos estudantes discorrer sobre diferentes pontos de vistas (AUSEBEL, NOVAK e HANESIAN 1978, 1980; CARVALHO 2011, 2013; SASSERON, 2015; YONEDA e HUGUENIN, 2018).

Resende; Neves e Tavares (2016) também relatam a falta de interesse dos alunos e que conseguiram proporcionar aprendizagem por meio de um SD, em que foi proposta a produção de vídeos pelos estudantes abordando Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Os autores afirmam que estratégias didáticas pedagógicas facilitam a organização das atividades direcionadas aos alunos. Os autores ressaltam a importância da utilização de recursos audiovisuais, como computadores e filmes, concordando com o trabalho de Almeida (2015) que avaliou positivamente o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), afirmando que essas tecnologias geram aprendizagem ativa e interesse dos alunos. Segundo Carmona e Pereira (2017, p. 100) os "estudos sobre a relação entre o enfoque CTS e a EA ainda é pouco expressiva", mostrando que ainda existe uma visão distanciada entre as duas áreas, porém os autores destacam a importância do estudo das relações ambientais existentes no eixo CTS.

Nascimento (2019) retrata a necessidade dos professores planejarem recursos inovadores e facilitadores para o Ensino de Química, de forma que as aulas não fiquem cansativas e incoerentes com as circunstâncias reais. A autora considerou que a experimentação foi, indiscutivelmente, a metodologia que mais contribuiu para motivar e gerar interesse nos alunos durante a aplicação de sua SD. Algumas possibilidades de articulação entre as áreas de conhecimento são destacadas na BNCC, como laboratórios, oficinas, clubes, observatórios, incubadoras, núcleos de estudos e núcleos de criação artística (BRASIL, 2017b).

Nos estudos de Fonseca, Lindemann e Duso (2018, p. 148) eles verificam a necessidade de abordar trabalhos com temas, de inspiração freireana, CTS ou com articulação de ambas, pois entendem que aprofundamentos de discussões relacionadas a essas temáticas é de suma importância, tanto na formação inicial quanto na formação continuada de professores, necessitando da organização de currículos sensíveis a tais questões, abordando problemáticas de forma dialógica e problematizadora.

A BNCC (BRASIL, 2017b) propõe que na construção dos currículos e das propostas pedagógicas dos sistemas de ensino e das escolas, observem as características de cada região, as culturas locais, as carências de formação e as pretensões e desafios dos estudantes. Espera-se que os estudantes no desenvolvimento de suas competências "possam experienciar diálogos com diversos públicos, em contextos variados e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)" (BRASIL, 2017b, p. 544).

Complementando, Bedin (2019) destaca a importância de se desenvolver um trabalho com foco na aprendizagem, por meio da inclusão de tecnologias e experimentação baseada em problemas, pois proporcionam aos alunos condições de serem participativos, reflexivos, críticos e ativos no sistema educacional. A problematização se destaca como ponto culminante quando se pensa em SD, pois desperta o interesse dos alunos sobre a temática e auxilia na mediação do professor (RODRIGUES, 2017). Berbel (2011, p. 29) também destaca a importância da "problematização e/ou da resolução de problemas", pois é uma das oportunidades de envolver o aluno ativamente em seu "próprio processo de formação".

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi analisar a construção e a aplicação de Sequências Didáticas no Ensino de Química para alunos do Ensino Médio, procurando verificar como a Experimentação Química tem sido realizada nessas SDs, bem como levantar os recursos e as abordagens que estão sendo adotados, culminando em

aprendizagens mais significativas. Para Ausebel, Novak e Hanesian (1978, 1980) deve-se apoiar, principalmente, nos conhecimentos prévios dos alunos, pois esses saberes influenciam o processo de aprendizagem.

METODOLOGIA

O presente trabalho se propõe a tratar do uso das Sequências Didáticas (SD) na Disciplina de Química no Ensino Médio, por meio de pesquisa bibliográfica. Segundo Macedo (1994) esse tipo de pesquisa se caracteriza como uma triagem dos documentos relacionados com o problema proposto, de forma que não sejam inventadas novas propostas pelo pesquisador. A presente pesquisa, de cunho descritivo e abordagem qualitativa, representa uma das etapas de uma pesquisa desenvolvida pelo primeiro autor deste artigo, no Programa de Pós-graduação *stricto sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PPEC) da Universidade Estadual de Goiás-UEG, em Anápolis/GO. A metodologia seguiu todas as etapas de uma pesquisa bibliográfica sugeridas por Gil (2002). Inicialmente escolheu-se o tema da pesquisa. O tema escolhido foi a análise de estudos desenvolvidos sobre Sequências Didáticas (SD) no Ensino Médio e no Ensino de Química, buscando investigar a forma com que a Experimentação tem sido conduzida, as abordagens e os recursos utilizados nas SDs aplicadas. Após a escolha do tema, foi realizado um levantamento bibliográfico preliminar e um estudo exploratório, conforme Gil (2002), visando facilitar a escolha do problema, relacioná-lo com o tema escolhido e delimitar o assunto.

Para a realização da pesquisa bibliográfica preliminar, acessou-se em 11/09/2019 o portal de periódicos CAPES/MEC, no endereço eletrônico <<http://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php?>> e fez-se uma busca da base de consulta. Na área de conhecimento, optou-se pela área de Ciências Exatas e da Terra e subárea Química (GIL, 2002). Apareceram 55 bases de consulta, mas optou-se por apenas uma delas, uma vez que a base de dados é de domínio público e de fácil acesso aos estudantes. A base de consulta escolhida foi a ferramenta de busca do portal *Google Scholar* que direcionou para a plataforma *Google Acadêmico*, no endereço eletrônico <<https://scholar.google.com/>>. Optou-se por fazer a busca em qualquer idioma.

Logo após, selecionou-se a janela indicada por três traços horizontais (≡), situada no portal de pesquisa Google Acadêmico. Os seguintes passos foram adotados: 1) Encontrar artigos com todas as palavras. Na primeira busca colocou-se da seguinte forma: "Sequência Didática; Química". Na segunda busca, alterou-se para "Sequência Didática; Soluções". 2) Onde minhas palavras ocorrem, marcou-se, no título do artigo. 3) Optou-se por filtrar publicações no período de janeiro de 2015 a setembro de 2019, visando obter trabalhos publicados recentemente.

Cada um dos trabalhos selecionados nas duas buscas realizadas foi acessado e os procedimentos para a conclusão das buscas nessa etapa foram: i) o trabalho encontrar-se disponível eletronicamente, completo e ser gratuito o acesso; ii) estar na língua portuguesa; iii) ser artigo, dissertação, monografia ou trabalho de conclusão de curso – TCC; iv) conter contribuições relacionadas à temática: "Sequência Didática no Ensino de Química". Realizou-se a organização dos trabalhos selecionados em pastas no programa Microsoft Office Word®2013. Logo após, fez-se a construção de uma tabela em categorias utilizando como ferramenta o programa Microsoft Office Excel® 2013, uma vez que após ler cada trabalho, os dados eram inseridos em cada categoria.

A seguir estão listadas as categorias utilizadas na pesquisa: o tipo de trabalho (artigo, dissertação, monografia ou TCC), ano de publicação, o nome do periódico ou evento em que o trabalho foi publicado, título, autores, palavras-chave, resumo completo, Estado da Federação que foi realizado o trabalho, quem aplicou a SD (o professor da turma ou o

pesquisador), qual a natureza da pesquisa, a quantidade de turmas que foi aplicada a SD, a rede de ensino que foi aplicada a SD, a média do número de aulas da SD, a quantidade de alunos que cada SD atingiu, a quantidade de alunos que a SD atingiu por turma, os instrumentos utilizados como recursos didáticos, conteúdos envolvidos na SD, se durante a SD foram realizados experimentos químicos, se a SD gerou aprendizagem e se a SD gerou interesse dos alunos.

Em seguida, foram levantadas algumas questões: i) Como elaborar, aplicar e validar uma SD? ii) Quais as abordagens têm sido usadas nas SDs? Como realizar uma Experimentação Química investigativa? O que deve ser feito para contextualizar uma SD? Como trabalhar a interdisciplinaridade durante a SD?

Após a análise dos 32 trabalhos selecionados, a formulação do problema e traçar o plano de trabalho, viram-se a necessidade de conhecer um pouco mais sobre abordagens teóricas essenciais para a pesquisa (GIL, 2002), como por exemplo, o Ensino Investigativo e a Problematização. A análise se deu através de obras de referência, dissertações, livros e periódicos, os quais foram sugeridos pelos orientadores e pela banca examinadora durante a qualificação no mestrado, uma vez que Gil (2002) sugere a discussão dos assuntos com os orientadores, pessoas mais experientes no assunto e colegas adeptos a problemáticas semelhantes.

Finalmente, após a leitura interpretativa de todo o material bibliográfico, que naturalmente é a mais complexa, pois visa relacionar o que os autores afirmam sobre o problema e propõe resolvê-lo, fez-se o fichamento e a organização lógica final. Em seguida, deu-se início a redação do texto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao todo foram analisados 32 trabalhos, sendo 19 artigos, seis dissertações, três monografias e quatro TCC, conforme mostrado na Quadro 1.

Quadro 1: Relação dos 32 trabalhos selecionados na ferramenta de busca Google Scholar existente no portal de periódicos CAPES/MEC em 2019.

| | Título | Tipo de trabalho | Referência |
|---|--|-------------------------|---------------------------------|
| 1 | Mapas Conceituais como forma de verificar a Aprendizagem Significativa de uma Sequência Didática de Química. 2015. | Artigo | Martin, Fraga e Raulino (2015) |
| 2 | Uma proposta para o Ensino de Química através da abordagem CTSA: Uma Sequência Didática para a Temática Água. | Artigo | Costa e Santos (2015) |
| 3 | Produção de vídeos pelos alunos: Uma proposta de Sequência Didática para o Ensino de Química em uma abordagem CTS. | Artigo | Resende, Neves e Tavares (2015) |
| 4 | Análise de uma Sequência Didática auxiliada pelo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para o ensino de Cinética Química numa perspectiva Ausebiliana. | Artigo | Silva et al. (2015) |
| 5 | A Química e a Arte das pinturas rupestres: uma Sequência Didática para o ensino de Óxidos. | Artigo | Volpe e Marques (2016) |
| 6 | O uso de uma Sequência Didática para trabalhar a automedicação e a Química Orgânica no Ensino de Química. | TCC | Moura (2016) |

| | | | |
|----|---|-------------|------------------------------|
| 7 | Elaboração, desenvolvimento e avaliação de uma Sequência Didática sobre armas químicas para o Ensino de Química Orgânica na Educação Básica. | TCC | Alves (2016) |
| 8 | As redes sociais como ferramenta na aplicação de uma Sequência Didática problematizadora: impacto nas aulas de Química e desempenho dos estudantes. | Artigo | Neto et al. (2016) |
| 9 | Uma proposta de Sequência Didática com a Temática Horta para abordagem da Educação Ambiental e a contextualização dos conteúdos no Ensino de Química. | Artigo | Costa et al. (2016) |
| 10 | Calorias e Saúde: uma proposta de Sequência Didática no Ensino de Química. | Artigo | Amorim et al. (2017) |
| 11 | Educação Ambiental nas aulas de Química: a experiência de uma Sequência Didática sobre Química Verde. | Artigo | Rocha et al. (2017) |
| 12 | Construção e avaliação de uma Sequência Didática para o Ensino de Química a partir do tema gerador plantas fitoterápicas. | TCC | Araújo (2017) |
| 13 | Análise de uma Sequência Didática de Química a partir da teoria da atividade segundo Leontiev. | Artigo | Batinga e Silva (2017) |
| 14 | O caminho da água até a nossa casa: uma Sequência Didática para o Ensino de Química. | Monografia | Franco (2017) |
| 15 | Uma Proposta de Sequência Didática para contextualizar o Ensino de Química com o tema alimentos. | TCC | Esteves (2017) |
| 16 | Produção de uma Sequência Didática interdisciplinar com o foco na Química dos cremes dentais: possibilidades para a contextualização. | Artigo | Santos et al. (2017) |
| 17 | O ensino interdisciplinar de ciências sob uma perspectiva físico-química: Sequência Didática sobre fisiologia vegetal. | Dissertação | Brittes (2017) |
| 18 | Educação de Jovens e Adultos: proposta de Sequência Didática com caráter investigativo no Ensino de Química. | Dissertação | Andrade (2017) |
| 19 | Ética e educação em Química: uma Sequência Didática abordando as influências socioculturais e históricas no saber científico. | Monografia | Alvaro (2017) |
| 20 | Contextualização e abordagem de conceitos químicos por meio da Química Forense: uma Sequência Didática para o Ensino Médio no Ensino da Química. | Dissertação | Nunes (2017) |
| 21 | Estudo acerca da motivação e aprendizagem a partir de uma implementação de uma Sequência Didática de Química Orgânica. | Dissertação | Rossieri (2017) |
| 22 | Sequência Didática sobre Soluções para EJA: condições de produção e uso em sala de aula. | Dissertação | Guimarães (2017) |
| 23 | Educação problematizadora no Ensino de Química: a indústria sucroalcooleira como tem gerador de uma Sequência Didática em uma escola pública de Sertãozinho-SP. | Artigo | Alioto, Calefi e Reis (2017) |
| 24 | O milho das comidas típicas juninas: uma Sequência Didática para a contextualização sociocultural no Ensino de Química. | Artigo | Rodrigues et al. (2017) |
| 25 | Elaboração e aplicação de uma Sequência Didática sobre a Química dos Cosméticos. | Artigo | Rodrigues et al. (2018) |
| 26 | "Química do amor - uma abordagem para o Ensino de Química Orgânica, no desenvolvimento de uma Sequência Didática nas práticas do PIBID". | Artigo | Côgo e Ferreira (2018) |
| 27 | Aprendizagem de Química no Ensino na Educação Básica: uma Sequência Didática utilizando Textos de Divulgação Científica. | Dissertação | Yoneda e Huguenin (2018) |

| | | | |
|----|--|------------|-------------------------------------|
| 28 | Uma proposta de Sequência Didática utilizando a abordagem dos três Momentos Pedagógicos para o ensino de Cinética Química. | Artigo | Cavalcante, Assai e Delamuta (2019) |
| 29 | Filme, Experiência e Tecnologia no Ensino de Ciências Química: uma Sequência Didática. | Artigo | Bedin (2019) |
| 30 | Atividade cooperativa por meio de uma Sequência Didática com o tema petróleo: uma análise do PIBID Química. | Artigo | Alves et al. (2019) |
| 31 | Sequência Didática no Ensino de Química: contextualizando a Temática Pilhas para turmas do Ensino Médio regular. | Monografia | Bedin e Del Pino (2019) |
| 32 | Contribuição de uma Sequência Didática para o estudo de Soluções no Ensino Médio numa abordagem CTS. | Artigo | Neto e Silva (2019) |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Percebeu-se, por meio da leitura dos trabalhos, que os experimentos e as atividades utilizadas nas Sequências Didáticas trazem um viés de cunho investigativo e contextualizado. Guimarães (2017) retrata que a proposição de um Ensino investigativo empregando uma abordagem contextualizada dos conteúdos tem se tornado de grande valia, pois os estudantes podem expressar suas próprias convicções de forma autônoma.

Verificou-se a presença de 34 instrumentos utilizados como recursos didáticos nos 32 trabalhos selecionados, sendo que o questionário apareceu em 24 dos 32 trabalhos analisados (75%), sendo usado na maioria das vezes para realizar a análise prévia do conhecimento dos estudantes (pré-teste) e na avaliação final (pós-teste), conforme descrito nos trabalhos de Neto e Silva (2019) e Rodrigues et al. (2018).

O questionário, segundo Gil (1999, p. 128) pode ser definido e visto "como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas, etc."

Os instrumentos utilizados como recursos didáticos são apresentados na Figura 1. A categoria "outros instrumentos" inclui 22 recursos que apareceram em dois ou em um único trabalho. São eles: mapa conceitual (2), *datashow* (2), diário de aula (2), fotografia (2), relatório (2), análise de rótulo (1), prova (1), portfólio (1), cartilha (1), grupo focal (1), maquete (1), painel (1), pintura (1), charge (1), artigo (1), *slide* (1), e filme (1).

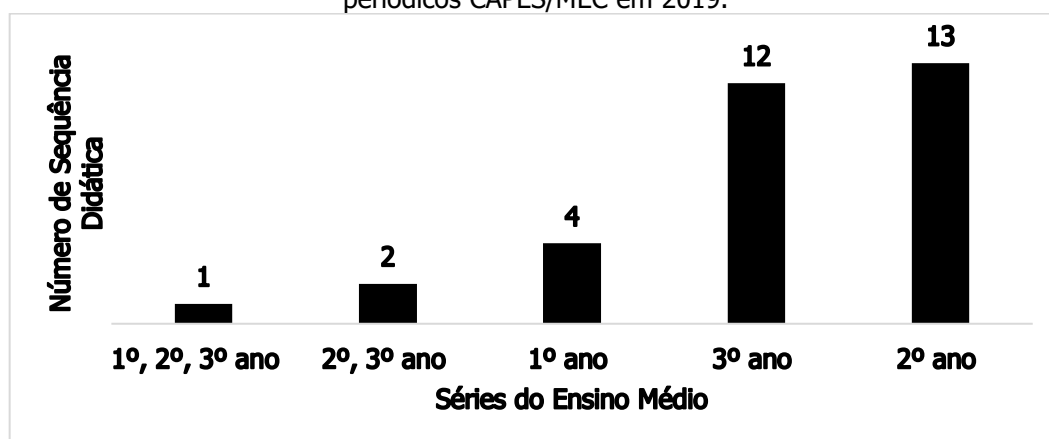
Figura 1: Instrumentos utilizados como recursos didáticos nas SDs selecionadas na pesquisa bibliográfica, através da ferramenta de busca Google Scholar existente no portal de periódicos CAPES/MEC em 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores.

As Sequências Didáticas têm sido aplicadas normalmente em uma única série anual do Ensino Médio, pois somente em uma pesquisa a SD foi realizada em três séries e em duas pesquisas a SD foi aplicada em duas séries. Nos demais trabalhos (29), o que corresponde a cerca de 90%, as SD foram aplicadas em apenas uma série. A única pesquisa em que a SD foi aplicada em três séries utilizou Textos de Divulgação Científica (TDC). Outro dado importante foi verificar que a maioria das turmas escolhidas para a aplicação da SD foi do 2º ano ou do 3º ano, conforme Figura 2.

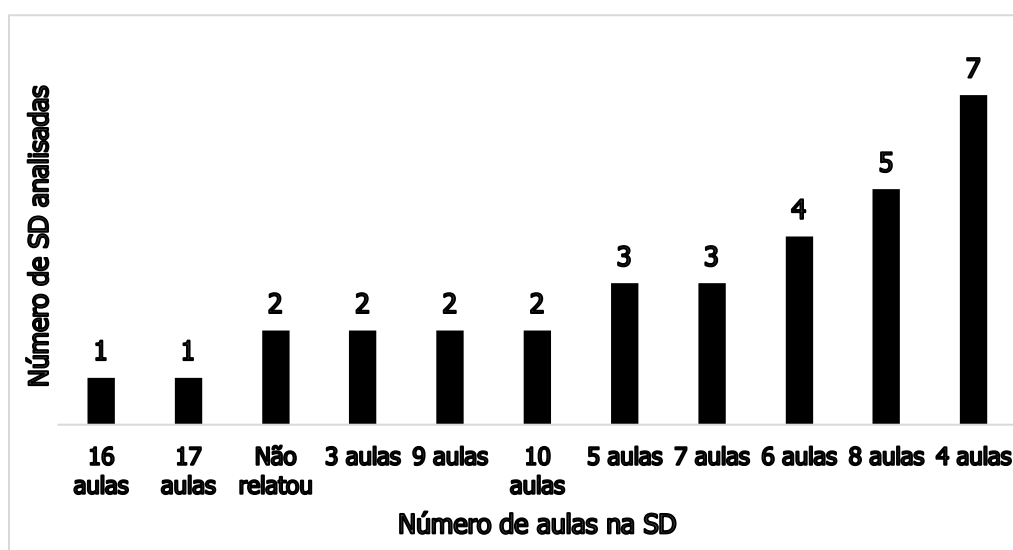
Figura 2: Número de Sequências Didáticas aplicadas por série do Ensino Médio selecionadas na pesquisa bibliográfica por meio da ferramenta de busca Google Scholar existente no portal de periódicos CAPES/MEC em 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Do total de 32 SDs analisadas, 19 foram empregadas em apenas uma turma, quatro foram executadas em duas turmas, outras quatro foram aplicadas em três turmas, uma foi destinada para cinco turmas, uma em oito turmas e três pesquisas não relataram o número de turmas. Em relação a quantidade de aulas por turma, alguns poucos trabalhos não forneceram a quantidade de aulas por turma, mas o total de aulas realizadas durante toda a SD, sendo que para essa situação foi feita a média de aula por turma. Duas pesquisas não forneceram os dados suficientes para o cálculo da média. Veja as informações na Figura 3.

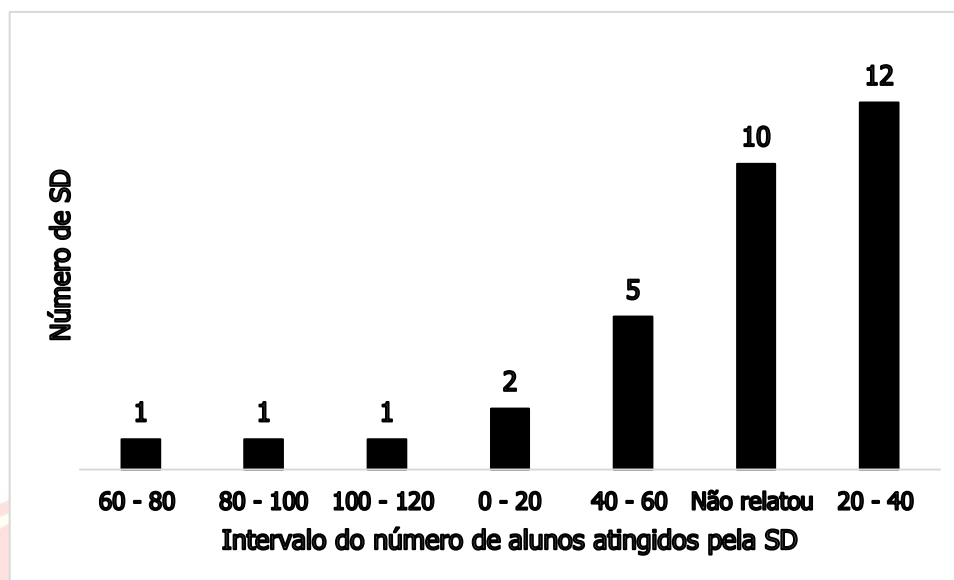
Figura 3: Número de aulas por Sequências Didáticas selecionadas na pesquisa bibliográfica por meio da ferramenta de busca Google Scholar existente no portal de periódicos CAPES/MEC em 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na análise verificou-se que em 10 estudos não foi relatado a quantidade de alunos que foram atingidos. Nos 22 trabalhos restantes foram atingidos um total de 841 alunos, sendo que o número de SD por intervalo do número de alunos atingidos é informado na Figura 4.

Figura 4: Número de SD por intervalo de número de alunos atingidos pela SD nos trabalhos selecionados na pesquisa bibliográfica por meio da ferramenta de busca *Google Scholar* existente no portal de periódicos CAPES/MEC em 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Cavalcante, Assai e Delamuta (2018) justificam a escolha das turmas para a aplicação da SD pelo fato do conteúdo ser difícil, abstrato e necessário para a aprendizagem dos estudantes, mas a maioria das SD analisadas justificam a escolha do tema e não a escolha da turma.

Por meio da análise realizada, observou-se que já existem SDs desenvolvidas de acordo com a nova Reforma do Ensino Médio-REM (2017), proposta pela Lei nº 13.415/2017, pois se observa nos trabalhos os mais variados temas, os conteúdos utilizados e os tipos de abordagens de ensino, conforme propõe a REM (2017). Percebe-se claramente na maioria dos 32 trabalhos selecionados à presença da interdisciplinaridade, da contextualização, da problematização, da experimentação, de TICs, de temáticas voltadas à realidade dos alunos e aos aspectos sociais e culturais.

Para Costa e Santos (2015) o uso de vertentes inovadoras são condições de destaque nas abordagens de ensino aprendizagem, principalmente quando se trata de CTSA. Costa e Santos (2015) e Neto e Silva (2019) realizaram ações concretas, visando conhecer os conceitos prévios dos alunos, para elaborar estratégias contextualizadas de ensino e aprendizagem ligadas a CTSA. Os autores constataram que quando os conteúdos da SD são focados na educação CTSA, os alunos apresentam um melhor desempenho, pois tem oportunidade de discutir os problemas sociais, vivenciar as dificuldades de sua região e aprender os conteúdos químicos, tendo oportunidade de atuarem como cidadãos ativos, participativos e críticos no ambiente em que vivem. Já Rodrigues et al. (2018) consideraram que a abordagem de conteúdos de maneira dialogada, colabora expressivamente com o envolvimento dos alunos, gerando aprendizagem.

O trabalho de Neto et al. (2016) cita uma reflexão sobre a contribuição e dificuldades relacionadas ao uso de redes sociais, *blogs* e *Facebook*, procurando desenvolver uma SD com abordagem contextualizada e problematizadora. Os autores constataram que houve um bom

rendimento dos alunos, melhorando o interesse, a relação aluno-professor e que apesar de alguns alunos não terem alimentado seus *blogs*, fato que já se esperava, também melhoraram a participação nas aulas. De acordo com a avaliação dos autores, os alunos consideraram que o Ensino de Química por meio do uso da problematização e por intermédio de TICs, torna-se mais interessante, estimulador e propício em comparação com os métodos de ensino tradicionais.

Trabalhos como os de Chaves (2018), que escolheu trabalhar com TDC de forma interdisciplinar e contextualizada; Della Volpe e Marques (2016), que se interessaram pela arte das pinturas rupestres; Santos et al. (2017), que abordou a temática creme dental, por serem difundidos em grande escala no mercado brasileiro e Nunes (2017), que adotou a Química Forense, mostram que o Ensino de Química tem possibilidades de avançar rumo ao novo viés educacional. Todos esses trabalhos estão de acordo com o que determina a Lei nº 13.415/2017 que propõe a nova Reforma do Ensino Médio. Essa Lei retrata que a parte diversificada dos currículos, adotada em cada sistema escolar, deverá estar harmonizada à Base Nacional Comum Curricular e articulada a partir da realidade histórica, econômica, social, ambiental e cultural do aluno (BRASIL, 2017a).

Alves (2016) relata que o tema da SD precisa instigar a curiosidade do estudante, estar envolvido com o seu ambiente e seus problemas sociais. Destaca ainda que o tema gerador pode direcionar a outros subtemas, buscando produzir discussões de forma interdisciplinar e problematizadora. No entanto, Rocha et al. (2017) citam que as pesquisas em Ensino de Química que envolvem temas ainda são "incipientes".

A presente pesquisa destaca que 100% das SD geraram aprendizagens na avaliação dos seus autores, 84,38% produziram interesse dos alunos e 59,38% realizaram experimentos. Esses dados corroboram com Esteves (2017), o qual relata em seu trabalho que um docente necessita dar atenção primeiramente à aprendizagem do estudante e em segundo plano a informação de conceitos pela experimentação. A experimentação pode estimular, instigar, dar autonomia e motivar os estudantes, uma vez que alia a teoria à prática (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004). Segundo Nascimento (2019), a experimentação, o lúdico e as TICs são formas de orientar a discussão e explorar a contextualização e a interdisciplinaridade, auxiliando para uma aprendizagem significativa e investigativa, além de sobrepor a falta e limitações dos laboratórios nas instituições de ensino.

A experimentação pode ser uma forma eficiente, dentro do Ensino por Investigação, para formular problemas relacionado ao cotidiano de forma contextualizada e favorecendo a aprendizagem (GUIMARÃES, 2017). Ainda sobre a experimentação, Bedin (2019) e Nascimento (2019) afirmam que o uso de TICs e Experimentação no Ensino de Química são estratégias eficientes e buscam gerar aprendizagem, autonomia e ressignificação do saber, mas o professor como mediador do processo, precisa promover um saber em torno da ciência e tecnologia envolvendo a sociedade, a cultura e o ambiente do estudante. Veja no Quadro 2 os experimentos ou atividades, tema e abordagens presentes nas 32 SDs analisadas.

Quadro 2: Experimentos ou atividades, abordagens e temas registrados nas SDs presentes nos trabalhos selecionados na ferramenta de busca *Google Scholar* existente no portal de periódicos CAPES/MEC em 2019.

| | Experimentos ou atividades | Tema | Abordagem |
|---|---|---|---|
| 1 | Queima da palha de aço; reação entre o bicarbonato de sódio; ácido acético em sistema aberto e fechado. | Conceitos básicos de Química do 1º ano do Ensino Médio. | Aprendizagem significativa e mapa conceitual. |
| 2 | Mostrou quais as principais fontes de água na cidade. | Água. | CTSA. |
| 3 | Produção de vídeos na abordagem CTS. | Processos de separação de | CTS. |

| | | | |
|----|--|--|---|
| | | sistemas heterogêneas. | |
| 4 | Várias estratégias auxiliadas pelo o uso das TICs. | Cinética Química. | Tecnologia de Informação e Comunicação-TIC. |
| 5 | Artefatos arqueológicos encontrados na região; arte rupestre (Brasileira e Mundial) e análise e caracterização da composição dos pigmentos. | Química e a arte das pinturas rupestres. | Interdisciplinar e contextualizada. |
| 6 | Aprender a ler bulas e analisar os medicamentos e suas moléculas orgânicas. | Automedicação. | Contextualização por meio da leitura de bulas. |
| 7 | Produção de cartazes sobre Armas Químicas. | Armas Químicas. | Aprendizagem significativa. |
| 8 | Criação de <i>edublog</i> . | Solos. | TICs e contextualização problematizadora. |
| 9 | Preparação da solução da calda bordalesa e identificação da substância orgânica amido em alguns alimentos. | Horta. | Educação ambiental e contextualização. |
| 10 | Calcular o valor calórico de uma salada de frutas feita pelos alunos. | Calorias e saúde. | Três Momentos Pedagógicos-TMP. |
| 11 | Experimento no laboratório de ciências sobre economia de átomos e rendimento de reação. | Química Verde. | Problematização, contextualização e a questão ambiental. |
| 12 | Trabalho na horta escolar. | Plantas fitoterápicas. | Educação ambiental. |
| 13 | Realizar operações de pipetagem, titulação, transferência e aferição de líquidos, utilizando buretas e provetas, e manipulação de soluções e indicadores químicos. | Qualidade e fabricação do vinagre. | Segundo Leontiev. |
| 14 | Determinação de pH e análise de cloro. | Água. | CTS. |
| 15 | Identificar as macromoléculas nas amostras de alimentos. | Alimentos. | Contextualização. |
| 16 | Análise de Teor de Flúor em águas minerais vendidas no Brasil. | Cremes dentais. | Contextualização na abordagem de conceitos químicos. |
| 17 | Análise dos mecanismos de absorção de sais minerais e de nutrientes pelas raízes e um experimento com tubo capilar. | Fisiologia vegetal | Interdisciplinar. |
| 18 | Reconhecendo odores e sabores e identificando o PH. | Soluções e equilíbrio ácido-base. | CTS. |
| 19 | Atividade de júri simulado. | Desenvolvimento e emprego de Armas Químicas. | Socioculturais e Históricas no saber científico. |
| 20 | Detecção de Impressões Digitais. | Química Forense. | Contextualização e abordagem de conceitos químicos. |
| 21 | Dispersão de luz. | Corantes. | TMP. |
| 22 | Produção escrita relacionada ao conteúdo de soluções. | Soluções isotônicas. | Investigativa, CTS e da aprendizagem de conceitos em Química. |

| | | | |
|----|---|--|--|
| 23 | Discussões sobre os impactos que a cultura canavieira tem na economia e na qualidade de vida na cidade de sertãozinho – SP. | A Cultura canavieira. | A indústria sucroalcooleira, da educação problematizadora e dos TMP. |
| 24 | Discussões sobre os conceitos de pressão e temperatura em Termoquímica e Química na agricultura. | O Milho das comidas típicas juninas. | Contextualização sociocultural e os temas transversais saúde e agricultura. |
| 25 | Preparação de xampu e Obtenção de óleos essenciais. | Cosméticos. | Conceitos químicos e contextualização sociocultural. |
| 26 | Realização de testes químicos e teste de PH. | Química do amor. | A contextualização, interdisciplinar e os TMP. |
| 27 | Leitura de Textos de Divulgação Científica-TDC relacionados a conceitos químicos. | Conteúdos curriculares de Química no segundo ano do Ensino Básico. | Contextualização, TDC e CTS. |
| 28 | Experimento para verificar a velocidade de uma reação, utilizando um comprimido efervescente em água gelada, fria ou quente. | Produção de iogurte. | TMP. |
| 29 | Concentração dos reagentes: Cinética Química; Cinética Química: temperatura; inibidores: Cinética Química; Cinética Química: superfície Química e Cinética Química: a concentração interfere na velocidade da reação Química. | Cinética Química. | Viés da tecnologia e da experimentação. |
| 30 | Simulações de experimentos, mas não disse quais os experimentos. | Petróleo. | O método Jigsaw e os cinco princípios fundamentais da atividade cooperativa. |
| 31 | Oxidação da palha de aço; processo de oxirredução do ferro; à Procura da vitamina C e condutividade elétrica. | Pilhas. | Temas transversais, como a interdisciplinaridade. |
| 32 | Reação de neutralização e análise quantitativa; Dureza da água, soluções, titulação e cálculos químicos. | Tratamento de água e soluções Químicas. | CTS. |

Fonte: Elaborado pelos autores

Na revisão bibliográfica realizada sobre as SD foram encontrados, além de temas geradores, algumas abordagens de destaque, como, contextualização, interdisciplinaridade, investigação, experimentação, conceitos químicos, CTS, TIC, Educação Ambiental e os Três Momentos Pedagógicos (TMP). Sobre os temas, Nascimento (2019) entende que a escolha por temas do dia-a-dia, em referência à experimentação, ligados à teoria, seja uma verdadeira perspectiva de contextualização dos saberes químicos e não apenas meios para gerar motivação e ilustração.

Em relação as abordagens utilizadas no desenvolvimento das Sequências Didáticas (SD), encontrou-se que quatro autores recorreram a organização didática conhecida como os Três Momentos Pedagógicos (TMP) de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, 2011) nas suas Sequências Didáticas, sendo eles Della Volpe e Marques (2016), Andrade (2017), Rossieri (2017) e Cavalcante, Assai e Delamuta (2018). Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) organizaram sequências de ensino de Ciências através dos TMP, todas com a abordagem de

uma determinada temática. Os autores citam que os temas se referem a "objetos de estudo a ser compreendidos no processo educativo", conforme Freire (1975) e Snyders (1988) (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2018, p. 146).

Os TMP são compostos pelas seguintes etapas: "a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento". Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) retratam que a problematização tem a função de apresentar situações reais que estão próximas dos estudantes e fazem parte do seu cotidiano. Problematiza-se o conhecimento em relação as situações significativas que vão sendo colocadas pelos estudantes. A partir daí, identifica-se e formula-se uma situação-problema de forma que ela possa gerar uma necessidade de introduzir, abordar e apropriar de novos saberes científicos. O objetivo é problematizar o conhecimento que os estudantes vão exteriorizar, de maneira geral, baseadas em um pequeno número de questões propostas correlacionadas à temática e às situações significativas. As questões devem ser debatidas em um pequeno grupo e logo após serem discutidas com toda a sala de aula, no maior grupo (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2018). Ainda sobre a problematização inicial, Andrade (2017) indica que um dos objetivos desse momento em uma SD é instigar o estudante, de forma que ele veja a necessidade de obter novos saberes para ser capaz de entender e explicar os problemas não resolvidos.

Para Delizoicov e seus colaboradores (2018), na Organização do Conhecimento os saberes compreendidos como necessários para a assimilação dos temas e da problematização inicial, são continuamente estudados, por meio da mediação do professor. Pode-se empregar nesse instante as mais variadas atividades, visando desenvolver os conteúdos conceituais para o entendimento dos conhecimentos científicos das situações problematizadas.

No terceiro momento, Aplicação do Conhecimento, é abordado o conhecimento adquirido pelo estudante, com intuito de analisar e interpretar as situações iniciais que caracterizam o estudo como demais situações que, apesar de não estarem associadas de modo direto a causa inicial, podem ser alcançadas pelo mesmo saber. O objetivo dessa ocasião é capacitar todos os estudantes ao emprego dos saberes, no intuito de formá-los para que articulem, frequentemente e corriqueiramente, a conceituação científica com contextos reais (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa concentrou-se em analisar como as SDs, voltadas para os alunos do Ensino Médio, vêm sendo construídas no Ensino de Química, ressaltando como a Experimentação Química tem sido realizada nessas SDs, bem como os recursos e as abordagens didáticas têm sido utilizadas.

Ao todo foram analisados 32 trabalhos que atenderam aos critérios de busca. Constatou-se que as SDs utilizadas nesses trabalhos estão sendo desenvolvidas por meio de um Ensino investigativo. A maior parte dos pesquisadores estavam atentos aos conhecimentos prévios dos estudantes, utilizando um tema gerador e uma abordagem contextualizada, interdisciplinar e fazendo uso da Experimentação Química investigativa. A maioria das SDs foi aplicada em apenas uma turma, em uma única série e a aplicação justificada pelo tema.

Chamou atenção o fato de algumas SDs seguirem as etapas dos Três Momentos Pedagógicos – TMP de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, 2011 e 2018) que incluem a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento.

Durante a análise dos trabalhos selecionados na pesquisa, notou-se na maioria dos trabalhos à presença do questionário como forma de analisar os conhecimentos prévios dos alunos e de realizar à avaliação final das SDs.

As Sequências Didáticas analisadas demonstraram gerar aprendizagem e interesse nos alunos, sendo que quando os pesquisadores não fizeram uso da Experimentação Química, procuraram usar atividades, como produção de vídeos e cartazes, criação de *blog*, discussão e leitura a respeito de conceitos químicos. A análise dos conhecimentos prévios focada na vivência dos estudantes é fator principal para iniciar a promoção de um Ensino significativo e com qualidade.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais que me incentivaram na realização do mestrado profissional no Ensino de Ciências, mas que infelizmente me deixaram muito de repente durante essa jornada. Agradeço também aos professores e demais colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás – PPEC/UEG.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. V. de. Análise de uma Sequência Didática auxiliada pelo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para o Ensino de Cinética Química numa perspectiva Ausebiliana. In: Congresso Nacional de Educação, 2.; 2015, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande, Centro Multidisciplinar de Estudos e Pesquisas (CEMEP), 2015.

ALVES, H. S. **Elaboração, desenvolvimento e avaliação de uma sequência didática sobre armas químicas para o ensino de química orgânica na educação básica**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Licenciatura em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

ANDRADE, M. S. F. **Educação de Jovens e Adultos: proposta de sequência didática com caráter investigativo no Ensino de Química**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2017.

AUSEBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Educational Psychology: A Cognitive View** (2ª Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.

AUSEBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BEDIN, E. Filme, Experiência e Tecnologia no Ensino de Ciências Química: uma sequência didática. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, 2019

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Lei nº 13.415/2017, de 16 de fevereiro de 2017**. Diário Oficial da União, seção 1, p. 1, 17 de fevereiro de 2017a. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2017/lei-13415-16-fevereiro-2017-784336-publicacaooriginal-152003-pl.html>. Acesso em: 23 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio**. Brasília, DF, 2017b. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_1_10518.pdf. Acesso em: 22 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei n.9394, de 20 de dezembro de 1996** – Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, Distrito Federal, 1996.

CARMONA, I. V.; PEREIRA, M. V. Ciência, Tecnologia e Sociedade e Educação Ambiental: uma revisão bibliográfica em anais de eventos científicos da área de Ensino de Ciências. **Revista Ciências & Ideias**, n. 3, v. 8, p. 94-114, 2017.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 253-266.

CAVALCANTE, K. L.; ASSAI, N. D. de S.; DELAMUTA, B. H. Uma proposta de Sequência Didática utilizando a abordagem dos três Momentos Pedagógicos para o Ensino de Cinética Química. **Revista Diálogo e Interação**, v. 12, n. 1, p. 173-190, 2018.

CHAVES, M. A. L. **Aprendizagem de química no Ensino na Educação Básica**: Uma sequência didática utilizando Textos de Divulgação Científica. Dissertação (Mestrado na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2018.

COSTA, E. de O.; SANTOS, J. C. O. Uma Proposta para o Ensino de Química Através da Abordagem CTSA: Uma Sequência Didática para a Temática Água. Encontro Regional de Química e Encontro Nacional de Química, 5. e 4.; 2015, Mossoró. **Proceedings [...]**. São Paulo: Blucher, 2015.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências fundamentos e métodos**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2018. 285 p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELLA VOLPE, A. L.; MARQUES, R. N. **A Química e a Arte das Pinturas Rupestres**: uma Sequência Didática para o Ensino de Óxidos. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Andre_Della_Volpe/publication/326156906

A Química e a Arte das Pinturas Rupestres uma Sequencia Didatica para o Ensino de Oxidos/links/5b3b97aeaca27207850a496e/A-Quimica-e-a-Arte-das-Pinturas-Rupestres-uma-Sequencia-Didatica-para-o-Ensino-de-Oxidos.pdf. Acesso em: 15 de nov. 2019.

ESTEVES, K. G. C. **Uma proposta de sequência didática para contextualizar o ensino de química com o tema alimentos**, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Licenciatura em Química) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2017.

FONSECA, E. M. da; LINDEMANN, R. H.; DUSO, L. Práticas Educativas Pautadas por Temas Freire-CTS: indicativos de pesquisas em educação em Ciências. **Revista Ciências & Ideias**, n. 3, v. 10, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2008.

FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

GALIAZZI, M. C.; GONÇAVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: Uma pesquisa na Licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUIMARÃES, A. C. **Sequência didática sobre soluções para EJA:** condições de produção e uso em sala de aula, 2017. Dissertação (Mestrado Profissional de Educação e Docência) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

LIMA, L. M. D. N. **Atividades investigativas arrimadas a aprendizagem cooperativa na aplicação do conhecimento relativo à eletroquímica.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

LOPES, J. M. D. S. **Vivenciando experiências no ensino médio utilizando eletroquímica como tema motivador.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Licenciatura em Química) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014.

MACEDO, N. D. de. **Iniciação à pesquisa bibliográfica:** guia do estudante para a fundamentação do trabalho de pesquisa. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1994

MOURA, L. S. de. **O uso de uma sequência didática para trabalhar a automedicação e a química orgânica no ensino de química.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Licenciatura em Química) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

NASCIMENTO, M. M. A. do. **Sequência didática no ensino de química:** contextualizando a temática pilhas para turmas do ensino médio regular. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2019.

NETO, A. F.; SILVA, C. C. da. Contribuição de uma Sequência Didática para o estudo de soluções no Ensino Médio numa abordagem CTS. In: Semana de Licenciatura, 16., Jataí. **Anais [...]**. Jataí, Instituto Federal de Goiás, 2019.

NETO, G. S.; ALVES, A. A.; BARCELOS, A. S.; CRUZ, P. B. G.; GONÇALVES, A. C. S.; MATTOS, C. G. V. de; PIUZANA, T. de M.; SILVA, N. S. da; SILVA, T. M. As redes sociais como ferramenta na aplicação de uma sequência didática problematizadora: impacto nas aulas de Química e desempenho dos estudantes. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**, Florianópolis, SC, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1362-1.pdf>. Acesso em: 15 de nov. 2019.

NUNES, P. P. **Contextualização e abordagem de conceitos químicos por meio da química forense: uma sequência didática para o Ensino Médio no Ensino da Química.** Dissertação. Universidade Federal do Amazonas, 2017. Disponível em: [https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6388/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o Pamela%20P.%20Nunes.pdf](https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6388/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Pamela%20P.%20Nunes.pdf). Acesso em: 18 de nov. 2019.

RESENDE, S. G. dos S.; NEVES, M. L. R. da C.; TAVARES, M. de L. A produção de vídeos pelos alunos: uma proposta de sequência didática para o Ensino de Química em uma abordagem CTS. **ANAIS DO I ENCONTRO DOS MESTRADOS PROFISSIONAIS**, p. 136-143, 2016. Disponível em: <http://www.fompe.caedufjf.net/wp-content/uploads/2015/04/1o-EMPEE-2016-BOOK-final-1.pdf#page=136>. Acesso em 14 de nov. 2019.

ROCHA, Q. G. de S. da; CASTRO, F. P. de; DELLA VOLPE, A. L.; MARQUES, R. N; MIRANDA, M. C. R. de. Educação ambiental nas aulas de química: a experiência de uma sequência didática sobre química verde. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 3461-3466, 2017.

RODRIGUES, J. B. S.; SALDANHA, T. C. B.; SANTOS, P. M. M.; LIMA, R. S.; WEBER, K. C. O milho das comidas típicas juninas: uma sequência didática para a contextualização sociocultural no ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 179-185, 2017.

RODRIGUES, J. C.; FREITAS-FILHO, J. R. de; FREITAS, L. P. da S. R. de; FREITAS, Q. P. da S. B. de. Elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a química dos cosméticos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, 2018.

ROSSIERI, R. A. **Estudo acerca da motivação e aprendizagem a partir de uma implementação de uma sequência didática de química orgânica**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

SANTOS, M. J. dos; ABRANTES, A. P.; BASÍLIO, E. de F; FARIA, M. T. de; SILVA, J. G. da; CATÃO, V. Produção de uma Sequência Didática interdisciplinar com o foco na Química dos Cremes Dentais: possibilidades para a contextualização. **Revista Ciências & Ideias**, v. 7, n. 3, p. 31-45, 2017.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

SNYDERS, G. Satisfação de compreender, continuidade e ruptura em ciências. In: SNYDERS, G. **Alegria na escola**. São Paulo: Manole, 1988.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica**: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2012.

YONEDA, J. D.; HUGUENIN, J. A. O. Proposta de Sequência Didática para disciplina de Química Geral explorando o uso de tecnologias digitais. **Docência do Ensino Superior**, v. 8, n. 2, p. 60-77, 2018.

ZABALA, A. **A Prática Educativa. Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed. 1998.



Revista
Ciências & Ideias

O MAPEAMENTO DA ÁREA CTS A PARTIR DAS DISSERTAÇÕES DOS MESTRADOS PROFISSIONAIS: UMA ABORDAGEM POR ANÁLISE DE REDES SOCIAIS ENTRE OS ANOS DE 2005 A 2019

MAPPING THE CTS AREA FROM THE DISSERTATIONS OF PROFESSIONAL MASTER'S: AN APPROACH BY ANALYSIS OF SOCIAL NETWORKS BETWEEN 2005 TO 2019

Jonas da Conceição Ricardo [jnsricardo@gmail.com]

Álvaro Chrispino [alvaro.chrispino@gmail.com]

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)

RESUMO

O presente trabalho, resultante de Tese de Doutorado, tem por finalidade apresentar o resultado do mapeamento do ensino de Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS), a partir de 244 dissertações profissionais, publicadas entre os anos de 2005 a 2019, selecionadas partir do Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sendo as mesmas selecionadas a partir das expressões: Ciências, Tecnologia e Sociedade; Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, e seus respectivos acrônimos CTS e CTSA, contidas nos resumos e/ou título e/ou palavras-chave. Para atender esse objetivo, foram catalogadas, em planilhas eletrônicas, as instituições de ensino, região, autor, título, palavras-chave e referências. Desse levantamento, resultam 993 palavras-chaves, 16.448 referências, 20.543 autores, 132 orientadores, 42 Instituições de Ensino Superior (IES) e 23 programas de pós-graduação. A metodologia utilizada na pesquisa é classificada como descritiva bibliográfica, sendo o método utilizado nas análises dos dados classificado como misto. Quando observada a divisão geográfica das produções, observa-se que 52% delas são oriundas da região sudeste, sendo a IES que mais se destaca quanto à produção de dissertações o Instituto Federal do Espírito Santo, tendo como o principal responsável para isso o professor Sidnei Q. M. Leite, pelo quantitativo de orientações feitas no período analisado. Para as análises dos termos chaves foi utilizada a Análise de Redes Social (ARS), que permitiu conhecer as palavras que estão mais próximas da temática CTS, havendo destaque para as palavras-chave, ensino de química, ensino de física e CTSA, como as três com maior representatividade quanto à sua centralidade de proximidade. Ao analisarmos os autores mais citados, destacamos Wildson Luiz Pereira dos Santos como sendo o mais citado.

PALAVRAS-CHAVE: CTS; Ensino de Ciências; Análise de Redes Sociais; Dissertações Profissionais; Educação.

ABSTRACT

The present work, resulting from a Doctoral Thesis, aims to present the result of the mapping of Science, Technology and Society (STS) teaching, from 244 professional dissertations, published between the years 2005 to 2019, selected from the Catalog of Theses and Dissertations of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel

(ICHEP), the same being selected from the expressions: *Sciences, Technology and Society; Science, Technology, Society and Environment*, and their respective acronyms CTS and CTSA, contained in abstracts and / or title and / or keywords. To meet this objective, educational institutions, region, author, title, keywords, and references were cataloged in electronic spreadsheets. This survey results in 993 keywords, 16.448 references, 20.543 authors, 132 supervisors, 42 Higher Education Institutions (HEIs) and 23 graduate programs. The methodology used in the research is classified as descriptive bibliography, and the method used in the analysis of the data is classified as mixed. When observing the geographical division of productions, it is observed that 52% of them come from the southeast region, with the HEI that stands out the most in terms of the production of dissertations - the Federal Institute of Espírito Santo, with Professor Sidnei Q. M. Leite, due to the number of orientations made in the analyzed period. For the analysis of the key terms, Social Network Analysis (SNA) was used, which made it possible to know the words that are closest to the CTS theme, with emphasis on the keywords, teaching chemistry, teaching physics and CTSA, such as three with greater representativeness as to their centrality of proximity. When analyzing the most cited authors, we highlight Wildson Luiz Pereira dos Santos as being the most cited.

KEYWORDS: STS; Science teaching; Social Network Analysis; Professional Dissertations; education

INTRODUÇÃO

A área CTS, que em nosso entendimento é uma área complexa, interdisciplinar, contextualizada e transversal (CHRISPINO, 2017), surge em meados do século XX, sendo apontada por diversos autores como uma área com desenvolvimento mais acentuado pós-Segunda Guerra Mundial (CARVALHO e MARTINS, 1998; AULLER e BAZZO, 2001; SANTOS e MORTIMER, 2002). No entendimento de Santos e Mortimer (2002), os problemas ambientais oriundos no pós-Segunda Guerra e as preocupações de intelectuais com relação à qualidade de vida e as questões éticas, que circundam a utilização do conhecimento científico por uma elite, foram balizadores para o surgimento da proposta de ensino CTS.

O agravamento dos problemas ambientais pós-guerra, a tomada de consciência de muitos intelectuais com relação às questões éticas, a qualidade de vida da sociedade industrializada, a necessidade da participação popular nas decisões públicas, estas cada vez mais sob o controle de uma elite que detém o conhecimento científico e, sobretudo, o medo e a frustração decorrentes dos excessos tecnológicos propiciaram as condições para o surgimento de propostas de ensino CTS (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.113)

As discussões decorrentes dos problemas acontecidos durante a Segunda Guerra, com a criação do projeto Manhattan, que culminou nas bombas que vitimaram as cidades de Hiroshima e Nagasaki, contradizem a visão inocente e falaciosa do desenvolvimento tecnológico que Bazzo, Linsingen e Pereira (2003, p.120), apresentam como uma visão linear de desenvolvimento, sendo ela : + ciências = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar.

Essa visão ingênua do desenvolvimento científico e tecnológico pode ser comprovada por diversos eventos ao longo da segunda metade do século XX e início do século XXI, por exemplo, a explosão em abril de 1986 da usina nuclear de Chernobyl, no norte da Ucrânia (então União Soviética); o vazamento de Césio-137 em Goiânia, em 1987, que é considerado o maior acidente radiológico do mundo e, mais recentemente, o rompimento de barragem em Brumadinho, em janeiro de 2019, que é o maior acidente de trabalho no Brasil em perda de vidas humanas e o segundo maior desastre industrial do século do bem-estar social (OLIVEIRA, ROHLFS, GARCIA, 2019)

Ao se analisar o surgimento da CTS, Cutcliffe (2003) nos apresenta a dicotomia que o desenvolvimento CTS produziu em seu surgimento; quando aponta que se por um lado havia

uma tentativa de transformar a sociedade pela busca da ciência, havia também reações críticas a esse processo.

Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) surgiu originalmente como um campo acadêmico explícito de ensino e pesquisa nos Estados Unidos nos anos sessenta. Sua emergência tem um fundo histórico profundo: por um lado, a tentativa moderna de transformar a sociedade pela busca da ciência e da tecnologia (Iluminismo); e, por outro lado, a reação crítica a esse projeto (Romantismo) Os momentos anteriores a esse conflito cultural incluíram o surgimento da sociologia (estudos científicos da Sociedade) e a história e filosofia da ciência (tentativa da sociedade de compreender a sua própria criação)(p.07,tradução nossa)

Para Acevedo Diaz, Vázquez Alonso e Manassero Mas (2001), há na origem do Movimento CTS, diferentes fatores e direções, apontando para uma convergência de uma melhor compreensão de dimensão social e organização da ciência e tecnologia como, por exemplo: a necessidade de gerenciar laboratórios industriais e militares; o surgimento de uma consciência crítica dos efeitos negativos da ciências e tecnologia; a necessidade de criar e formar especialistas em política científica-tecnológica bem como o surgimento de pesquisas que tenham caráter desafiador em relação à imagem tradicional da ciência e tecnologia como atividades isoladas do contexto social, político e econômico.

O desenvolvimento da CTS no mundo, em especial Europa e Estados Unidos, deu-se de maneira distinta e com focos diferentes, na primeira houve predomínio de trabalhos teóricos, já na segunda, uma maior discussão sobre a regulação social da ciência e tecnologia (BOCK, ALBUQUERQUE e CHRISPINO, 2016).

Numa terceira vertente, agora falando da América Latina, as discussões na qual fazem parte Dagnino, Thomas e Davyt (1996) e Silva (2015), denominado Pensamento Latino-Americano em Ciências Tecnologia e Sociedade (PLACTS), tem por finalidade fazer reflexões críticas sobre o modelo linear de desenvolvimento e de uma intenção de mudança social para os países latino-americanos. Todavia, sua caracterização não se dá somente por fazer questionamentos sobre as consequências sociais, mas, principalmente, por criticar o modelo de pensamento científico e tecnológico que são adotados nesses países.

O PLACTS caracteriza-se não somente por questionar as consequências sociais do desenvolvimento da ciência e tecnologia ou seus antecedentes, mas, principalmente, por criticar o modelo de pensamento científico e tecnológico adotado nos países Latino-Americanos, baseado em países de "Primeiro Mundo" e, assim, contrário às necessidades regionais. De acordo com o PLACTS, torna-se necessário a consolidação de um projeto mais claro e coerente, que estabelecesse diretrizes para o desenvolvimento dos países Latino-Americanos, isto estaria na base da constituição de uma demanda social por conhecimento, o que puxaria o avanço científico e tecnológico possibilitando, desta forma, o desenvolvimento econômico e social dos países da América Latina (STRIEDER, 2012, p. 25-26)

Com o passar do tempo, a tradição PLACTS foi substituída na América Latina por uma nova corrente dos Estudos CTS aplicados a América Latina (ECTSAL) passando, assim, a ter um objetivo mais acadêmico, sendo mais orientada a confecção de publicações (DAGNINO, THOMAS e DAVYT, 1996). Para Thomas (2010), os trabalhos da América Latina relacionados à Ciência e Tecnologia, em sua grande maioria, não estão situados numa perspectiva CTS, ou na perspectiva de estudos sociais de Ciência e Tecnologia, estão mais relacionados a pesquisa e desenvolvimento, inovação, globalização e novas tecnologias.

Para Aikenhead (2003), os estudos CTS são, desde os seus primórdios, um campo multidisciplinar, o que faz com que os autores, que são envolvidos nesta temática, busquem

relações do CTS com diversas áreas como por exemplo: Ambiental; Política; Inovação; de maneira, que os autores podem e devem caminhar por estradas distintas tornando a área cada vez mais heterogênea.

Ao debruçarmos o nosso olhar para as abordagens CTS inserida no âmbito educacional brasileiro verificamos que ela surge com força na década de 90, quando surgem as primeiras dissertações de mestrado (SANTOS, 1992 e CHRISPINO, 1992) e a primeira tese de Doutorado (TRIVELATO, 1993), inaugurando um período produtivo tanto no campo teórico como empírico na Educação e no Ensino de ciências.

No mesmo período, a Lei nº 9394/1996, de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), propôs uma reformulação na educação brasileira, elaborando uma série de documentos norteadores para a prática educacional, que abrangem os níveis básico e superior. No final dos anos 90 são elaborados os seguintes documentos: Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), para a educação básica; já entre os anos de 2002 e 2008, com apoio de agências de fomento, como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), foram elaboradas as diretrizes para os cursos superiores de graduação, o que aponta que a temática CTS está presente nos documentos norteadores da educação brasileira (STRIEDER et al, 2016).

O Estudo da CTS ainda que seja algo recente no cenário brasileiro, encontra-se em crescente expansão (DOMICIANO E LORENZETTI, 2019). A disseminação do enfoque CTS tem propiciado diversas pesquisas, (BRANDÃO et al, 2018; LIMA et al, 2018; PENHA e MACIEL, 2019), cuja finalidade é mapear e reconhecer a área em questão, buscando assim ampliar e discutir termos e formas de abordagem desse enfoque, por meio do estado da arte dessa área.

No entendimento de Lima et al (2018), o estado da arte é determinado pela produção científica, sendo possível, a partir dos dados obtidos e tratados por meios estatísticos, o acompanhamento da evolução da área.

A produção científica determina o estado de arte de sua área. A análise dessa produção com métodos estatísticos e matemáticos permite construir indicadores sobre a dinâmica e evolução da informação científica e tecnológica da área (LIMA et al, 2018, p. 22)

O presente trabalho visa apresentar o panorama do ensino CTS com um olhar voltado para as dissertações profissionais, sendo analisados nesse trabalho as instituições que mais desenvolveram pesquisas nesta área; a divisão por área de conteúdo e nível de ensino; a divisão regional dessas publicações; os orientadores que se destacam pelo quantitativo de orientações; os termos que orbitam ao redor da temática CTS e os autores mais citados nas referências das dissertações profissionais.

METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa, sendo referenciada por Gil (2002), é entendida como bibliográfica descritiva, sendo justificada, em primeiro lugar, pelo fato de ser baseada em material já elaborado, em especial livros e artigos; e em segundo lugar, por descrever características de uma determinada população estabelecendo as relações existentes entre as variáveis estudadas.

No entendimento de Martins e Teófilo (2016, p. 52) a pesquisa bibliográfica é necessária para a condução de qualquer pesquisa científica.

a pesquisa bibliográfica: Trata-se de estratégia de pesquisa necessária para a condução de qualquer pesquisa científica. Uma pesquisa bibliográfica procura

explicar e discutir um assunto, tema ou problema com base em referências publicadas em livros, periódicos, revistas, enciclopédias, dicionários, jornais, sites, CDs, anais de congressos etc. Busca conhecer, analisar e explicar contribuições sobre determinado assunto, tema ou problema. A pesquisa bibliográfica é um excelente meio de formação científica quando realizada independentemente – análise teórica – ou como parte indispensável

Segundo Oliveira (2008), as pesquisas bibliográficas têm a sua representatividade imprescindível em qualquer tipo de estudo, pois ela serve de auxílio na elaboração do referencial teórico da pesquisa, podendo também corresponder a uma parte do desenvolvimento da pesquisa.

Pelo fato de valer-se tanto das análises quantitativa, quando observado a quantidade de distribuição das defesas de dissertações por instituições, por regiões e por, bem como por meio de forma qualitativa, ao fazermos inferências sobre as dissertações e as áreas que estão representadas, assim os autores que estão contidos nelas, seguindo o pressuposto de Creswell (2010, p.27), definimos a pesquisa como sendo uma pesquisa de método misto.

A pesquisa de método misto é uma abordagem de investigação que combina ou associa as formas qualitativas e quantitativas. Envolve suposições filosóficas, o uso de abordagens qualitativas e quantitativas e a mistura das duas abordagens em um estudo. Por isso, é mais do que uma simples coleta e análise dos dois tipos de dados; envolve também o uso das duas abordagens em conjunto, de modo que a força geral de um estudo maior do que a da pesquisa qualitativa ou quantitativa isolada

Ao fazermos integração entre as técnicas, qualitativas e quantitativas, buscamos retirar de cada uma o que há de melhor para a resposta de uma questão específica (PARANHOS, 2016).

O corpus desse trabalho contempla 244 dissertações dos programas de mestrado profissional da Área de Ensino, defendidas entre os anos de 2005 a 2019, sendo as mesmas pertencentes à 42 IES, distribuídas em 23 programas de pós-graduação.

Do total de dissertações que compõem esse trabalho, 66, defendidas entre os anos de 2005 e 2012, foram obtidas diretamente junto ao setor responsável da CAPES.

As 178 dissertações restantes foram obtidas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, tendo sido feito a busca na barra de pesquisa do site, sendo digitado os termos para busca: CTS; CTSA; Ciência, Tecnologia e Sociedade; Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, C-T-S, C-T-S-A, no título do trabalho, e/ou em seu resumo, e/ou em algumas das suas palavras-chave. Sendo necessário refinar os dados da busca marcando da seguinte forma, em Tipo (Doutorado, Mestrado Profissional ou Acadêmico), foi selecionado Mestrado Profissional, na área de avaliação foi selecionada a Área de Ensino e ano da pesquisa.

Após o recolhimento de todos os arquivos o passo seguinte foi a verificação dos dados que seriam analisados, sendo esses catalogados em uma planilha eletrônica, reproduzindo as etapas metodológicas descritas nos trabalhos de Chrispino et al (2013), Melo (2017), Albuquerque (2018), Oliveira et al (2019), Oliveira (2020).

Os dados catalogados para posterior análise foram: ano; instituição, região, , título do trabalho, palavras-chave, orientador, referências e autores das referências.

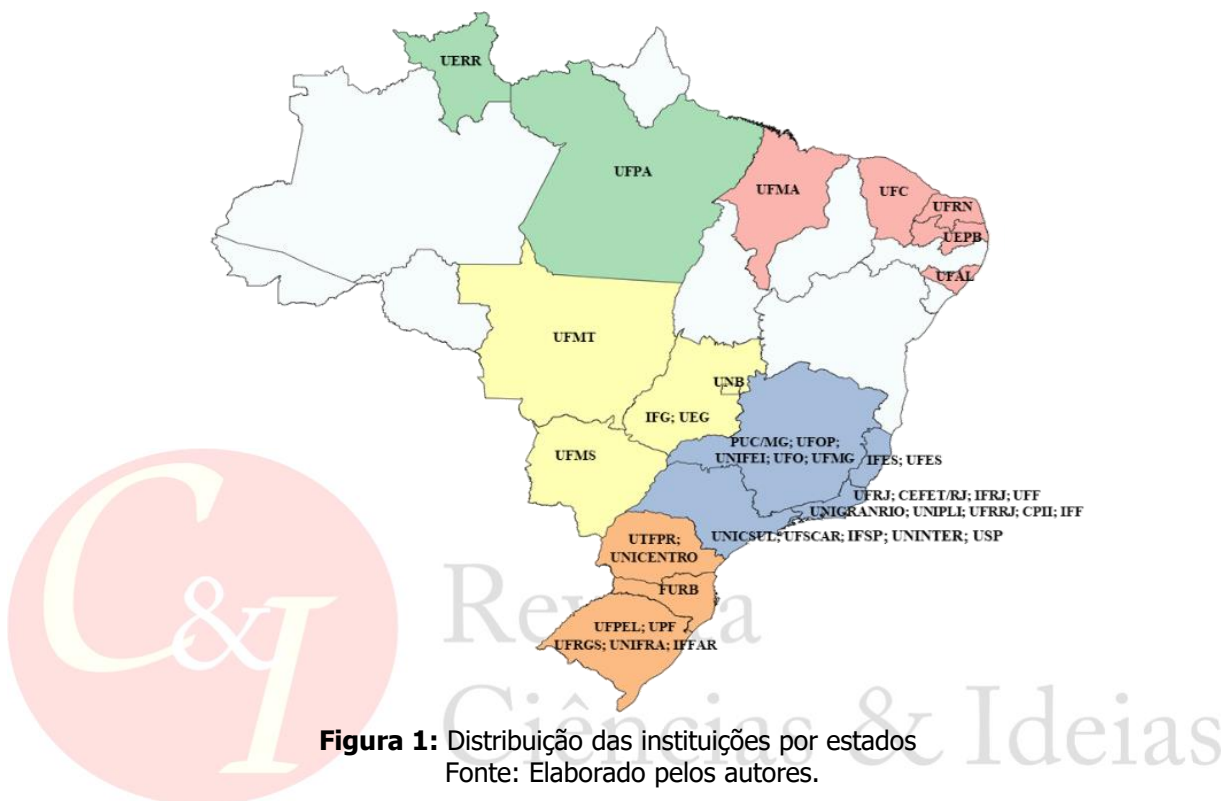
Após a catalogação todas as palavras-chave foram tratadas, de forma a agruparmos as que possuísem similaridades, e foram exploradas por meio de ARS, onde foi utilizado o programa Gephi¹ 0.9.2., cuja finalidade é a plotagem da estrutura das redes, modelada a partir de pares ordenados, inseridos por meio de planilhas, indicando o relacionamento entre os

¹ Gephi é um *software* de código aberto e multiplataforma, distribuído sob a licença dupla CDDL 1.0 e GNU General Public License v3. Disponível em: <<https://gephi.org/users/download/>>. Acesso em: 26 nov. 2020.

elementos envolvidos, sendo assim possível calcular o conjunto de métricas passíveis de inferência sobre as redes resultantes.

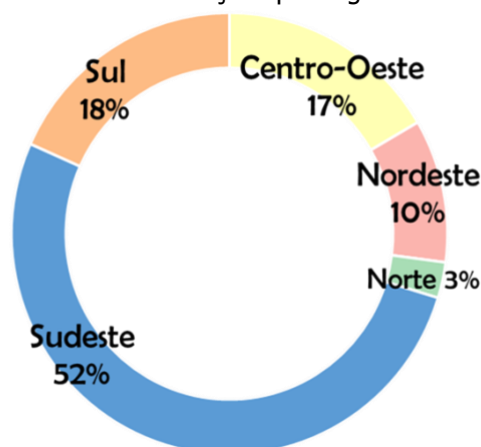
RESULTADO E DISCUSSÕES

Após catalogação, por meio de planilhas eletrônicas, e feita as análises, foi possível verificar que as dissertações são fruto de 42 IES, Públicas (Universidades, Institutos Federais e Centro Tecnológicos) e Privadas (Universidades e Centro Universitários), que estão distribuídas em todas as regiões no Brasil, estando a sua representação destacada na figura 1.



Ao analisarmos a produção das dissertações acadêmicas, as seprando por regiões podemos observar que a região sudeste possui mais da metade das publicações no periodo analisado, estando todo essa representação percentual destacada no gráfico 1 a seguir.

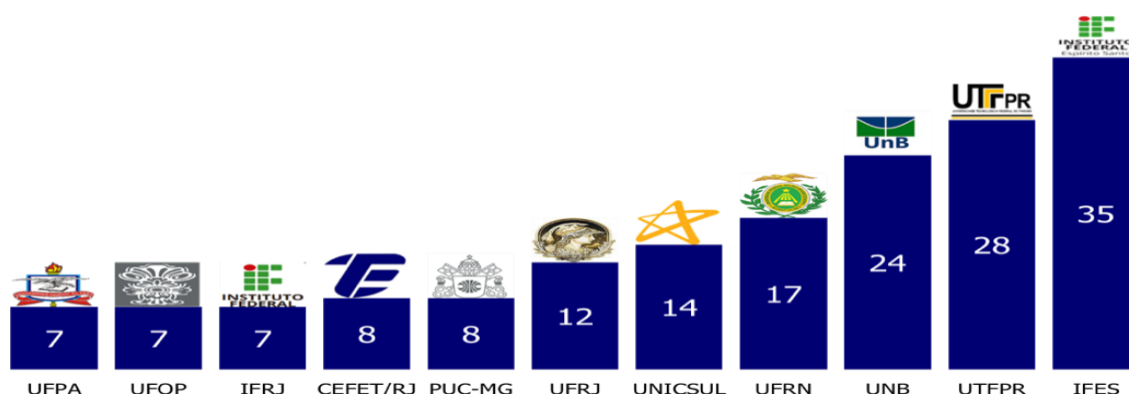
Gráfico 1: Defesa das dissertações por região entre 2005 a 2019



Fonte: Elaborado pelos autores.

Voltando o nosso olhar para as produções acadêmicas, dessa vez por IES, as 11 instituições que mais tiveram desenvolvimento com a temática CTS, juntas produziram, aproximadamente 68% das dissertações contidas nessa pesquisa, como podemos observar no gráfico 2.

Gráfico 2: Instituições com destaque para quantidade de defesas de dissertações



Fonte: Elaborada pelos autores

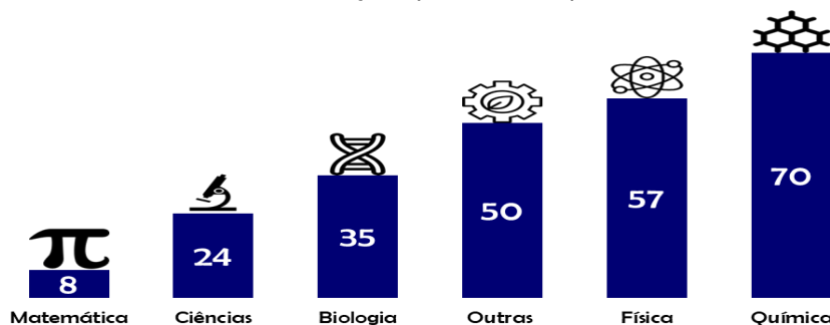
Quando agrupadas estas IES por regiões, observa-se que dentre as 11 instituições há, mais uma vez, predominância da região Sudeste, com 7 instituições e um total de 91 dissertações; seguidas pelas regiões Sul, com 1 instituição e 28 dissertações; Centro-Oeste, com 1 instituição e 24 dissertações, região Nordeste, representada por 1 instituição e 17 dissertações e a região norte com 1 instituição e 7 dissertações.

Com relação ao Nordeste, devemos salientar que, em comparação com estudos que tratam do desenvolvimento das pesquisas com Abordagem CTS no Nordeste (GONÇALVES e SILVA, 2016; FAILACHE et al, 2017), a representatividade das pesquisas nesta região do país está crescendo o que, na visão de Queiroz, Silva e Prudêncio (2018), justifica-se pelo fato de profissionais oriundos das regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste estarem fazendo o processo migratório, por meio de concurso público para instituições sediadas na região Nordeste.

Ainda na análise das 11 instituições, há de se ressaltar que o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), com início em 01/01/2003, é a única instituição que descontinuou o seu mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática, tendo sido publicada a descontinuação do programa em 07/02/2017, ainda assim possuindo grande representatividade no universo de análise.

Ao nos debruçarmos sobre as 244 dissertações profissionais, buscando identificar quais as temáticas estavam diretamente ligadas a Abordagem CTS, foi possível identificar 6 grandes áreas de conteúdo: Física, Química, Biologia, Ciências, Matemática; e Outras, sendo as divisões das dissertações conforme o gráfico 3:

Gráfico 3: Divisão das dissertações profissionais por áreas de conteúdo



Fonte: Elaborada pelos autores

Com 70 dissertações, o que nos dá aproximadamente 29% do total de dissertações analisadas, temos a área de conhecimento de química, a mesma área responsável pelos primeiros trabalhos acadêmicos sobre CTS publicados no Brasil (TOLEDO, 2017; QUEIROZ, SILVA e PRUDÊNCIO, 2018; AMARAL e ELIAS, 2020; OLIVEIRA, 2020).

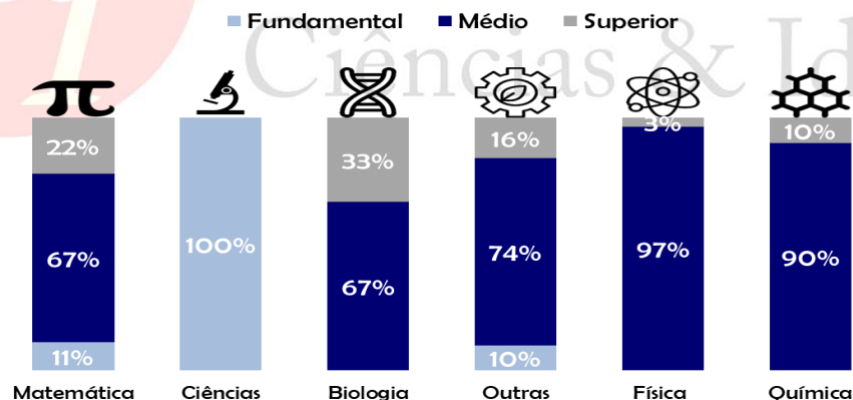
Para classificarmos os trabalhos como “outras áreas”, levamos em consideração o que chamamos de temas diversos, sem um conteúdo norteador descrito no trabalho, porém sendo aplicado os conceitos CTS, como, por exemplo, o trabalho de Prado (2018), que tem por finalidade fazer o estudo do Estado da Arte em Dissertações e Tese entre os anos de 2014 e 2017 e de Wagner (2018), cuja finalidade é demonstrar a afinidade existente entre o universo literário e os debates promovidos pela perspectiva CTS.

As dissertações, quando separado por nível de ensino a que se destinam ou que foram desenvolvidos os trabalhos, observa-se que a grande maioria são discutidas no Ensino Médio, com um percentual de 75,4%, seguidos de trabalhos desenvolvido no Ensino Superior, com 12,3% e 12,3 % no Ensino Fundamental.

Esse quantitativo de trabalhos desenvolvendo junto ao Ensino Médio, ratificam resultados encontrados por Queiroz, Silva e Prudêncio (2018), por Amaral e Elias (2020) e Miranda (2012), quando observadas as divisões dos trabalhos publicados por níveis de ensino. Exatamente no caso da presente pesquisa, uma das possíveis justificativas para um alto índice de trabalhos desenvolvidos no Ensino Médio é o fato de o mestrado profissional ter seu foco voltado para profissionais que já estejam atuando na sua área, o que em nosso entendimento facilita a aplicação das suas atividades investigativas nos espaços escolares que atuam, o que é sempre que possível incentivo.

A divisão das dissertações por área de conteúdo, quanto ao percentual de cada uma, em relação aos três níveis de ensino, pode ser verificado no gráfico 4 a seguir:

Gráfico 4: Área de conteúdo x nível de ensino

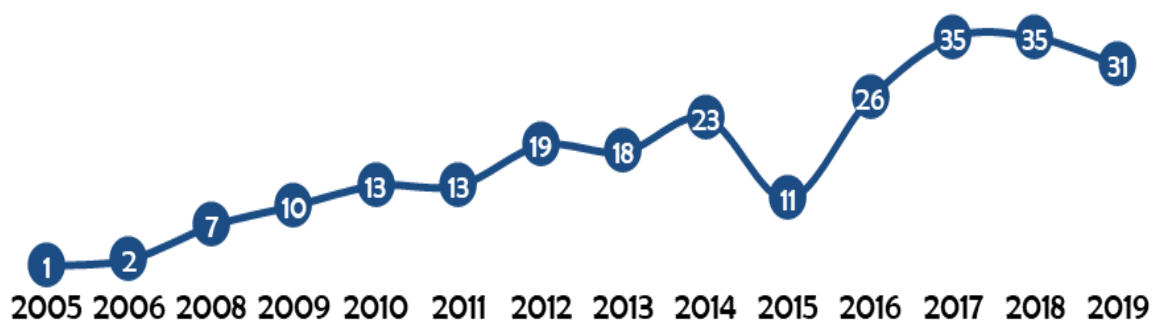


Fonte: Elaborada pelos autores

Essa divisão nos aponta a importância que os pesquisadores estão dando para o Enfoque CTS na Educação Básica, o que corrobora com as pesquisas de Oliveira et al. (2019) e de Castro, Junior e Liu (2019).

Ressalta-se ainda que ao categorizarmos um trabalho como “ciências” estamos falando somente no Ensino Fundamental, já que a mesma, quando abordada no Ensino Médio, divide-se em química, física e biologia, optando a pesquisa por essa divisão na categorização.

Analisando o período em que a pesquisa está inserida, podemos observar que o crescimento das defesas de dissertações profissionais, em torno do tema CTS, foi substancial, chegando a crescer entre os anos de 2015 e 2018, aproximadamente, 218%

Gráfico 5: Defesa das dissertações profissionais por ano até 2019

Fonte: Elaborada pelos autores

A primeira defesa de mestrado profissional com a temática CTS/CTSA foi realizada, segundo nossas pesquisas, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, cujo tema da dissertação foi Projetos Curriculares Interdisciplinares e a Temática de Energia (BUCUSSI, 2005).

Essa dissertação teve por finalidade analisar os parâmetros e as diretrizes curriculares da legislação brasileira e discutir os conceitos da temática energia, desfazendo a forma conteudista e diversificando a forma de trabalho. Foi construída por meio de discussão de duas propostas de introdução do conceito de energia, uma pautada na ênfase da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, e a outra nas contribuições da História da Filosofia e da Sociologia da Ciência.

A Relação Orientadores x Orientações

As 244 dissertações produzidas estiveram sob a supervisão de 132 orientadores, dos quais, 92 destes estão representados na pesquisa com apenas 1 orientação, até o momento.

Podemos inferir que, como a consequência de estarmos com uma área em expansão, há um grupo grande de orientadores que vêm se dedicando à orientação de pesquisa com essa temática, numa relação de causa e efeito.

Fazendo um recorte, tomando como base 5 ou mais orientações, foi elaborada uma lista com os 7 orientadores com mais destaque quanto ao número de orientações, esse grupo é responsável por 26,2% do total de dissertações produzidas, sendo apresentada essa divisão no gráfico 6, a seguir.

Gráfico 6: Orientadores com maiores destaques quanto ao número de orientações

Fonte: Elaborada pelos autores



Os orientadores aqui listados representam três das cinco regiões do Brasil, ficando de fora a região Norte, onde o maior número de orientações é da professora Ana Cristian P. de Almeida, com 4 orientações na UFPA e a região Centro- Oeste, que apesar de ser uma região com uma representatividade alta, os orientadores com o maior quantitativo de orientação são os professores: Wildson L. P dos Santos Souza, Patrícia F. L. Machado, pela UNB, e Maria C.P Recena pela UFMS, todos com 4 orientações.

Buscando conhecer um pouco mais sobre o perfil dos orientadores que mais se destacaram quanto ao número de orientações, elaboramos um breve² resumo de cada um.

Tabela 1: Resumo da biografia dos orientadores com maior destaque

| | | |
|---|--|--|
|  | <p>Rosimari M. C.F Silveira</p> | <p>Licenciada em Educação Física, Mestre em Tecnologia e Doutora em Educação Científica, tendo sido orientada pelo Prof. Dr. Walter Antônio Bazzo, atualmente dedica-se a 3 projetos de pesquisa cuja temática é CTS: Desenvolvimento formativo e metodológico de atividades experimentais no Ensino em Ciências e Química a partir do resgate dos saberes populares em um enfoque CTS; Atividades investigativas no enfoque CTS na formação inicial de professores na área de Ciências da Natureza; Construção e manutenção de práticas pedagógicas de ciências com enfoque CTS em escolas com baixo IDEB na Região de Irati – PR</p> |
|  | <p>Sidnei Q.M Leite</p> | <p>Graduado, mestre e doutor em Engenharia Química e Licenciado em Química. Esteve envolvido em dois projetos de pesquisas recentemente: Ensino de Ciências a partir de diálogos entre Espaços de Educação Formal e não Formal com Enfoque CTS/CTSA; Formação de Profissionais da Educação em Educação CTS/CTSA com Enfoque Freiriano, que visa a investigação das políticas educacionais e a formação de profissionais da educação à luz do movimento CTS/CTSA. A sua constante atuação em orientações de mestrado profissional o acabou propiciando o IFES ser a instituição, nesta pesquisa, com maior quantidade de dissertações defendida no período analisado.</p> |
|  | <p>Josivânia M. Dantas</p> | <p>Graduada e mestre em Química e doutora em Ciências. Possui experiência na formação inicial de professores e na área de formação de ciências e química onde analisa como o enfoque CTS tem sido abordado nas fontes disponíveis para os alunos, como as Diretrizes Curriculares Nacionais, Orientações Curriculares para o Ensino Médio e Plano Nacional Livro Didático.</p> |
|  | <p>Deise M. Vianna</p> | <p>Graduada e mestre em Física e Doutora em Educação. Dedicar-se atualmente a dois projetos de pesquisa: O ensino de física na perspectiva do enfoque CTS e Temas para o ensino de física com abordagem CTS.</p> |
|  | <p>Marco A. B. Braga</p> | <p>Graduado em Física, Mestre em educação e Doutor em Engenharia de Produção. Dedicar-se atualmente a três projetos de pesquisa. Redes de Conhecimento em Ambientes de Aprendizagem Digitais; investigando novas concepções para a Escola do Futuro e Educação para Inovação.</p> |

² Informações retiradas do Currículo Lattes dos orientadores

| | | |
|---|-------------------------------------|---|
|  | <p>Mauro S. T. de Araújo</p> | <p>Bacharel, Licenciado, Mestre e Doutor em Física. Desenvolve pesquisas na área de Ensino de Física com ênfase em abordagem CTS e CTSA. Dedicar-se ao projeto de pesquisa Tópicos de Educação Ambiental e uso do Enfoque CT e CTSA no Ensino de Física.</p> |
|  | <p>Vilma R. Terra</p> | <p>Graduada, Mestre e Doutora em Química. Atualmente, é Professora e pesquisadora do IFES, onde coordenada o projeto de pesquisa intitulado: Os saberes populares no processo de fermentação: Uma proposta para o ensino de Química na perspectiva CTSA e Interdisciplinar no preparo do vinho de Jaboticaba.</p> |

Fonte: Elaborada pelos autores

Podemos observar nos projetos de pesquisa que cada professor está ou esteve envolvido, as aplicações do acrônimo CTS estão representados em situações distintas, o que em nosso entendimento se completam em sua perspectiva educacional.

As análises dos descritores das dissertações profissionais por meio de ARS e os autores mais citados.

Diferente da área da saúde onde há um vocábulo controlado que favorece a busca por produções científicas (TOLEDO et al, 2016; BRANDAU et al, 2005), na área que se concentra essa pesquisa, a área de ensino, ainda não existe um vocábulo controlado (LOPES, 2002), dificultando assim que diversos trabalhos sejam encontrados fazendo uso por uma busca temática (TOLEDO, 2017).

Diante dessa dificuldade encontrada e buscando contribuir com a área CTS, levando em consideração o fato de a área ser multidisciplinar, buscamos entender as relações existentes das palavras-chave com a temática nas dissertações profissionais brasileiras.

Uma das definições que nos é apresentada para a utilização das palavras-chave é apresentada por Migueis et al. (2013, p. 115). O autor entende que a utilização das palavras-chave potencializa o conteúdo dos documentos, além dos descritos nos títulos e resumos, mostrando também a sua eficiência no que tange a recuperação de informações. Escreve ele:

A investigação sobre a importância e características das palavras-chave tem incidido sobre vários aspectos, como o da eficiência na recuperação da informação; a extração automática a partir de diferentes metodologias e algoritmos; o uso por parte dos autores e editores; a utilização nos comportamentos de etiquetagem (metatags); e a comparação com os títulos, resumos, textos e descritores atribuídos.

Em suma, a utilização das palavras-chave serve como uma forma de facilitar a busca de trabalho ou textos procurados, coordenando assim, uma melhor forma de busca por determinado assunto.

Diversas pesquisas têm lançado mão das ARS, com a finalidade de mapear trabalhos e conhecer como se dá a interação entre entes diversos dentro de um mesmo universo (MELO et al, 2016; BRANDÃO et al, 2018; DIONYSIO e CHRISPINO, 2019; FREITAS et al, 2019; RICARDO, OLIVEIRA e CHRISPINO, 2020).

Essas análises têm como finalidade facilitar a percepção de interação por meio de grafos, que são representações gráficas de uma rede. Os grafos são formados por vértices e arestas, onde vértices representam os atores ou elementos envolvidos na análise, e as arestas simbolizam as ligações ou relacionamentos existentes entre eles.

Para Cross, Parker e Borgatti (2000), ao fazermos uso da análise de rede social obtemos um conjunto de ferramentas que tornam possíveis intervenções que não são possíveis em pesquisas padronizadas.

Uma definição básica de rede nos é fornecida por Chrispino et al. (2013) quando determina como uma rede é modelada, indicando quem são seus vértices e arestas.

Uma rede, que pode ser modelada por um grafo, é definida como um conjunto de vértices ou atores cujas inter-relações são representadas por arcos. Essa rede é conexa se existe, no mínimo, um caminho entre quaisquer pares de vértices. Caso não exista, dizemos que a rede é desconexa e cada subconjunto conexo é definido como um componente conexo. Interessante destacar que a componente conexa com maior número de vértices é, frequentemente, denominada na literatura como componente conexa gigante da rede. Usualmente, uma rede é dita direcionada quando um sentido de fluxo é estabelecido entre os vértices. Nesse tipo de rede direcionada, há dois graus associados a um vértice: o grau de entrada e o de saída. O grau de entrada de um vértice é dado como o total de arcos incidentes a este; o grau de saída corresponde ao total de arcos que partem de um vértice (CHRISPINO et al, 2013, p. 460)

Para Scott e Carrington (2011), a definição de grafos é de uma estrutura formada por um conjunto de pontos e linhas interligando pares de pontos, chamadas de vértices. As linhas que interligam os vértices representam o relacionamento existente entre esses eles, neste caso o vértice passa a ser conhecido como ator, sendo conhecido esse processo como rede social.

Buscando compreender a estrutura da rede formada pelas palavras e a forma como os atores estão conectados foi utilizado nessa pesquisa a medida de centralidade de proximidade, que é o resultado do número de outros vértices dividido pela soma de todas as distâncias entre o vértice e todos os outros. Significando assim, que quanto mais próximos um vértice estiver dos outros, mais facilmente as informações serão alcançadas (MELO, 2017).

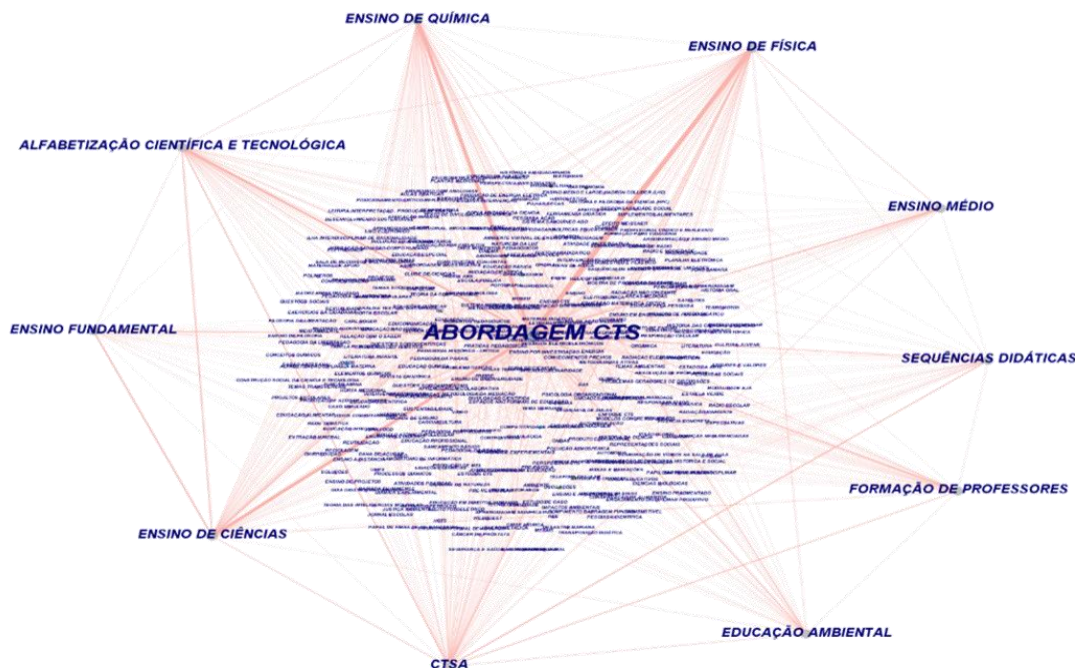
Segundo Marteleto (2001), isso mensura a sua “independência em relação ao controle dos outros” (p. 10), uma vez que ele não dependerá de muitos intermediários para alcançar os demais vértices da rede.

Na mesma direção, Borba (2013, p. 29) escreve que “em diferentes contextos, mais importante que ter muitas ligações é não estar longe demais dos restantes elementos, um nó considerável está próximo dos outros nós”.

Para realização da análise das palavras-chave, após a sua catalogação, em planilhas eletrônicas, foram obtidas 993 palavras-chave. Essas palavras foram normatizadas, colocadas em ordem alfabética e excluídas as palavras que possuíam repetição, a fim de termos somente as palavras distintas, na qual obtivemos um total de 616 palavras

Mais uma vez, ao debruçarmos o nosso olhar para essas palavras, em um processo, árduo e cansativo, foi possível identificar palavras com similaridades semânticas, o que nos fez, mais uma vez, tratamos essas palavras de modo a utilizarmos um mesmo sinônimo ou em grupos de palavras que entendemos possuir o mesmo significado, processo esse similar observado em Toledo (2017) e Oliveira (2020).

Após essa nova etapa de depuração das palavras-chave e o agrupamento de algumas delas por sinônimos, como por exemplo: Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade; CTS e Ciências-Tecnologia-Sociedade, substituídas por Abordagem CTS, Alfabetização Científica e Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), substituídas por Alfabetização Científica e Tecnológica, foram encontradas 357 palavras diferentes, que foram combinadas duas a duas, dentro da mesma dissertação que as contém, formaram 1379 pares de palavras que irão formar a nossa rede de análise, que denominamos como orbital, a figura 2 nos apresenta essa visão gerada a partir de todas as palavras-chave analisadas, onde destacamos as 10 palavras com maior grau de centralidade de proximidade.

Figura 2: Orbital de palavras-chaves

Fonte: Elaborado pelos autores.

A tabela 2 nos apresenta as 10 palavras com a maior centralidade de proximidade, e sendo essa centralidade que no entendimento de Marteleto (2001), mensura a sua “independência em relação ao controle dos outros” (p. 10), uma vez que ele não dependerá de muitos intermediários para alcançar os demais vértices da rede.

Tabela 2: Palavras-chave com maiores valores para Centralidade de Proximidade

| PALAVRAS-CHAVE | CENTRALIDADE DE PROXIMIDADE |
|--|-----------------------------|
| ENSINO DE QUÍMICA | 0,550 |
| ENSINO DE FÍSICA | 0,549 |
| CTSA | 0,544 |
| ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA | 0,530 |
| ENSINO DE CIÊNCIAS | 0,525 |
| EDUCAÇÃO AMBIENTAL | 0,507 |
| FORMAÇÃO DE PROFESSORES | 0,503 |
| SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS | 0,501 |
| ENSINO MÉDIO | 0,491 |
| ENSINO FUNDAMENTAL | 0,487 |

Fonte: Elaborada pelos autores

Ao elencarmos as 10 palavras com a maior centralidade de proximidade, observamos que os temas que estão representados estão diretamente ligados ao ensino, o que em nosso entendimento proporciona trabalhos desenvolvidos com um pensamento voltado para a área educacional.

Sobre as palavras que se encontram nas primeiras posições, em especial ensino de química e ensino de física, justifica-se por representarem as duas maiores áreas de conteúdo, no qual categorizamos as dissertações; sobre CTSA entendemos que esse índice elevado se justifique pelo fato de CTSA e CTS possuírem discussões próximas, pois o CTS pode ser definido como um “lema que abarca uma série de sentidos e significados” (STRIEDER, 2012, p. 12), sendo uma dessas séries o CTSA, onde o termo *A* serve para intensificar o sentido de abordagem Ambiente, as demais palavras representadas reforçam o entendimento das questões que encontram-se mais próximas das discussões CTS.

Com o objetivo de ampliar a discussão sobre as temáticas envolvidas nas dissertações profissionais, comparamos, os resultados aqui obtidos com os resultados das pesquisas de Toledo (2017) e Oliveira (2020), no qual observa-se a similaridade nas discussões sobre Ensino de Física e Formação de Professores.

Quando os resultados são comparados somente com a pesquisa de Oliveira (2020), observa-se que, dos 15 termos listados em sua pesquisa com maior centralidade de proximidade, 6 estão representadas nesta pesquisa, a saber: ensino de física; CTSA, ensino de química, educação ambiental, formação de professores e educação científica. Com isso, podemos inferir que estas palavras são as palavras que mais estão próximas das temáticas que circundam a abordagem CTS, tanto nos mestrados profissionais quanto nos mestrados acadêmicos.

Sobre os autores mais citados nas dissertações profissionais

Ao listarmos todos os autores das obras que servem como referência, levando em consideração não somente o primeiro autor quando há mais de um, foram obtidos 21.059 autores.

Nas análises dos autores mais citados encontramos muitos documentos norteadores da educação brasileira como, por exemplo, a Lei de Diretrizes e Bases nº 9394, de 1996, e o Parâmetros Curriculares Nacionais, que teriam como autor citado “Brasil”, que não foi considerado para compor a listagem dos 10 autores mais citados nas dissertações, sendo apresentados na tabela 3 essa lista dos autores mais citados.

Tabela 3: Autores mais citados nas dissertações profissionais

| POSIÇÃO | AUTORES MAIS CITADOS | NÚMERO DE CITAÇÕES |
|---------|----------------------|--------------------|
| 1º | SANTOS, W. L. P. dos | 735 |
| 2º | AULER, D. | 442 |
| 3º | BAZZO, W. A | 288 |
| 4º | FREIRE, P. | 283 |
| 5º | DELIZOICOV. D. | 212 |
| 6º | AIKENHEAD, G. S. | 197 |
| 7º | MORTIMER, E. F | 194 |
| 8º | CHASSOT, A. I | 160 |
| 9º | PINHEIRO, N. A.M | 141 |
| 10º | CARVALHO. A.M.P de | 129 |

Fonte: Elaborada pelos autores

Contrastando os dados da presente pesquisa com outras que tiveram por finalidade fazer o levantamento dessa mesma natureza, observamos que muitos dos autores aqui elencados são comuns, o que reforça a sua importância para o cenário CTS brasileiro.

Comparando os dados da pesquisa com os dados da pesquisa de Pansera-de Araújo et al. (2009), onde são listados os 18 autores mais citados, de forma isoladas ou em coautoria;

e de Freitas e Ghedin (2015), onde são listados 13 de igual forma, observamos que somente 3 dos autores listados em nossa pesquisa não aparecem em ambas as pesquisas. São eles, FREIRE, P., CHASSOT, A. I., PINHEIRO, N. A.M.

Ao compararmos os nossos dados com os presentes nas pesquisas de Toledo (2017) e Oliveira (2020), que possuem metodologias similares ao da presente pesquisa, sendo analisadas teses e dissertações acadêmicas, respectivamente, verificamos que dos 10 autores listados entres os mais citados na presente análise somente 3 autores não estão representados nas pesquisas de Toledo (2017) e de Oliveira (2020), sendo CHASSOT, A. I ausente nas duas pesquisas; CARVALHO. A.M.P de, somente na primeira pesquisa e PINHEIRO, N. A.M, somente na segunda pesquisa.

Observa-se ainda, comparado com todas as pesquisas aqui apresentadas, que os autores Wildson Pereira dos Santos, Décio Auler e Walter Antonio Bazzo, são comuns a todas as pesquisas que usamos como comparativo, o que corrobora com o entendimento de Lopes (2013), que julga esses autores fundamentais para o desenvolvimento do ensino CTS recente no Brasil.

Ao fazermos uma análise dos autores listados na tabela 3, foi possível observar que muitos deles possuem relações acadêmicas de orientando e orientador em seus estudos de doutorado, bem como a mesma relação está representada entre alguns deles autores com 3 dos 7 orientadores com maiores destaques quanto ao número de orientações também representada na presente pesquisa.

A professora Anna Maria Pessoa de Carvalho, em 1994, é a orientadora o professor Eduardo Fleury Mortimer, passados alguns anos, em 2002, Mortimer orienta Wildson Pereira dos Santos, que, por sua vez, no ano de 2014, conclui a supervisão de pós-doutorado de Sidnei Quezada Meireles Leite, cuja representação no ensino CTS se faz presente nessa pesquisa como sendo o segundo orientador com maior número de orientações no mestrado profissional com a temática CTS. Ressalta-se ainda que a professora Anna Maria foi orientadora da professora Deise M. Vianna, que é uma das professoras com destaque quanto ao número de orientações no mestrado profissional. Décio Auler foi orientado por Demétrio Delizoicov Neto, tendo diversos trabalho escritos em parceria com ele.

Walter Antonio Bazzo foi orientador da professora Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro (2005), onde estuda a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático e da professora Rosimari M. C.F. Silveira que está representada na pesquisa como a orientadora com maior destaque para quantidade de orientações.

Com isso observamos que somente 2 autores brasileiros, dos 9 apresentados, não possuem qualquer tipo de relação direta quando considerados os aspectos acadêmicos.

O professor Attico Inácio Chassot, possui trabalhos que estão no contexto do Enfoque CTS, alfabetização Científica e Interdisciplinaridade (LIMA et al. 2018), o que justifica o fato de ser tão citado em trabalhos com a temática CTS ainda mais quando consideramos que alfabetização científica é um dos temas apresentados como maior centralidade de proximidade, quando analisamos as palavras-chave que descrevem as dissertações que compõe a pesquisa.

Paulo Freire, que é o quarto autor mais citados em nosso levantamento, possui duas obras, *Pedagogia do Oprimido* e *Pedagogia da Autonomia*, entre as obras mais citadas entre as dissertações acadêmicas (OLIVEIRA, 2020). Apesar de não ter uma ligação direta com o ensino CTS, há trabalhos na área CTS que estudam a convergência existente entre as ideias defendidas por Paulo Freire e o enfoque CTS (NASCIMENTO e LINSINGEN, 2006; ALMEIDA e GEHLEN, 2019; AULER, DALMOLIN e FENALTI, 2009).

Para Auler, Dalmolin e Fenalti (2009, p. 68), existe uma articulação que aproxima o pensamento CTS do pressuposto freiriano, tal aproximação, segundo os autores, tem a sua justificativa pela aproximação dos pensamentos de haver uma demanda pela participação em movimentos sociais, havendo assim uma quebra da cultura do silêncio. Sobre isso escrevem os autores:

Tal articulação resulta da compreensão de que a busca de participação, de democratização das decisões em temas sociais envolvendo Ciência-Tecnologia, objetivo do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), contém elementos comuns à matriz teórico-filosófica adotada por Freire, considerando que seu fazer educacional parte do pressuposto da vocação ontológica do ser humano em "ser mais" (ser sujeito histórico e não objeto), havendo, para tal, a necessidade da superação da "cultura do silêncio"

Sobre o Glen S. Aikenhead, único autor estrangeiro que figura nessa listagem, entendemos que a sua representatividade se justifica devido a sua abordagem sobre o ensino de ciências, que propõe um desenvolvimento de ensino com foco no aluno, despertando uma identidade pessoal e cultural, fazendo com que o conhecimento científico e tecnológico seja útil e significativo (BRASIL e LEITE, 2013)

Em sua obra, *What is STS Science Teaching?* (1994), escreve que o ensino CTS deve preencher uma lacuna crítica no currículo tradicional, trazendo responsabilidade social na tomada de decisão coletiva em questões relacionadas à ciência e tecnologia. Pensamento como esse defendido por Aikenhead pode ter sido um dos fatores relevantes que fizeram com que Zauith, Ogata e Hayashi (2011) chegassem ao entendimento de que o autor "faz parte do grupo de autores que já se tornaram clássicos em CTS" (p. 30).

Ainda sobre Aikenhead, há várias obras publicadas nas quais traz reflexões e trabalhos sobre interculturalidade no campo da educação em ciências, isso faz com que ele seja uma referência dentro da perspectiva CTS, onde uma de suas obras, Aikenhead (2005), originária de língua inglesa, possui versão em espanhol sendo a mesma bastante citada.

Essa análise nos direciona para um entendimento que autores brasileiros mais citados formam um grupo de referência para o CTS Brasileiro, o fator de haver parcerias acadêmicas entre muitos, nos sinaliza estes que estes autores fazem parte de um grupo coeso e influenciadores no que tange o ensino CTS no Brasil, fazendo com que a sua extensão acadêmica esteja representando não somente entre os autores mais citados mas também quando analisamos os orientadores que vem se destacando quando ao número de orientações no mestrado profissional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como finalidade efetuar o mapeamento do CTS brasileiro, um trabalho que vem sendo desenvolvido, desde 2010, pelo grupo de Pesquisa e Educação do CEFET/RJ, neste trabalho objetivou-se conhecer como estão divididas regionalmente as produções acadêmicas, os orientadores que têm se destacado quanto ao número de orientações, a divisão por área de conteúdo e por nível de ensino. Fazendo uso das ARS buscamos conhecer autores que servem de referência nas pesquisas em CTS no Brasil e os termos que orbitam ao redor da temática CTS.

Após as análises das 244 dissertações foi possível a verificação que todas as regiões do Brasil estão representadas nessa pesquisa sendo as regiões Sudeste e Sul as regiões com maiores destaques, tendo como instituições representante destas regiões o Instituto Federal do Espírito Santo e a Universidade Federal de Tecnologia do Paraná como as duas principais instituições com maiores números de dissertações defendidas no período analisado, 35 e 28 dissertações respectivamente. Destacam-se ainda os professores Sidnei Q.M Leite e a professora Rosimari M.C.F Silveira, como professores com maior quantitativo de orientações de dissertação profissional, 16 e 17, pelas referidas instituições de ensino, respectivamente.

Os trabalhos quando categorizados por níveis de ensino percebe-se um elevadíssimo percentual desenvolvido no ensino médio, 75,4%, seguidos de ensino fundamental e superior com o mesmo percentual 12,3%; esses resultados ratificam os dados apresentados pelas pesquisas de Queiroz, Silva e Prudêncio (2018) e por Amaral e Elias (2020).

Sobre as temáticas que descrevem as dissertações profissionais, ao serem analisadas as 357 palavras-chave distintas, por meio das ARS, que resultou nas 10 palavras com maior centralidade de proximidade, a saber: ensino de química, ensino de física, CTSA, alfabetização científica e tecnológica, ensino ciências, educação ambiental, formação de professores, sequência didática, ensino médio, ensino fundamental, as mesmas nos direciona para uma abordagem mais educacional, o que acaba por divergir de problemas que foram considerados geradores do estudo CTS, como por exemplo ativismo e complexidade da tecnologia contemporânea (CUTCLIFFE, 2003)

Ao buscarmos conhecer os autores que servem como inspiração para os textos das dissertações profissionais brasileiras, em relação aos autores nacionais, podemos observar vários casos de relação orientador-orientando, em um passado não muito distante, o que reforça mais uma vez, ainda que a abordagem CTS pelo mundo seja algo tratado desde a metade do século XX, que o ensino CTS brasileiro é uma área nova em expansão no Brasil, sendo possível essa comprovação ao observamos as primeiras pesquisas de mestrado e doutorado no Brasil com essa abordagem, nos anos 90 (TOLEDO, 2017; OLIVEIRA, 2020).

Por fim, entendemos que as discussões apresentadas nas dissertações profissionais ampliam a visão dos estudantes sobre o abordagem CTS, fazendo com que tenhamos, em breve, uma geração de estudantes mais comprometidos com a relação Ciência e Tecnologia, podendo, quem sabe, elevar futuramente as discussões também no Ensino Superior, não se atendo somente aos ensino de física e/ou química, mas em abordagens que se aproximem de discussões ambientais e/ou de questões de tecnologias aplicadas, questões essas norteadoras do ensino CTS em sua gênese.

REFERÊNCIAS:

- ACEVEDO DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO, MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003.
- AIKENHEAD, G.S. What is STS Science Teaching? In: **STS Education International perspectives on reform**. Eds. Solomon, J. e Aikenhead, G. Ed. Teachers College Press, p. 47-59, 1994
- AIKENHEAD, G.S. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, v. 16, n.2, p.114-124, 2003.
- ALBUQUERQUE, M. B. **O Perfil dos Estudos Brasileiros Sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade Baseado nas Publicações da Área de Ensino de Ciências**. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) – CEFET/RJ 232.fl.s. 2018
- ALMEIDA, E. S.; GEHLEN, S.T. Organização Curricular na Perspectiva Freire-CTS: Propósitos e Possibilidades para a Educação em Ciências. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** v. 21, 2019.
- AMARAL, C. L. C.; ELIAS, I. G. As Relações Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) no Ensino de Ciências da Natureza: um mapeamento na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações no período de 2013 a 2019. **Research, Society and Development**, v. 9, n.10
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciênc. educ. (Bauru)** v. 7, n. 1, pág. 1-13, 2001.
- AULER, D; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V.S. Abordagem Temática: Natureza dos Temas em Freire e no Enfoque CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 67-84, mar. 2009.
- BAZZO, W.A; von LINSINGEN, I.; PEREIRA, L.T.V. (Eds.). **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, 2003.

BÖCK, B. S.; ALBUQUERQUE, M. B. ; CHRISPINO, A. . A pesquisa em tecnologia e os temas que a orbitam: uma análise da produção de publicações em periódicos internacionais. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia**, v. N.Extraord, p. 789-797, 2016.

BORBA, E. M. **Medidas de Centralidade em Grafos e Aplicações em redes de dados**. Dissertação (Mestrado em Matemática Aplicada) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BRANDAO, J. B. et al. Mapeamento de Publicações Sobre o Ensino da Química Verde no Brasil a Partir de Redes Sociais. **Amazônia (UFPA)**, v. 14, p. 59-76, 2018

BRANDAU, R; et al. Importância do uso correto dos descritores nos artigos científicos. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, v. 20, n. 1, p. VII-IX, Mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: bases legais/ Ministério da Educação** – Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Médio e Tecnológica, 1999.

BRASIL. **Lei nº. 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Diário Oficial da União, 23 dez. 1996

BRASIL, E. D. F. e LEITE, S. Q. M. **Potencial pedagógico da primeira Feira de Ciências e Engenharia do Espírito Santo para o desenvolvimento de uma Educação CTSA nas escolas públicas estaduais**. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC, **Atas do IX ENPEC**, Águas de Lindóia, SP, 2013

BUCUSSI, A. A. **Projetos Curriculares Interdisciplinares e a Temática de Energia. 2005. Dissertação** (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do sul. p. 268. 2005

CASTRO, M. C., JUNIOR, P. M., LIU, A. S. Abordagem CTS: Uma Análise dos Anais dos Encontros Nacionais de Ensino de Química, de 2012 A 2018. **Revista Ciências & Ideias**, . Vol. 10, N.3. p 191-205, 2019

CARVALHO, W. L. P.; MARTINS, J. Elementos Históricos: Ciência-Sociedade-Governo no Brasil. In: NARDI, R. (Org.) *Pesquisas em Ensino de Física*. São Paulo: Escrituras Editora, Série Educação para a Ciência, n.1, 1998, p.139-152.

CHRISPINO, A. **Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na educação e no ensino**. OEI - Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, IBERCÊNCIA: documentos de trabajo de iberciencia, n. 4, 2017

CHRISPINO, A., et al. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? **Ciência & Educação**, v. 19, p. 455-479, 2013

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**; tradução Luciana de Oliveira da Rocha- 2 ed- Porto Alegre: Artmed, 2010.

CROSS, R.; PARKER, A.; BORGATTI, S. P.. A bird's-eye view: using social network analysis to improve knowledge creation and sharing. **Knowledge Directions**, v. 2, n. 1, p. 48-61, 2000

CUTCLIFFE, S.H. **Ideas, máquinas y valores: Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad**. México: Anthropos Editorial, Universidad Nacional Autónoma de México. 2003

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El pensamiento ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. *Redes*, v. 7, n. 3, p. 13- 51,1996.

DIONYSIO, R. B.; CHRISPINO, A. Cenário Surdo e seus lugares de fala na Revista Educação Especial: uma análise por Redes Sociais. **REVISTA EDUCAÇÃO ESPECIAL**, v. 32, p. 1-16, 2019

DOMICIANO, T. D.; LORENZETTI, L. A Educação CTS na formação inicial de professores: um panorama das teses e dissertações brasileiras. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, p. 1-21, 2019.

FAILACHE, M. V. et al. A perspectiva de estudos em ciência, tecnologia e sociedade (CTS) no Nordeste brasileiro –um estudo preliminar sobre o desenvolvimento do enfoque ciência, tecnologia e sociedade na pós-graduação. **Revista Científica Interdisciplinar Interlogos**, Paranaguá, v1, n. 1. jan., p. 19-47, 2017

FREITAS, L. M., & GHEDIN, E. Pesquisas sobre estado da arte em CTS: análise comparativa com a produção em periódicos nacionais. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.3, p.3-25. 2015.

FREITAS, T. S. et al. Pesquisas em Representações Sociais: Uma Análise em Rede da Produção Bibliográfica em Periódicos Nacionais Avaliados Na Área De Ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa** (4.a ed.). São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, P. G. F; SILVA, G. N. As pesquisas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade no Nordeste: um retrato das dissertações na área de ensino de ciências naturais e matemática. **Conexões Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 4, p. 42 -50, 2016

LIMA, L .F. et al. A INTERDISCIPLINARIDADE EM CTS: UM ESTUDO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA VOLTADA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS COM ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E DE REDES. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, [S. l.], v. 8, n. 01, 2018. DOI: 10.36524/dect.v8i01.1050. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/1050>. Acesso em: 19 mar. 2021.

LOPES, G. Z. L. **O referencial teórico de Paulo Freire no Ensino de Ciências e na Educação CTS: um Estudo Bibliométrico e Epistemológico**. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de São Carlos, p.258. 2013

LOPES, I.L. Uso das Linguagens Controlada e Natural em Bases de Dados: Revisão da literatura. **Ciência da Informação**, 31(1), 41-52. 2002.

MARTELETO, R. M. Análise das redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. **Ciência da Informação**, v. 30, n. 1, p. 71-81, jan./Abr. 2001

MARTINS, G. de A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016

MELO, T.B. et al. Sociologia interna do ensino CTS brasileiro: um ensaio por redes sociais **Indagatio Didactica** v. 8, p. 1438-1455, 2016.

MELO. T. B. **CTS na Ibero-América e Ensino CTS no Brasil: Convergências e divergências numa Análise da produção Científica**. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. p.206. 2017

MIGUÉIS, A. et al. A importância das palavras-chave dos artigos científicos da área das Ciências Farmacêuticas, depositados no Estudo Geral: estudo comparativo com os termos atribuídos na MEDLINE. InCID: **Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 4, n. 2, p. 112-125, 20 dez. 2013.

MIRANDA, E. M. **Tendências das Perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas Áreas de Educação e Ensino de Ciências: Uma Análise a partir de Teses e Dissertações Brasileiras e Portuguesas**. Tese (e Doutorado em Educação). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, p.270. 2012.

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. V. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergências**, Toluca , v. 13, n. 42, p. 95-116, dic. 2006 .

OLIVEIRA, C. C. G. F. et al. Análise dos temas e termos-chave da área de CTS no Ensino de Ciências a partir das Teses e Dissertações brasileiras. **Indagatio Didactica**, v. 11, p. 197-209, 2019

OLIVEIRA, C. C. G. F. **Perfil de Estudos CTS no Brasil Ilustrado pelas Dissertações Acadêmicas das Áreas de Ensino e Educação: Análises por meio de Acolamento de Dados e de Modelagem em Grafos**. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. p.150. 2020

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer Pesquisa Qualitativa**, 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 2008

OLIVEIRA, W. K. de; ROHLFS, D. B.; GARCIA, L. P. O desastre de Brumadinho e a atuação da Vigilância em Saúde. **Epidemiol. Serv. Saúde [online]**. 2019, vol.28, n.1

PANSERA-DE-ARAÚJO, M.C. et al. Enfoque CTS na pesquisa em Educação em Ciências: extensão e disseminação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 9. No.3. 2009

PARANHOS, R. et al. Uma introdução aos métodos mistos. **Sociologias [online]**. vol.18, n.42, pp.384-411, 2016,

PENHA, P. X. DA; MACIEL, M. D. Mapeamento do enfoque CTS e o saberes docentes na formação de professores de Ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, p. 148-167, 21 jun. 2019

PECHULA, M. R. et al. Abordagem CTS na Educação Brasileira: Considerações Teóricas e Contextuais. In: **VIII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnologia**-Buenos Aires - Argentina. 2010. p. 1-19. Disponível em http://esocite2010.escyt.org/sesion_ampliada.php?id_Sesion=136

PRADO, L. A.. **O "Estado da arte" em ciência, tecnologia e sociedade: um estudo em teses e dissertações de 2014 a 2017**. Dissertação - Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, Centro Universitário Internacional Uninter .p .200 . 2018

QUEIROZ, M. B. A; SILVA, R. L; PRUDÊNCIO, C. A V.. ESTUDOS CTS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: tendências e perspectivas da produção stricto sensu no Nordeste brasileiro, **Revista Exitus**, Vol. 8, Nº 3, p. 310 -339, 2018

RICARDO, J.C; OLIVEIRA, C. C. G. F; CHRISPINO, A. Políticas Públicas Educacionais: Uma Análise Feita por Meio de Redes Sociais Entre os Anos de 1997 e 2017. **Revista Educação Online**, Rio de Janeiro, n. 34, p. 117-138. 2020

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte) [online]**, vol.2, n.2. 2002

SCOTT, J.; CARRINGTON, P. J. Introduction. In: SCOTT, J.; CARRINGTON, P. J.. **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. Londres: Sage Publications, 2011. pp. 1-18.

SILVA, P. B. S C. **Ciência, Tecnologia e Sociedade Na América Latina Nas Décadas De 60 E 70: Análise De Obras Do Período'** Mestrado em CIÊNCIA TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO Instituição de Ensino: CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECN. CELSO SUCKOW DA FONSECA, CEFET/RJ - 122 f. 2015

STRIEDER, R. B. et al. A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros? **Actio: Docência em Ciências**, v. 1, n. 1, 2016.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas** - Doutorado em ENSINO DE CIÊNCIAS -Universidade de São Paulo- p.283. 2012.

THOMAS, H. "Los estudios sociales de la tecnología en América Latina". Íconos, **Revista de Ciencias Sociales**, nº 37, pp. 35-53, 2010

TOLEDO, C. E. R. et al. Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma Análise de Rede sobre as Teses publicadas no Brasil. **Indagatio Didactica**, v. 8, p. 1367-1383, 2016

TOLEDO, C. E. R. **Perfil de Estudos CTS no Brasil a partir das Teses Publicadas nas Áreas de Ensino e Educação**. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. p.209. 2017

WAGNER, I. C . **Literatura de Ficção Científica Despótica para o Ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Dissertação - Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, Centro Universitário Internacional Uninter. p. 93 . 2018

ZAUITH, G.; OGATA, M.N.; HAYASHI, M.C.P.I. Um breve panorama sobre a educação CTS no Brasil. In Hoffmann, W.A.M. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: desafios da construção do conhecimento**. São Carlos: EdUFSCar.2011.



Revista
Ciências & Ideias

ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES DE INSERÇÃO DO FILME PERDIDO EM MARTE NAS AULAS DE QUÍMICA

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF INSERTING A FILM THE MARTIAN IN CHEMISTRY CLASSES

Patrícia Silveira [patsilveiracarvalho@yahoo.com.br]

José Gonçalves Teixeira Júnior [goncalves@ufu.br]

Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO

O presente artigo consiste no relato de uma experiência vivenciada no Ensino Médio, a partir da análise de trechos do filme Perdido em Marte (2015), buscando relações com conteúdos de Química. A escolha desta obra se deve à sua popularidade e, principalmente pelo fato do protagonista sobreviver no planeta Marte em função dos inúmeros conhecimentos relacionados à Química, Física, Biologia e engenharia. Além disso, acreditamos que os filmes, quando inseridos em situações de ensino e de aprendizagem, possibilitam espaços de socialização, de reflexão, de criticidade e de produção de novos significados para os conceitos científicos. Por isso, alguns trechos do filme foram selecionados e apresentados aos alunos da primeira série do Ensino Médio, em uma escola pública, no estado de Minas Gerais, trabalhando os conceitos de substâncias e elementos químicos, reações químicas, tabela periódica, radioquímica, dentre outros. Durante as aulas, verificamos o interesse dos estudantes, através dos comportamentos que se traduziram através de questionamentos, e dos momentos em que os alunos se mostraram curiosos em compreender as cenas e verificar a veracidade do que era apresentado, buscando esclarecer os conceitos químicos relacionados. Desta forma, consideramos que o filme Perdido em Marte (2015) possibilita resgatar conceitos prévios e mediar novos conhecimentos, a partir da discussão e da socialização em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: ensino de Química; filmes; Ciências; Ensino Médio.

ABSTRACT

This article consists of the analysis of excerpts from films The Martian (2015), looking for relationships with Chemistry content that can be explored in the classroom, in basic education. The choice of this work must be of its popularity and, mainly, in the protagonist function of survival in the planet Mars in function of the numbers of knowledge related to Chemistry, Physics, Biology and Engineering. In addition, we believe that films, when inserted in teaching and learning situations, allow spaces for socialization, reflection, criticism and the production of new meanings for scientific concepts. For this reason, some excerpts from films were selected and presented to students of the first year of high school, in a public school, in the state of Minas Gerais. During the classes, check if the students were curious to understand the scenes and check the veracity of the presented period, trying to understand the related concepts. In this way, we consider that the film The Martian allows us to recover previous concepts and mediate new knowledge, based on discussion and socialization in the classroom.

KEYWORDS: Chemistry teaching; movies; Sciences; high school.

INTRODUÇÃO

O cinema além de uma função de lazer, pode apresentar outras utilidades, como por exemplo, a educativa. No que diz respeito à relação entre cinema e educação, é possível afirmar que existe uma familiaridade que não é recente. Logo, no início do século XX, películas eram produzidas para fins didáticos, embora, como destaca Duarte (2009, p. 69), “não se reconheçam como parceiros na formação geral das pessoas”. Neste sentido, Silva, Silva e Cunha (2017) destacam a exibição de filmes produzidos por diversos cinematógrafos brasileiros, a partir de 1910, na filmoteca do Museu Nacional, vinculado à Universidade Federal do Rio de Janeiro, de caráter científico e pedagógico, exibindo filmes que retratavam diferentes regiões dos países em imagens, paisagens e criação de cenas ficcionais (SILVA; SANTOS; CUNHA, 2017).

Sobre a relação do cinema e educação, que não tão jovem, Fantin (2007, p. 2) esclarece que mesmo um filme comercial, quando utilizado como recurso didático, passa a ter um outro objetivo, onde a “ficção espetacular pode se tornar um documento de reflexão se for trabalhada em dois espaços sociais diferentes relativos ao espetáculo e à escola”. Neste sentido, Napolitano (2011, p. 11) afirma que, “trabalhar com o cinema em sala de aula é ajudar a escola a reencontrar a cultura ao mesmo tempo cotidiana e elevada, pois o cinema é o campo no qual a estética, o lazer, a ideologia e os valores sociais mais amplos são sintetizados numa mesma obra de arte”.

A este respeito, Morán (1995, p. 30-31) afirma que apesar de o vídeo ajudar o professor a atrair os alunos, esse recurso não modifica substancialmente a relação pedagógica. Este autor destaca ainda que o docente deve estar atento para que o vídeo não seja usado de forma inadequada, como, por exemplo, quando é exibido diante de um problema inesperado, como a ausência de um professor ou quando não há ligação com a matéria que está sendo trabalhada, sem discussão e sem a retomada dos momentos mais importantes ou que despertaram o interesse dos alunos. Assim, não se pode esquecer da importância de provocar nos estudantes mais que momentos de diversão, mas, sobretudo, momentos de reflexão para que o uso do filme em sala de aula não seja apenas um transmissor de informações, mas principalmente um veículo que oportuniza a produção de conhecimento e valores (PRAIA; GIL-PEREZ; VILCHES, 2007).

Neste sentido, há vários exemplos da inserção do cinema nas aulas de Química. Podemos citar os trabalhos de Cunha e Giordan (2009), Santos e Aquino (2011), Leão *et al.* (2013), Cruz (2015), Pinheiro (2016) e, Silva e Cunha (2019). Nestes textos, os pesquisadores articulam filmes como Parque dos Dinossauros (1993) e Transformers (2007) ou a animação Robôs (2005), com conteúdos como reações químicas, radioquímica e tabela periódica, dentre outros, justificando “a notória preferência dos jovens por uma classe específica de filmes que são as obras de ficção científica/super-herói, já que estes se apresentam de forma envolvente e dinâmica e seus efeitos visuais acabam por seduzir os jovens”, como afirmam Silva *et al.* (2015, p.160).

Sendo assim, este artigo trata, especialmente, do estudo do uso do cinema, mais especificamente do filme Perdido em Marte (2015) como recurso didático para as aulas de Química. Este é o resultado da aplicação dessa proposta em uma turma da primeira série do Ensino Médio, em uma escola pública, no estado de Minas Gerais, em 2018.

FUNDAMENTAÇÃO

É importante destacar que há filmes recreativos e filmes educativos. Os primeiros têm o objetivo de entretenimento e de atrair o público para as salas de cinema. Já os filmes educativos são produzidos na perspectiva de serem usados em sala de aula. Entretanto, isso não impede que os filmes comerciais se constituam também como fonte de informação,

contextualização e exemplificação nos processos de ensino. De acordo com Silva e Cunha (2019, p. 5), mesmo que o filme não tenha sido pensado pelos produtores visando processos educativos, "eles podem influenciar nas atitudes, no comportamento e no desenvolvimento dos espectadores, pois funcionam como uma fonte de inspiração que interfere e auxilia na construção de representações e de percepções sobre determinado assunto ou tema".

Entretanto, Mattos (2018) destaca que os filmes não deveriam ser usados em sala de aula visando apenas a motivação dos alunos a compreender os conceitos científicos, mas possibilitar a reflexão, os questionamentos e as discussões, como por exemplo, sobre questões éticas ou morais da aplicação ou do desenvolvimento científico, assim como as implicações destes conhecimentos em questões políticas, econômicas e sociais, a partir das situações retratadas nos filmes. Nesta perspectiva, os filmes que envolvem conceitos científicos não foram feitos para a escola. Os conceitos muitas vezes aparecem diluídos na história, em diferentes contextos, visando envolver o público. Entretanto, um olhar atento do docente pode identificar nestas obras elementos que podem ser inseridos em suas aulas. Neste sentido, concordamos com Fonseca, Lindemann e Duso (2019) que as ações docentes planejadas na perspectiva temática, buscando novos contextos para o conteúdo trabalhado, possibilitam a construção de novos significados para o conteúdo e para as aulas, além de contribuir para maior interação entre os estudantes e para a reorganização curricular de forma crítica. Estes autores compreendem que "esta perspectiva se constitui enquanto processo e requer a mudança não apenas da estrutura curricular vigente, mas da concepção de ensino e sujeito da aprendizagem" (FONSECA; LINDEMANN; DUSO, 2019, p. 148).

Neste aspecto, Cunha e Giordan (2009) analisaram como a Ciência e os cientistas são retratados em diferentes filmes como *007 Contra o Satânico Dr. No* (1962), *2001: Uma Odisseia no Espaço* (1968), *Síndrome da China* (1979), *Parque dos dinossauros* (1993), *O Contato* (1997), *Mutação* (1997), *Gattaca* (1998), *Matrix* (1999) e *X-Men* (2000). Da mesma forma, Cruz (2015) trabalhou conceitos relacionados à radioquímica com alunos concluintes do Ensino Médio, a partir de vários filmes como *Lara Croft – Tomb Raider* (2001), *Simpsons – O Filme* (2007), *Indiana Jones e o Reino da Caveira de Cristal* (2008) e *Transformers – O Lado Oculto da Lua* (2011).

Há relatos de experiências em todos os níveis da educação básica e também no ensino superior. Silva e Cunha (2019) utilizaram o filme *Robôs* (2005) para revisar conceitos de Química e Física com alunos do final do Ensino Fundamental. Leite *et al.* (2014) promoveu sessões dos filmes *Wall-e* (2008), *Apollo 13* (1995), *Erin Brockovich* (2000), *O Jardineiro Fiel* (2005) e *a Lista de Schindler* (1993), visando a alfabetização científica em turmas do Ensino Médio. Já Pinheiro (2016) trabalhou com alunos do início do Ensino Médio, exibindo o filme *X-Men Origens: Wolverine* (2009) para discutir inúmeros conceitos como ligas metálicas, ligações metálicas, pontos de fusão e ebulição, propriedades dos metais, tabela periódica e transformações químicas. Santos e Aquino (2011) utilizaram o filme *Perfume: A História de um Assassino* (2006) para trabalhar conceitos relacionados à Química Orgânica e à Bioquímica com estudantes da terceira série do Ensino Médio. E, Leão *et al.* (2013) utilizaram o filme *Erin Brockovich – Uma Mulher de Talento* (2000) nas aulas de Química Analítica em um curso de graduação.

Em todos estes casos, os pesquisadores destacam a importância do docente compreender a relação do filme com os conceitos químicos que pretende trabalhar. Cabe ao professor identificar previamente quais as limitações e as possibilidades da execução dessa atividade com seus estudantes. Desta forma, os filmes não são sejam considerados como atividades desconexas das aulas, mas como parte importante para a introdução e aprofundamento dos conceitos químicos abordados.

O filme Perdido em Marte

Perdido em Marte (2015), teve sete indicações ao Oscar, em 2016, incluindo os prêmios de melhor filme, ator (Matt Damon), efeitos visuais, edição de som, mixagem de som, direção de arte e roteiro adaptado (o filme é baseado no livro homônimo de Andy Weir, de 2011). Não venceu em nenhuma das categorias. Entretanto, no Globo de Ouro – que é a premiação da Associação de Imprensa Estrangeira de Hollywood, o filme recebeu dois prêmios (melhor filme e melhor ator).

O filme conta a história do astronauta Mark Watney, vivido por Matt Damon, que junto com sua equipe, vai à Marte explorar e estudar os recursos naturais daquele planeta. Ocorre, porém, que Mark, durante uma tempestade de areia, é tido como morto pelos demais tripulantes e, por isso, é abandonado naquela região. Uma vez sozinho em solo marciano, o protagonista usa de vários recursos e conhecimentos científicos de Biologia, Química, Física e engenharia para conseguir, com muito bom humor, disposição e com as tecnologias disponíveis, sobreviver no planeta inóspito. Conhecido como o Planeta Vermelho, Marte tem este nome em função do óxido de ferro, que é a substância presente na ferrugem e que dá a coloração avermelhada à superfície do planeta.

Segundo Baxter (2013, p. 36-37), o planeta Marte inspirou algumas das maiores obras dos primórdios da ficção científica. Tais obras incluem *A Guerra dos Mundos (2007)*, de H. G. Wells em que os marcianos invadem o planeta para conseguir sangue humano e os romances de Edgar Rice Burroughs, como *Uma princesa de Marte (2010)* e *John Carter: Entre Dois Mundos (2012)*. Em várias partes do filme *Perdido em Marte (2015)*, é muito claro o uso e a importância da ciência como um facilitador no dia a dia do personagem. Por isso, há na literatura, alguns trabalhos que buscam relações entre este filme e as aulas de Ciências.

Oliveira e Emygdio (2016) analisam pontos descritos no livro que deu origem ao filme, destacando como estes poderiam ser usados nas aulas de Física. Castilho e Ovigli (2018) recortaram diálogos do filme, discutindo a influência do contexto sociocultural destes para a construção do conhecimento científico. Mattos (2018) analisou a importância cultural e as potencialidades pedagógicas deste e de outros filmes, como *Gravidade (2013)*, *Operação Big Hero (2014)* e *Ex_Machina (2015)*. E, Ferreira e Barbosa (2018) analisaram nos filmes *Perdido em Marte* e *Interestelar (2014)* as noções de ambiente, disciplinaridade, neutralidade e salvacionismo da Ciência. Desta forma, verifica-se que, apesar da existência de investigações que tratam de diferentes questões relacionadas a este filme, há necessidade de analisar aspectos relacionados aos conceitos químicos. Desta forma, considera-se importante destacar o papel da escola na "contextualização dos temas ambientais, na medida em que pode estimular a formação do sujeito ecológico que reflete sobre os problemas socioambientais e modifica seus valores e atitudes diante da natureza" (CARMONA; PEREIRA, 2017, p. 109).

Assim, ao longo do filme, são inúmeras as vezes em que o personagem principal faz citações usando nomes, fórmulas químicas, descrevendo os tipos de reações químicas, como as reações de combustão, noções de estequiometria, além de citar várias substâncias químicas e alguns elementos da tabela periódica, unidades de medida e radioatividade. É conveniente ressaltar que há outras passagens em que o personagem utiliza conhecimentos relativos à Física e à Biologia, que podem ser trabalhados em sala de aula de forma interdisciplinar, como sistema gravitacional, calorimetria e botânica. A figura de um botânico no filme, fazendo parte da expedição científica enviada a Marte, é um indício de que a exploração do espaço guarda uma proximidade com outras expedições científicas ao redor do mundo, como as de Charles Darwin, quando este naturalista buscou explicações para a origem das espécies. Desta forma, é importante que os docentes discutam com os estudantes que as explorações espaciais têm diferentes funções, como por exemplo a busca por novos recursos (BAXTER, 2013).

Além disso, é importante lembrar que a obra é uma ficção e que as maiores dificuldades enfrentadas pelo astronauta são as condições adversas do planeta. A ausência de água, o solo

árido, as grandes tempestades e as baixas temperaturas, que são enfrentados a partir dos inúmeros conhecimentos científicos do protagonista. Segundo Mattos (2018), as dificuldades enfrentadas pelo protagonista do filme não têm relação direta com a Ciência, mas com problemas "gerados por forças da natureza. Assim, o filme romantiza um embate entre a Natureza e a Ciência, sendo a Ciência a vencedora" (MATTOS, 2018, p. 53). Neste sentido, é importante destacar que "a ausência de criticidade e compreensão do processo histórico de construção da relação homem-natureza impede a construção de uma prática educativa crítica e reflexiva" (CARMONA; PEREIRA, 2017, p. 105).

METODOLOGIA

Esta investigação tem cunho qualitativo, pois obteve e analisou os dados de forma descritiva sobre os sujeitos – alunos da primeira série do Ensino Médio, os lugares – no caso, uma escola pública, no estado de Minas Gerais e as interações dos professores-pesquisadores com as situações vivenciadas na sala de aula, buscando a compreensão dos fenômenos sob a perspectiva dos sujeitos que participaram do estudo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Além disso, a investigação pode ser classificada como uma pesquisa-ação educacional, onde os professores-pesquisadores investigaram a própria prática, utilizando os resultados da pesquisa para melhorar os processos de ensino e, conseqüentemente, o aprendizado dos alunos (TRIPP, 2005, p. 445). A turma da primeira série do Ensino Médio, onde as ações foram desenvolvidas, contava com 38 alunos, na faixa etária de 15 a 16 anos.

Após assistir ao filme e identificar cenas que tinham relação direta com conceitos químicos, os professores-pesquisadores exibiram o filme na íntegra para a turma selecionada. Os alunos assistiram ao filme de forma livre, sem fazer registros durante a projeção, pois o objetivo era apresentar a história e, na seqüência, analisar as impressões da turma sobre ela. Na aula seguinte, realizou-se uma roda de conversa sobre o filme, quando os alunos tiveram a oportunidade de destacar as partes que mais despertaram interesse e curiosidade, assim como puderam questionar sobre a veracidade de alguns fatos retratados no filme. As questões elencadas pelos alunos foram registradas em um caderno de campo pelos professores-pesquisadores e serviram para nortear discussões nas aulas seguintes. Importante destacar que os alunos foram incentivados a expor suas impressões de forma livre, já que esta não era uma atividade avaliativa. Durante a roda de conversa, os professores-pesquisadores ouviam as impressões e os questionamentos dos alunos e buscavam incentivá-los a buscar relações do filme com as aulas de Química, assim como outras disciplinas e situações do cotidiano. Esta discussão não será analisada neste artigo, por não ser o foco desta investigação.

Na seqüência, três trechos previamente selecionados pelos professores-pesquisadores foram reexibidos à turma, um por aula. Estes trechos do filme – produção de água, o problema do aquecimento do veículo e, produção de uma bomba - tinham relação direta com conceitos químicos normalmente abordados na primeira série do Ensino Médio, tais como misturas, substâncias químicas e reações químicas. Após a exibição das cenas, os professores-pesquisadores ouviam as impressões dos alunos, buscando esclarecer dúvidas e verificar a compreensão deles sobre as relações do que era apresentado com os conceitos químicos. Na sessão dos resultados, apresentamos um maior detalhamento sobre como cada aula ocorreu e quais recursos foram utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados três trechos com passagens importantes e significativas do filme, onde o protagonista produz água para cultivar batatas, transporta plutônio e produz uma bomba caseira. No quadro 1, são apresentados os três trechos selecionados, assim como a

minutagem para que o docente possa localizar a cena, assim como uma descrição da cena e os conteúdos químicos que podem ser trabalhados em sala de aula.

Quadro 1: Descrição das cenas do filme *Perdido em Marte* (2015), tempo de cena e apresentação dos conteúdos a serem abordados em sala de aula

| CENA | TEMPO DE CENA | DESCRIÇÃO | CONTEÚDO A SER TRABALHADO |
|---|---------------------------|---|--|
| <i>Produção de água</i> | [24min40s – 27min40s] | <i>O herói produz água para ser utilizada em uma plantação de batatas.</i> | <i>Substâncias químicas; fórmulas químicas; reações químicas; evidências de reação, tipos de reação; a importância e como usar equipamentos de proteção individual; estequiometria</i> |
| <i>O problema no aquecimento do veículo</i> | [37min20s – 38min10s] | <i>O herói manipula uma cápsula de plutônio, para resolver o problema do aquecimento, dentro do veículo espacial.</i> | <i>Semelhanças atômicas; tabela periódica; noções de radioatividade; energia nuclear; crimes ambientais: lixo nuclear; usinas nucleares e bombas atômicas</i> |
| <i>Produção de uma bomba</i> | [2h02min40s – 2h03min20s] | <i>Um químico e astronauta, produz uma bomba, para resgatar o herói do filme.</i> | <i>Reações químicas; fórmulas químicas; estados físicos da matéria.</i> |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Partindo destes segmentos do filme, foi possível fazer, durante as aulas com a turma da primeira série do Ensino Médio, algumas relações com os conteúdos de Química, como por exemplo, substâncias e elementos químicos, reações químicas, tabela periódica, radioquímica, dentre outros. Além disso, novos olhares, possibilitados pela leitura deste artigo, podem identificar outros trechos relacionados a outros conceitos químicos, da mesma forma, docentes de outras áreas podem identificar aspectos relacionados à Física e à Biologia, que não são objeto de análise deste trabalho.

As cenas selecionadas são analisadas a seguir. Tais análises constituem-se em um roteiro de discussão para o professor em sala de aula.

Cena 1: Produção de água

Aos vinte e cinco minutos do filme, o astronauta propõe a produção de água para, posteriormente, cultivar batatas. Neste trecho do filme, Mark, o protagonista, dialoga consigo mesmo.

[Mark]: O problema é a água. Eu criei 126 m² de solo. Cada metro cúbico de solo exige 40 litros de água para ser cultivável. Então, eu tenho de fazer muita água. Que bom que eu conheço a receita. Pegue hidrogênio, acrescente oxigênio e queime. Tenho centenas de litros de hidrazina não utilizada. Se eu passar hidrazina por um catalisador de irídio e ela vai se separar em N₂ e H₂. Daí se eu direcionar o hidrogênio para uma pequena área e queimar reescrevo a história da humanidade. Nada de ruim já aconteceu ao atear fogo em hidrogênio. A NASA odeia fogo por causa do lance do fogo matar todo

mundo no espaço. Por isso, tudo que eles mandam para cá é à prova de fogo... exceto pela notável exceção... os bens pessoais do Martinez. Desculpe, Martinez, se não queria que eu mexesse, não deveria ter me abandonado em um planeta deserto. A propósito, acho que você não ligará para isso, considerando a minha atual situação. Estou contando com você. Pois é, eu me explodi. Melhor palpite: esqueci de... considerar o excesso de oxigênio... que estou exalando, quando fiz meus cálculos. Porque sou idiota. Vou voltar ao trabalho, assim que esse zumbido parar.

A primeira cena foi abordada em sala de aula de forma mais detalhada, já que havia um número maior de conceitos químicos que poderiam ser explorados, se comparados com as demais cenas. Como o filme foi apresentado aos alunos no final do quarto bimestre, alguns conceitos como substâncias químicas, fórmulas químicas, reações químicas, já haviam sido abordados em sala de aula. Assim, estes conceitos puderam ser retomados com a turma. Os alunos já tinham noções claras sobre os termos oxigênio, hidrogênio e a ideia de como uma reação química se processa. Por isso, a discussão pode avançar para outras partes que não haviam sido estudadas como os termos hidrazina, catalisador e irídio.

Foi explicada a função do catalisador – que é uma substância que faz variar a velocidade de uma reação química sem que ele seja consumido no processo; assim como o papel da hidrazina (N_2H_4) – que é um líquido oleoso e incolor que explode com o aquecimento ao ar, por isso é usado como combustível nos foguetes espaciais, e do irídio – que é um metal, usado no caso como catalisador responsável por decompor espontaneamente a hidrazina no processo. Discutiu-se a velocidade com que a reação se processa (cinética química), assim como a energia envolvida nesta reação (termoquímica) – já que a mesma é explosiva. No trabalho de Vieira *et al.* (2005) o uso da hidrazina e do irídio para propulsão espacial é explicado com mais detalhes, que compreendemos não serem adequados à educação básica.

Além disso, o astronauta comenta que esqueceu de “considerar o excesso de oxigênio... que estou exalando, quando fiz meus cálculos”. Nesta parte, foi possível discutir conceitos relacionados à estequiometria, reagente limitante e em excesso. No caso, a reação que o astronauta esperava que ocorresse era $N_2H_{4(aq)} + O_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)} + H_2O_{(l)}$. Os alunos compreenderam de forma aplicada a importância destes conceitos, já que o astronauta causou uma explosão por ter calculado de forma errônea o rendimento da reação, quando esquece que o oxigênio era o reagente em excesso. Além disso, por causa da explosão, o protagonista é ferido. Ele não usava nenhum tipo de proteção. Neste episódio, levantou-se a questão de como devem ser os procedimentos mais adequados em laboratório e, também, a importância da utilização de equipamentos de proteção individual em práticas que ofereçam qualquer tipo de risco.

Cena 2: O problema no aquecimento do veículo

Aos trinta e sete minutos do filme, o personagem principal se desloca para um outro local do planeta, em busca de uma cápsula contendo plutônio. Mark, faz as seguintes considerações:

[Mark]: Boa notícia: acho que tenho a solução para o aquecimento. Má notícia: preciso cavar o gerador termoelétrico radioativo [GTR]. Se lembro bem do treinamento, uma das lições era: não desenterre a caixa de plutônio, Mark. GTRs são bons para o foguete, mas se abertos perto de humanos, não haverá mais humanos. Foi por isso que enterramos quando chegamos. E colocamos essa bandeira, para que não sejamos estúpidos a ponto de chegar perto dele. Contanto que eu não o quebre... Elmo disse de maneira clara: "tudo ficará bem". A verdade é que não estou mais com frio. Posso escolher não pensar que só estou aquecido porque há um isótopo radioativo em decomposição atrás de mim. No momento, tenho problemas maiores.

Nesta cena, foi possível discutir com os estudantes alguns conceitos que normalmente são trabalhados na segunda série do Ensino Médio, como radioquímica, isótopos e geradores nucleares. Por isso, foi necessário um maior tempo para analisar estes conceitos com os alunos. Apesar da temática da radioatividade aparecer com certa frequência na mídia, nos noticiários e até em filmes e séries, como já destacado anteriormente, verificou-se que os estudantes apresentavam concepções relacionadas estritamente aos perigos da radioatividade. Nenhum deles conseguiu identificar pontos positivos no uso destes conhecimentos – provavelmente em função da forma como estes são apresentados na televisão e no cinema, como recentemente na minissérie Chernobyl (2019), produzida pela HBO. Por isso, coube ao professor apresentar alguns benefícios do uso da radioatividade em situações próximas ao cotidiano dos estudantes, como no diagnóstico e no tratamento de cânceres, na produção de energia, seu uso na agricultura e na indústria e até para determinar a idade de artefatos históricos.

Além disso, cada ponto desta cena foi explicado, começando pelo uso do gerador termoelétrico radioativo. Aqui, o professor comentou sobre os reatores nucleares, que produzem energia a partir de urânio, de forma semelhante a outros tipos de usinas, onde o calor produzido pelo núcleo do reator é carregado por um líquido refrigerante, como a água, para um gerador de vapor. O vapor produzido é usado para mover um gerador elétrico. Por isso, no filme Perdido em Marte, o astronauta utiliza o plutônio – que é produzido a partir do urânio, para gerar calor, de forma semelhante à uma usina nuclear, quando diz “só estou aquecido porque há um isótopo radioativo em decomposição atrás de mim”. Neste ponto foi explicado que diferentemente dos satélites artificiais que orbitam a Terra e que usam energia fotovoltaica e o armazenamento em baterias para fornecer energia elétrica, nas missões de longa duração, as espaçonaves utilizam os GTR citados no filme, já que a energia solar é muito fraca para ser aproveitada.

Foi explicado aos estudantes o que é o decaimento radioativo sofrido pelo plutônio, ao emitir partículas alfa, mas que não sofre fissão nuclear – ou seja, não se divide em núcleos menores. Comentou-se sobre o tempo de meia-vida deste elemento, que é de aproximadamente 87 anos e sobre sua elevada produção de energia térmica – por isso, o astronauta estava aquecido. Segundo Duarte e Carlson (2005), essas características fazem deste elemento “o maior isótopo produtor de calor. Mesmo depois de 20 anos, o Pu-238 ainda produzirá 85% do calor que produzia inicialmente”. Por isso, todo o cuidado descrito na cena do filme se mostra necessário.

Cena 3: Produção de uma bomba

Na última cena selecionada, passadas duas horas e dois minutos do filme, Vogel, o químico da equipe de astronautas e Johanssen, outra astronauta pertencente à equipe, produzem uma bomba caseira, tentando salvar o protagonista. O diálogo entre eles é transcrito a seguir:

- Vogel.
- Prossiga, Comandante.
- Preciso que você entre e faça uma bomba.
- Pode repetir, Comandante?
- Você é um químico. Pode fazer uma bomba com o que tem a bordo?
- Provavelmente. Mas sou obrigado a mencionar que explodir uma bomba em uma espaçonave é uma terrível ideia.
- Espere aí, farão uma bomba sem mim?
- Entendido. Consegue fazer?
- Consigo.
- [...]
- Açúcar?

- Pode segurar? Oxigênio líquido e removedor de manchas que contenha amônia. É cinco vezes mais forte que uma banana de dinamite
- Como detonamos?

- Conecte a um dos painéis de iluminação. Cuidado! Lembre-se de não estar aqui quando isso explodir. [...] Não conte a ninguém que eu fiz isso.

Nesta cena, para o resgate de Mark foi necessário que um dos astronautas, Vogel, que por sinal era um químico, produzisse uma bomba caseira. É recorrente o papel do químico nas produções cinematográficas como um agente nocivo, que causa destruição. Neste caso, o único astronauta que era retratado como um profissional da Química é o responsável pela fabricação da bomba. Muitas vezes, os estudantes esquecem a importância desta Ciência para o desenvolvimento científico e tecnológico e suas inúmeras contribuições para a sociedade. Assim, aprender esta Ciência possibilita "à pessoa o desenvolvimento de uma visão crítica sobre a realidade que a cerca, podendo, assim, através do conhecimento adquirido, analisar diferentes situações para avaliar assuntos inerentes ao seu cotidiano" (CASTRO; MIRANDO JÚNIOR; LIU, 2019, p. 192), contribuindo para a formação cultural dos estudantes.

Neste episódio, o personagem principal menciona a amônia, o açúcar e o oxigênio líquido. O professor, lembrou os conceitos de temas como estados físicos da matéria, substâncias químicas, reações químicas e, principalmente, como ocorre a liberação de energia no processo de rompimento das ligações. Entretanto, foi explicado aos estudantes que a sacarose é inflamável, mas não é um material explosivo. Muito menos seria capaz de detonar e produzir uma onda de choque capaz de abrir a porta da escotilha, como ocorre no filme.

Além das cenas selecionadas, um ponto que chamou bastante atenção da turma foi o fato do astronauta usar as próprias fezes para preparar o solo para o cultivo de batatas. Neste ponto, foi explicado à turma a função dos nutrientes, em especial do nitrogênio para tornar o solo adequado. Aproveitou-se a oportunidade para discutir também a importância do pH para o solo.

Como afirmam Santos, Demizu e Nagashima (2016, p. 203), "o professor deve estar atento para as cenas principais, a fim de mostrar para os alunos que a obra de arte cinematográfica oferece múltiplas leituras e dimensões". Deve também, esclarecer aos estudantes, que a obra é um filme de ficção científica, que muitas vezes, pode não guardar relação com a realidade. Por fim, no filme, podem ser trabalhados diferentes conteúdos de diferentes séries do Ensino Médio, por isso, caberá ao professor adaptar a matéria estudada à série correspondente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, verifica-se que os filmes podem constituir-se como uma importante ferramenta para auxiliar os professores nas aulas de Química, como já fora identificado por diferentes pesquisadores. No presente artigo, usamos o filme Perdido em Marte como instrumento para que os estudantes visualizassem diferentes aplicações de alguns conceitos químicos como reações químicas e radioatividade. Antes disso, coube aos pesquisadores a análise cuidadosa de todo o filme, buscando identificar cenas que possibilitassem trabalhar diferentes conceitos químicos e que tivessem relações com os assuntos abordados em sala.

Verificou-se que a exibição do filme na íntegra e de algumas cenas nas aulas seguintes, possibilitou aos estudantes compreender melhor o filme e, ao mesmo tempo, revisar conceitos previamente estudados e conhecer outros conceitos, a partir da mediação do professor em sala de aula. Durante as aulas, percebeu-se que alguns gostaram e participaram das discussões, tiraram dúvidas, fizeram comentários e conseguiram perceber relações com a Química, enquanto outros não tiveram tanto interesse em participar. A exibição de cenas previamente selecionadas

possibilitou aos alunos a oportunidade de entender os limites entre a realidade e a ficção, compreender as explicações científicas envolvidas, assim como alguns erros ou incorreções que podem existir na obra. Lembrando que o filme apesar de ter inúmeras relações com aspectos científicos, é recreativo e, não tem a função educativa. Por isso, a importância do professor no processo de mediação em sala de aula, motivando os estudantes a ter uma postura crítica ao que é exibido na mídia.

Importante ressaltar que, para que o professor coloque em prática o uso dos filmes em sala de aula, é necessário que ele esteja capacitado para usufruir deste objeto de ensino. Assim, por exemplo, é necessário preparar sua aula com antecedência, pensar em uma obra que seja compatível com a faixa etária do educando, organizar os aparelhos eletrônicos que serão utilizados adequadamente e selecionar os trechos da obra cinematográfica, de maneira que tenha relação com o conteúdo a ser ensinado.

Além disso, destaca-se no filme Perdido em Marte, a importância do conhecimento científico por parte do astronauta, para enfrentar as inúmeras dificuldades encontradas ao longo de sua permanência em Marte. Com seus conhecimentos, ele é capaz de propor estratégias, mesmo que algumas possam ser questionadas – como o caso de usar um gerador nuclear simplesmente para resolver o problema do aquecimento – e garantir a sua sobrevivência. Outro ponto que merece destaque na obra é o fato do personagem principal buscar formas sustentáveis para sua permanência e manutenção no planeta, a partir do planejamento dos recursos disponíveis. Mostrando a importância do professor de Química em discutir o papel do cientista como um agente social e suas implicações em questões éticas, ambientais e culturais.

REFERÊNCIAS

- BAXTER, Stephen. **A ciência de Avatar: a verdade e a ficção por trás das tecnologias do filme de maior bilheteria de todos os tempos.** Trad. Humberto Moura Neto e Martha Argel. São Paulo: Cultrix, 2013.
- BURROUGHS, Edgar Rice. **Uma princesa de Marte.** Trad. Ricardo Giassetti. São Paulo: Aleph, 2010.
- _____. **Jonh Carter: entre dois mundos.** Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012.
- CARMONA, Ingrid Valadares; PEREIRA, Marcus Vinicius. Ciência, Tecnologia e Sociedade e Educação Ambiental: uma revisão bibliográfica em anais de eventos científicos da área de ensino de Ciências. **Revista Ciências & Ideias**, v. 8, n. 3, 2017, p. 94-114.
- CASTILHO, Thaís Balada; OVIGLI, Daniel Fernando Bovolenta. O discurso de divulgação científica: reconhecendo suas características no filme Perdido em Marte. **Ciências em Foco**, v. 11, n. 2, p. 56-65, 2018.
- CASTRO, Maria do Carmo; MIRANDO JUNIOR, Pedro; LIU, Andrea Santos. Abordagem CTS: uma análise dos Anais dos Encontros Nacionais de Ensino de Química, de 2012 a 2018. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 3, 2019. p. 191-205.
- CRUZ, Thaiza Montine Gomes dos Santos. Enquanto isso na sala de justiça... história em quadrinhos no ensino de Química. **Dissertação** (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2015, 123f.
- CUNHA, Marcia Borin; GIORDAN, Marcelo. A imagem da Ciência no cinema. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 9-17, 2009.
- DUARTE, Guilherme Felipe Reis; CARLSON, Brett Vern. Geradores termoelétricos radioisotópicos. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO ITA, XI; 2005, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, ITA, p. 1-6, 2005.
- DUARTE, Rosália. **Cinema & Educação.** 3 ed. Belo Horizonte. Autêntica. 2009.
- ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. **Revista Educar**, n. 16, p. 181-191, 2000.
- FANTIN, Mônica. Mídia-educação e cinema na escola, **Teias**, ano 8, n. 15-16, p. 1-13, 2007.

FERREIRA, Júlio César David; BARBOSA, Roberto Gonçalves. Os discursos nos filmes de ficção científica: ensino de ciências e a produção de sentidos na perspectiva socioambiental. **ACTIO - Docência em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 80-97, 2018.

FONSECA, Eriil Medeiros; LINDEMANN, Renata Hernandez; DUSO, Leandro. Práticas educacionais pautadas por temas Freite-CTS: indicativos de pesquisas em Educação em Ciências. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 3, 2019, p. 136-151.

LEÃO, Marcelo Franco; OLIVEIRA, Eniz Conceição; DEL PINO, José Cláudio; MACEDO, Douglas Arvani. O filme como estratégia de ensino para promover os estudos de Química Analítica e a Investigação Científica. **Revistas Destaques Acadêmicos**, vol. 5, n. 4, p. 95-103, 2013.

LEITE, Sidnei Quezada Meireles; TERRA, Vilma Reis; KRUGER, Joelma Goldner; AMORIM, Nádia Ribeiro. Alfabetização científica por meio de pedagogia de projeto: análise epistemológica de duas experiências no Ensino Médio público à luz da teoria da zona de desenvolvimento proximal. **Revista Eletrônica Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 7, p. 9-19, 2014.

LUDKE, Menga & ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 1986. 99p.

MATTOS, Celso Luiz. **Luz, câmera, ciência: uma análise crítica da representação da ciência em filmes de ficção científica**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciência e Matemática) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

MORÁN, José Manuel. O vídeo na sala de aula. **Comunicação e Educação**, n. 2, p. 27-35, 1995.

NAPOLITANO, Marcos. **Como usar o cinema em sala de aula**. 5 ed. São Paulo. Contexto. 2011.

OLIVEIRA, Denny Maurício; EMYGDIO, Alexandre Santana. Uma novela de ficção científica para alunos do ensino médio. **Física na Escola**, v. 14, n. 1, p. 52-54, 2016.

PINHEIRO, Juliano Soares. **Possibilidades de diálogos sobre questões étnico-raciais em um grupo PIBID Química**. 2016. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

PRAIA, João; GIL-PEREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da natureza da Ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

SANTOS, Diego Marlon; DEMIZU, Fabiana Silva Botta; NAGASHIMA, Lucila Akiko. Medine Man: o curandeiro da selva - cinema e educação científica. **EDUCERE - Revista da Educação**, v. 16, n. 2, p. 193-207, 2016.

SANTOS, Paloma Nascimento; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. Utilização do Cinema na sala de aula: aplicação da Química dos perfumes no ensino de funções orgânicas oxigenadas e bioquímica. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 160-167, 2011.

SILVA, Kátia Rogéria da; SANTOS, Felipe Giuliano Pacheco dos; CUNHA, Marcia Borin. Ciência e cinema: um olhar para as possibilidades no ensino de ciências. **Arquivo do MUDI**, v. 21, n. 3, p. 109-119, 2017.

SILVA, Kathya Rogéria da; CUNHA, Marcia Borin. Filme Robôs para discutir conceitos relacionadas à Ciência. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 1, p. 4-9, 2019.

SILVA, Silvana Dias da; SILVA, Vanessa Mendes da; SOARES, Alessandro Cury; KORTMANN, Gilca Maria Lucena. O cinema e os quadrinhos: ferramentas alternativas para o ensino de química. **Educação, Ciência e Cultura**. v. 20, n. 1, p. 155-164, 2015.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VIEIRA, Ricardo; NETTO, Demétrio Bastos; BERNHARDT, Pierre; LEDOUX, Marc-Jacques; PHAM-HUU, Cuong. Decomposição catalítica da hidrazina sobre irídio suportado em compósitos à base de nanofibras de carbono para propulsão espacial. Testes em condições reais. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 42-45, 2005.

WEIR, Andy. **Perdido em Marte**. 2. ed. Trad. Marcello Lino. São Paulo: Arqueiro, 2015

ASPECTOS BIOQUÍMICOS, CULTURAIS E SOCIAIS DO CORPO: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR

BIOCHEMICAL, CULTURAL AND SOCIAL ASPECTS OF THE BODY: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH

Maikon Moisés de Oliveira Maia [maikon.maia@ifrn.edu.br]

Ayla Márcia Cordeiro Bizerra [ayla.bizerra@ifrn.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

RESUMO

Metodologias que favorecem a interação entre distintas disciplinas associadas à realidade sociocultural dos estudantes podem promover o engajamento deles nas atividades escolares, incentivando a sua autonomia e proporcionando uma aprendizagem de melhor qualidade. E, nesse contexto, a interdisciplinaridade se mostra uma alternativa viável para fazer essa relação. Este trabalho apresenta a elaboração e implementação de uma proposta pedagógica interdisciplinar entre Educação Física e Química através dos temas: corpo, alimentação e suplementação alimentar, e esteroides. Trata-se de uma pesquisa-ação de cunho qualitativo, realizada com 29 alunos do 1º ano do Ensino Técnico Integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. A intervenção foi planejada conforme documentos norteadores das disciplinas, conhecimentos prévios e sugestões dos alunos, e sua implementação se deu simultaneamente durante as aulas de Educação Física e Química, contemplando ao total uma carga-horária de 60h/a. Os dados foram coletados através de questionários e observação direta, e em seguida foram categorizados e discutidos na perspectiva dos temas da proposta. Os principais resultados indicam uma participação mais ativa do alunado nas atividades disciplinares e a aquisição de conceitos de forma mais integral e relacionados aos seus contextos. Conclui-se que a intervenção proporcionou melhoria nos processos de aquisição de conhecimento dos alunos, e que, apesar das dificuldades enfrentadas pelos docentes na fase de integração, sua prática trouxe resultados promissores, devendo ser ampliada.

PALAVRAS-CHAVE: Interdisciplinaridade; Ensino de química; Ensino de educação física.

ABSTRACT

Methodologies that favor the interaction between different disciplines associated with the sociocultural reality of students can promote their engagement in school activities, favoring their autonomy and providing better quality learning. And for that, interdisciplinarity presents itself as a viable alternative to make this relationship. This work presents the elaboration and implementation of an interdisciplinary pedagogical proposal between physical education and chemical through the themes: body; food and food supplementation, and steroids. It is a qualitative research-action, carried out with 29 students from the 1st year of integrated technical education on a campus of the federal institute of the Rio Grande do Norte. The intervention was planned according to the guiding documents of the disciplines, previous knowledge and suggestions of the students, and its implementation took place simultaneously during the physical education and chemical classes, covering a total of 60 h/a. The data were

collected through questionnaires and direct observation, and then were categorized and discussed from the perspective of the proposal's themes. The main results indicate a more active participation of the student in the disciplinary activities and the acquisition of concepts in a more integral way and related to their contexts. It is concluded that the intervention provided an improvement in the students' knowledge acquisition processes, and that, despite the difficulties faced by teachers in the integration phase, their practice brought promising results, and should be expanded.

KEYWORDS: *Interdisciplinarity; Teaching of Chemistry; Teaching of the Physical Education.*

INTRODUÇÃO

Práticas pedagógicas desenvolvidas numa perspectiva interdisciplinar tendem a ser uma alternativa viável para superar a visão fragmentada das disciplinas do currículo básico e promover processos colaborativos de produção e socialização de informações. Trata-se de uma maneira de propor novas formas de organização e construção de conhecimento, englobando aspectos dos contextos social, familiar, cultural, escolar e disciplinar (BICALHO e MACHADO, 2015). Assim, o ensino interdisciplinar contempla o contexto de sala de aula de forma ampla, rompendo com modelos mais tradicionais e evocando um novo direcionamento na dinâmica de ensino e aprendizagem, convidando alunos e professores a assumirem diferentes papéis nesse processo. É uma ação que realiza uma proposta de trabalho geradora de conhecimento integrado, amplo e não compartimentado, e factível de ser implementada (LAVAQUI e BATISTA, 2007).

Segundo Rehem (2016), o processo educacional para a modernidade não pode ser centrado em conteúdos que apenas são transmitidos, mas em conhecimentos que devem ser construídos. Para que isso ocorra, as situações de aprendizagem devem possuir uma sequência lógica e organizada, na qual os conteúdos sejam integrados e se constituam como meios para superar a fragmentação do currículo e do conhecimento (REHEM, 2016). Dizem respeito, portanto, a novas formas de organizar e construir o conhecimento em sala de aula, incorporando aspectos não apenas disciplinares, mas também sociais, familiares e culturais.

Entende-se que o contexto educacional sofre influência de dimensões políticas, econômicas, históricas e sociais, que delineiam as formas como os processos de ensino e aprendizagem são mediados. E, nesse cenário, as práticas pedagógicas podem influenciar na formação do educando, fazendo-o desenvolver uma visão limitada e desintegrada do conhecimento, o que é uma inverdade e não condiz com a necessidade de formação de cidadãos críticos e participativos. Portanto, é importante compreender a dinâmica educacional de forma integral e interdisciplinar, para adotar práticas que incluam discussões e reflexões de conhecimentos conectados entre si e com o mundo, para que sejam aplicáveis na sociedade de forma consciente, ética e transformadora.

Em relação especificamente ao componente educação física, seu ensino teve suas origens nas tendências higienista, militarista e esportivista, as quais tinham a preocupação central em hábitos de higiene e saúde, valorizando o desenvolvimento físico e moral, preparação para guerra e representação do país em competições esportivas (PEREIRA, 2006). Com o passar do tempo, essa prática foi mudando, adequando-se às novas exigências e passando a novas perspectivas que adotam o ensino por meio de abordagens pedagógicas, como por exemplo: abordagem desenvolvimentista, construtivista, de ensino aberto, crítico-emancipatória, dentre outras (DARIDO e RANGEL, 2008).

Com a reformulação do ensino médio, o documento norteador mais recente em relação às orientações de ensino da Educação Física é a BNCC (Base Nacional Comum Curricular). Nele, a referência central para a configuração dos conhecimentos são as práticas corporais, que estão organizadas com base nas seguintes manifestações da cultura corporal de

movimento: brincadeiras e jogos, danças, esportes, ginásticas (demonstração, condicionamento físico e conscientização corporal), lutas e práticas corporais de aventura (BRASIL, 2016). O documento organiza este componente em ciclos e propõe objetivos de aprendizagem para a educação básica, mas não determina um programa específico para ser seguido pelas escolas brasileiras. No entanto, isso não impede que os projetos escolares desse componente antecipem ou aprofundem as aprendizagens previstas para determinado ciclo, mas se reforça que os conhecimentos sejam efetivamente trabalhados até o final do ciclo indicado.

Apesar das novas orientações, a Educação Física enquanto componente curricular obrigatório ainda é norteadada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais da Educação Física (BRASIL, 1998). Esta proposta de ensino entende que a disciplina trata dos conhecimentos que podem ser oriundos da cultura corporal de movimento, o que também é orientado pela BNCC. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), os conhecimentos sobre a temática corpo devem ser desenvolvidos considerando, também, a bioquímica, pois a partir dessa perspectiva são abordados os processos metabólicos de produção de energia, eliminação e reposição de nutrientes básicos. Portanto, o ensino desse tema pode ser relacionado a aspectos da saúde e ser contemplado através de outros componentes do currículo básico, como a química e a biologia, através, por exemplo, de assuntos como alimentação e suplementação alimentar.

A abordagem de conteúdos relacionados aos aspectos biológicos, culturais e sociais do corpo, com especificidade na relação dele com a alimentação, a suplementação alimentar e os esteroides, torna-se de suma importância no contexto escolar, pois promove a discussão do tema de forma curricular, mas, sobretudo, educativa e informativa, propiciando aos adolescentes uma reflexão de maneira pluralizada. Nesse sentido, a adoção de uma prática interdisciplinar que agrega conhecimentos da Química e da Educação Física pode caracterizar um trabalho de sucesso, na medida em que se apresenta ao aluno o conhecimento de forma amplificada, podendo gerar impactos positivos em suas aprendizagens e em sua vida pessoal (WEBER et al, 2012).

Diante do exposto, esse trabalho apresenta a elaboração e implementação de uma proposta pedagógica interdisciplinar entre Educação Física e Química através dos temas: corpo, alimentação e suplementação alimentar, e esteroides, realizada com alunos do Ensino Técnico Integrado de um *campus* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

Interdisciplinaridade: diferentes significados para diferentes práticas

Os primeiros estudos brasileiros envolvendo interdisciplinaridade surgiram a partir da década de 1980, período em que a educação começou a apresentar mudanças com relação à adoção de diferentes metodologias de ensino (GALLO, 2000). Lima e Azevedo (2013) afirmam que esse cenário anunciava a necessidade de construção de um novo paradigma da ciência e do conhecimento científico, já que interferia na própria organização da escola e de seu currículo. Esta fase se configura como uma tentativa de definir o método interdisciplinar de ensino, e é considerada a mais problemática para os pesquisadores, em virtude das dificuldades em apontar uma única forma para teorizar essa prática (NOGUEIRA, 2001). Segundo Trindade (2008), a década de 1980 foi caracterizada pela busca dos princípios teóricos das práticas vivenciadas por professores. Consequentemente, os estudos buscavam analisar de forma criteriosa e continuada o cotidiano deles, traçando o perfil do docente portador de uma atitude interdisciplinar nas mais diferentes perspectivas (FAZENDA, 2011).

Conceituar o termo interdisciplinaridade não foi e talvez ainda não seja uma tarefa fácil, tendo em conta as diferentes perspectivas em que ele pode se apresentar e aplicar. Leis (2005) afirma não existir uma definição única possível, mas muitas, e elas variam de acordo com o campo do conhecimento ao qual se aplicam. Essa ideia também é contemplada por

Japiassu (1976, p.72) ao descrever que: "deve-se reconhecer que a interdisciplinaridade não possui ainda um sentido epistemológico único e estável. Trata-se de um neologismo cuja significação nem sempre é a mesma e cujo papel nem sempre é compreendido da mesma forma". Portanto, esse termo pode ser considerado polissêmico, já que sua definição é variável de acordo com as situações vivenciadas (BERTI, 2007).

Apesar da dificuldade de conceituação devido à variedade de seu entendimento, há autores que se arriscaram a conceituar este termo. Para Japiassu (1976), a interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto. O trabalho nesta perspectiva possui como característica ter um tema norteador, ou um objeto, em que dois ou mais componentes curriculares estabeleçam conexões entre si, objetivando um conhecimento mais amplo. Tais situações só podem ser consolidadas se as partes envolvidas corresponderem através da reciprocidade das ações, em que uma ajuda e interfere na outra, não só através da integração, mas principalmente da interação constante. Por conseguinte, dentre os diferentes conceitos atribuídos ao termo, esse trabalho se baseia nessa definição para seu desenvolvimento.

Destaca-se que utilizar essa concepção de ensino implica em ir além do simples trabalho em conjunto, integrado. É necessário mudar hábitos, métodos e adaptar recursos especificamente ao contexto escolar. A integração deve ser considerada como uma etapa anterior à interdisciplinaridade, em que as disciplinas se envolvem em um estudo dos conhecimentos e fatos a serem conectados (FAZENDA, 2011). É o momento de análise e reflexão dos envolvidos sobre temas, conceitos, técnicas, teorias ou outros aspectos do conhecimento, que geralmente são abordados em programas de estudos, livros, currículo escolar, documentos oficiais da instituição. Nesse sentido, deve-se considerar a integração para além do simples estudo entre disciplinas ou conteúdos; ela deve ser tida como um movimento a favor da interdisciplinaridade, como uma etapa dela, mas não ela em si.

Assim, para que a interdisciplinaridade seja implementada na escola não basta apenas considerar os níveis curricular, didático e pedagógico. Faz-se necessário conceber demandas relacionadas à pedagogia apropriada, ensino em equipe, processo integrador, mudança institucional e sua relação com a disciplinaridade (KLEIN, 2009). Nesse sentido, não existe uma pedagogia interdisciplinar única, visto que o ensino é mediado em diferentes situações e realidades, e cada docente tem uma forma particular de fazer seu planejamento, bem como de tomar atitudes perante a sala de aula. Deve-se pensar nas estratégias de ensino considerando o diálogo constante entre as partes envolvidas, discutindo os acertos e erros, compartilhando saberes, estabelecendo metas, e excluindo toda e qualquer forma de hierarquização entre as áreas envolvidas.

PERCURSO METODOLÓGICO

Este trabalho apresenta natureza qualitativa, pois se detém apenas à explicação e discussão de dados qualitativos através da compreensão das relações sociais (GERHARDT e SILVEIRA, 2009) provenientes das abordagens utilizadas e suas implicações no processo de ensino e aprendizagem. Em virtude da interação direta do pesquisador com o local de desenvolvimento da pesquisa e os sujeitos pesquisados, produzindo informações e conhecimento relacionados com o contexto escolar, ela também se caracteriza como pesquisa-ação (THIOLLENT, 2018).

Participantes da Pesquisa

Participaram desse estudo 29 alunos (89% meninas e 11% meninos) do 1º ano do ensino médio técnico integrado de um campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, com faixa etária entre 15 e 17 anos. Todos os estudantes

entregaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos pais. Para o desenvolvimento das atividades interdisciplinares, participaram também os professores das disciplinas de Química e Educação Física. Ambos são professores efetivos da instituição e têm experiência docente com o ensino básico de mais de 10 anos.

Etapas da Intervenção Interdisciplinar

Para sua implementação, este estudo interdisciplinar adotou 2 etapas: 1. Investigação preliminar – pela qual se realizou todo o planejamento da proposta; 2. Intervenção pedagógica – que contemplou a execução da proposta. As duas etapas foram efetivadas em um bimestre letivo.

Etapa 1: Investigação preliminar

Essa etapa consistiu na integração entre as disciplinas de Educação Física e Química. Para tanto, os docentes realizaram quatro ciclos de estudos que consistiram em debates e discussões para realizar a integração dos conteúdos disciplinares. Cada ciclo teve duração de 2h e permitiu fazer o planejamento da intervenção através dos temas: corpo, alimentação e suplementação alimentar, e esteroides. Inicialmente, as ementas foram comparadas e verificou-se quais assuntos poderiam ser contemplados na proposta. Foram selecionados os seguintes conteúdos: exercícios físicos e saúde, aspectos biológicos, culturais e sociais do corpo (referentes à disciplina de educação física); e, nomenclatura e propriedades das funções orgânicas (hidrocarbonetos, funções oxigenadas, funções carboniladas e funções nitrogenadas), aminoácidos, funções e estrutura das macromoléculas (proteínas, carboidratos e lipídeos), referentes à disciplina de química.

Após os planejamentos iniciais, foram realizadas uma apresentação prévia da proposta interdisciplinar aos estudantes, para que eles pudessem opinar acerca do projeto, e uma avaliação diagnóstica, para verificação dos seus conhecimentos prévios sobre os temas contemplados. Com relação aos temas, solicitou-se aos estudantes que descrevessem de forma discursiva seus conhecimentos e entendimentos (vinculados à disciplina e contemplando aspectos de suas vivências) sobre eles. Em seguida, os docentes retomaram os ciclos de estudo para finalização do planejamento, no qual foram consideradas as diretrizes do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) técnico em Alimentos; as ementas das disciplinas; o livro didático de Química que a escola adota; outros livros didáticos de Química; a Proposta de Trabalho da Disciplina de Educação Física nos Cursos Técnicos de Nível Médio; divulgações científicas; os resultados da avaliação diagnóstica e as sugestões dadas por eles. Por fim, a unidade didática interdisciplinar foi finalizada e teve como título: "construção social do corpo e sua relação com os aspectos bioquímicos e saúde", abordada pelos temas: corpo, alimentação e suplementação alimentar, e esteroides.

Etapa 2 - Intervenção pedagógica

Após a elaboração da unidade, deu-se prosseguimento à sua implementação, que ocorreu durante 20 aulas de Educação Física e 40 de Química, totalizando 60h/a, correspondendo à carga horária total do bimestre letivo das duas disciplinas. A intervenção foi dividida em momentos, que consistiram na realização de atividades nos dois componentes curriculares, contemplando conhecimentos específicos e integrados através dos temas da proposta. O tema saúde foi tratado de forma transversal em todas as etapas da intervenção; o conteúdo exercícios físicos foi abordado pela temática corpo e alimentação e suplementação alimentar; o conteúdo sobre os aspectos biológicos, culturais e sociais do corpo foi contemplado em todos os temas. O Quadro 1 apresenta a sequência dos momentos da intervenção pedagógica, conteúdos abordados e atividades realizadas.

Quadro 1 – Descrição dos temas, conteúdos e atividades realizadas durante a intervenção pedagógica

| Tema | Conhecimentos de Educação Física | Conhecimentos de Química |
|--|--|--|
| Corpo | 1º Momento | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Discussões sobre as concepções de corpo propagadas pela sociedade, bem como diferenciar o corpo biológico do corpo sensível. - Enfatizou-se a padronização dos modelos de corpos propagados pela sociedade e as atitudes das pessoas para seguir esse "modelo ideal". - As discussões envolveram os meios de se conseguir o "modelo ideal" do corpo: alimentação e exercício físico, suplementação alimentar e esteroides anabolizantes. | <ul style="list-style-type: none"> - Funções orgânicas: hidrocarbonetos e oxigenadas. |
| | <i>Atividades realizadas</i> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Em duplas, os alunos montaram um painel considerando sua concepção de corpo ideal. - Em grupos de 5, os alunos pesquisaram sobre os padrões de corpo segundo os continentes e culturas para montagem de um segundo painel. | <ul style="list-style-type: none"> - Exercícios sobre as funções orgânicas e nomenclaturas. |
| Alimentação e Suplementação alimentar | 2º Momento | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Retomaram-se as discussões envolvendo alimentação e exercícios físicos na obtenção do "corpo ideal". - Abordagem do conceito de dieta: exploração do macro e micronutrientes, cálculos de ingestão diária de alimentos, importância deles para o corpo humano. | <ul style="list-style-type: none"> - Estudo das funções carboniladas - Abordagem dos conteúdos de macromoléculas como proteínas, carboidratos e lipídeos; - Classificação e nomenclatura química dessas macromoléculas; - Abordagem da importância das macromoléculas para o bom funcionamento do corpo. |
| | <i>Atividades realizadas</i> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Individualmente, os alunos fizeram uma pesquisa para conceituar e caracterizar quimicamente carboidratos, proteínas e lipídeos; estabeleceram uma relação entre carboidratos e emagrecimento; diferenciaram os tipos de carboidratos e como influenciam na ingestão e absorção pelo organismo; caracterizaram gorduras saturadas e insaturadas; fizeram relação desse tipo | <ul style="list-style-type: none"> - Foi realizada uma atividade prática com os alunos com a confecção de um calorímetro com materiais de baixo custo. Dessa forma, eles puderam mensurar a quantidade de calorias existentes em diferentes tipos de alimentos; - Os alunos relacionaram as macromoléculas com quantidades |

| | | |
|------------------------------|---|---|
| | <p>de gorduras com os problemas que podem ocasionar ao corpo; estabeleceram uma relação entre o consumo de proteínas e o rendimento de exercícios físicos; verificaram os diferentes tipos de proteínas e sua relação com atividades físicas.</p> <p>- Os alunos fizeram corridas ou caminhadas calculando a quantidade de calorias gastas por tempo e relacionando com a ingestão de macromoléculas.</p> | <p>de calorias absorvidas pelo corpo e suas formas estruturais;</p> <p>- Individualmente, os alunos fizeram o monitoramento da ingestão diária de lipídeos, carboidratos e proteínas de um colega.</p> |
| 3º Momento | | |
| | <p>- Abordou-se a definição de suplementos alimentares, sua composição e quando devem ser indicados.</p> <p>- Abordaram-se os conceitos de substâncias ergogênicas e seus efeitos.</p> <p>- Apresentaram-se diferentes suplementos a base de carboidratos e a relação do consumo com a atividade física.</p> | <p>- Estudo das funções nitrogenadas.</p> <p>- Abordaram-se os aminoácidos, estrutura e nomenclaturas.</p> <p>- Relação entre aminoácidos e composição de proteínas.</p> <p>- Relação entre aminoácidos e suplementos alimentares.</p> <p>- Abordagem de carboidratos simples e complexos, configurações e relação com suplementos alimentares.</p> |
| <i>Atividades realizadas</i> | | |
| | <p>- A partir dos aminoácidos pesquisados na atividade de Química os alunos elaboraram uma lista de alimentos presentes nas suas dietas e que continham esses aminoácidos.</p> | <p>- Os alunos pesquisaram e identificaram dez tipos de aminoácidos, abordando a estrutura e nomenclatura, classificando-os em essenciais e não essenciais.</p> |
| 4º Momento | | |
| Esteroides | <p>- Apresentação de um documentário sobre os efeitos do uso de anabolizantes no corpo humano a curto, médio e longo prazo.</p> | <p>- Abordou-se a definição, estrutura, nomenclatura e funções orgânicas presentes nos esteroides.</p> <p>- Classificação dos esteroides quanto à natureza (natural ou sintético) e à relação com a saúde.</p> |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os momentos foram realizados de forma sincronizada entre as duas disciplinas. Como instrumentos de coleta de dados, foram utilizados a observação direta e questionário de perguntas abertas, aplicados antes e após a intervenção. As perguntas contemplaram as

mesmas temáticas, para que se pudesse identificar de que maneira as percepções e conceitos dos estudantes seriam alteradas. A análise e discussão dos dados foi feita na perspectiva dos temas e utilizando-se princípios da Análise de Conteúdo de Bardin (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos através da execução da proposta são apresentados e discutidos a seguir. É importante destacar que as discussões se centram no seu aspecto interdisciplinar e na aquisição e ampliação dos conhecimentos de uma forma integral, sendo apresentados e discutidos segundo os temas trabalhados.

A integração como ponto de partida para o trabalho interdisciplinar

Nessa fase, considerou-se a integração dos seguintes conteúdos curriculares: Educação Física – exercícios físicos e saúde; aspectos biológicos, culturais e sociais do corpo –; Química – funções orgânicas (hidrocarbonetos, oxigenadas, carboniladas e nitrogenadas), aminoácidos e macromoléculas (proteínas, carboidratos e lipídeos). A proposta de intervenção final com a descrição dos conteúdos das duas disciplinas encontra-se descrita no Quadro 2.

Quadro 2 - Proposta interdisciplinar de conteúdos entre Educação Física e Química

| CONTEÚDOS EDUCAÇÃO FÍSICA | CONTEÚDOS QUÍMICA |
|---|--|
| Dinâmicas de apresentação professor/aluno; apresentação da proposta de ensino; apresentação da metodologia; apresentação dos critérios avaliativos. | Introdução à Química orgânica; características dos compostos orgânicos. |
| Construção social do corpo; dinâmica sobre o corpo humano: o que fazer para construir "socialmente" este corpo? | Classificação do carbono nos compostos orgânicos; hidrocarbonetos. |
| Discussão sobre a construção da atividade; apresentação das atividades. | Nomenclatura dos hidrocarbonetos; Estudo das funções orgânicas oxigenadas. |
| Alimentação saudável; alimentação e exercício físico (entender as necessidades cotidianas de macronutrientes, bem como a influência das atividades físicas sobre essas necessidades). | Carboidratos (simples e complexos); lipídios e proteínas – Fórmula estrutural (reconhecimento químico); e onde eles são encontrados (alimentos); valor calórico. |
| Aula prática sobre como calcular as calorias gastas em uma atividade de corrida ou caminhada. | Aula experimental com calorímetro de baixo custo para cálculo de calorias em alimentos. Estudo das funções carboniladas. |
| Suplementação; o que são suplementos alimentares; recursos ergogênicos (ênfase nos nutricionais). | Estudo das funções nitrogenadas; fórmulas estruturais dos aminoácidos; aminoácidos essenciais e não essenciais (definição); aminoácidos e formação de proteínas (suplementos a base de proteínas); suplementos a base de carboidratos. |
| Alimentação, suplementação e exercício físico – palestra de nutricionista. | |
| Anabolizantes – O que são? Quais são os malefícios do uso de anabolizantes sem orientação? Quem pode usar anabolizantes? Por que as pessoas fazem uso de anabolizantes? Recursos ergogênicos (ênfase nos farmacológicos). | Esteroides: fórmula estrutural básica, sintéticos e naturais, fontes e usos. Reconhecimento de grupos funcionais presentes nos esteroides. |
| Relação entre anabolizantes, exercício físico e esportes. | |
| Encerramento com apresentações dos grupos na exposição científica da escola sobre os temas e conteúdos abordados na intervenção. | |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Através das abordagens e das atividades descritas no Quadro 1 (metodologia), observa-se que o planejamento contemplou a integração desses conteúdos, seja na forma disciplinar ou interdisciplinar, a depender do momento e objetivos educacionais. Essa etapa foi considerada fundamental no processo, mas também a mais difícil de ser realizada, tendo em vista não apenas a quantidade de documentos que foram considerados para a integração, mas, sobretudo, os fatores que influenciaram na dinâmica dos ciclos de encontros entre os docentes. Isso será mais bem apresentado e discutido em outra seção deste trabalho.

É importante destacar que na construção desta proposição surgiu a necessidade de alterar a sequência de conteúdos proposta pelo livro didático, alternando-se a abordagem dos conteúdos de funções orgânicas e macromoléculas. Geralmente, essa última é trabalhada ao final da disciplina ou do ano letivo, e nesse caso, os conteúdos foram apresentados juntamente com as funções orgânicas. Segundo Moreira José (2008), a interdisciplinaridade propõe uma nova dinâmica desprendida de sequências estabelecidas linearmente por livros didáticos e essa flexibilidade estrutural se apresenta como uma vantagem que tem como intuito abordar temas importantes e pontuais (KLEIN, 2009). Esse aspecto também é importante do ponto de vista da liberdade do professor em conectar e construir os conteúdos, conforme a necessidade de seus alunos e não como preconiza o livro didático, destituindo-se de suas amarras.

Em relação à integração, Fazenda (2011, p. 9) afirma que "refere-se a um aspecto formal da interdisciplinaridade, ou seja, à questão de organização das disciplinas num programa de estudos", e defende que essa etapa deve ser realizada anteriormente à interdisciplinaridade, na qual os conteúdos devem ser estudados, relacionados e conectados. Não se trata apenas de trabalho em conjunto, como alguns estudos equivocadamente reportam (BECKER e ROCHA, 2016), mas também de uma mudança de hábitos, métodos e adaptação de recursos específicos ao contexto escolar. É o momento de análise e reflexão dos envolvidos sobre os conteúdos, conceitos, técnicas, teorias ou outros aspectos do conhecimento, que geralmente são abordados em programas de estudos, livros, currículo escolar, documentos oficiais da instituição, entre outros. Assim, é importante considerar, na integração, não apenas os conhecimentos entre as áreas envolvidas, mas também os conhecimentos e anseios dos alunos, bem como as características organizacionais e de infraestrutura da instituição de ensino. Todos esses aspectos foram contemplados na fase de integração realizada nesse trabalho.

Acerca da adoção de práticas interdisciplinares, Fazenda (2009) alerta sobre o perigo de colocar em ação propostas desse tipo, pois é preciso que o docente tenha objetivos muito claros para poder traçar estratégias autenticamente interdisciplinares. Para materialização dessas práticas de forma consistente, é fundamental que o docente entenda as etapas que deve seguir, considerando sempre que interdisciplinaridade e integração não possuem o mesmo significado, mas têm uma relação intrínseca de dependência. Dessa forma, para que a interdisciplinaridade se efetive é preciso que essa integração deixe de ser teoria e se transforme em ação, pois permanecer apenas no papel através de conteúdos ou disciplinas, "[...] ao invés de caminhar para a mudança ou transformação da própria realidade, pode resultar apenas num jogo de palavras, numa nova rotulação para velhos problemas, enquanto as causas reais permanecem sem solução, ou, mesmo sem questionamento." (FAZENDA, 2011, p.49).

Portanto, deve-se considerar a integração para além do simples estudo entre disciplinas, conteúdos, livros e programas de estudos. É fundamental garantir, nesse processo, a interação através de trocas de informações e ações. Thiesen (2008) enfatiza que essas trocas podem culminar na organização de alternativas pedagógicas e na garantia do trabalho coletivo através do diálogo entre os profissionais, os estudantes e o mundo. Diante do exposto, e para efetivação da proposta aqui descrita, concebemos a integração como um movimento a favor da interdisciplinaridade, uma etapa dela, mas distinta dela em seu significado.

Análise dos conhecimentos prévios dos estudantes

Os conhecimentos prévios são definidos como o conjunto de saberes que a pessoa traz consigo em virtude de sua vivência em seu cotidiano, englobando aspectos dos contextos social, familiar e educacional (LIMA NETO, 2011). É importante considerar essas vivências no planejamento da proposta, para que os conteúdos abordados não se tornem repetitivos, pois há, com isso, a oportunidade de considerar as informações que os alunos ainda não possuem, sendo esse um dos principais fatores que caracteriza o processo interdisciplinar (FAZENDA, 2011). Nesse trabalho, esses conhecimentos foram considerados não apenas para a elaboração da proposta (que foi apresentada na metodologia – ver Quadro 1), mas também como ponto de partida para entendermos e analisarmos o processo de evolução e aquisição dos novos conhecimentos pelos estudantes, através de sua implementação e da execução de atividades. Por conseguinte, os dados obtidos com relação aos saberes prévios do alunado – sobre os temas corpo, saúde, alimentação e suplementação alimentar, e esteroides – encontram-se descritos no Quadro 3. Destaca-se que as perguntas realizadas eram do tipo abertas, de forma a proporcionar uma maior liberdade aos alunos para se expressarem e nos fornecer uma maior dimensão sobre seus saberes.

Quadro 3 – Resultados das análises dos conhecimentos prévios dos estudantes

| Conteúdo | Categoria de Resposta | Quantidade de alunos (%) |
|------------------------------------|--|--------------------------|
| Corpo | Relação entre corpo perfeito e estética | 20,7 |
| | Relação com exercício físico, esportes para ter corpo saudável | 24,2 |
| | Construção de corpos na antiguidade | 10,4 |
| | Anatomia, funcionamento do corpo e doenças | 10,4 |
| | Cuidado com o corpo dentro dos limites | 3,4 |
| | Relação do corpo com a sociedade | 3,4 |
| | Nunca estudei sobre corpo | 27,5 |
| Saúde | Atividade física e exercício | 34,5 |
| | Prática de esportes e educação física | 17,3 |
| | Exercício físico e alimentação | 13,8 |
| | Sedentarismo e obesidade | 6,9 |
| | Nunca estudei sobre saúde | 27,5 |
| Alimentação e suplementação | Alimentação associada à atividade física | 20,7 |
| | Alimentação balanceada | 17,2 |
| | Distúrbios alimentares | 6,9 |
| | Alimentação saudável e não saudável | 20,7 |
| | Nunca estudei sobre alimentação | 34,5 |
| Esteroides | Prejudicial à saúde | 20,7 |
| | Ajudam a conseguir o corpo ideal | 10,4 |
| | Ajudam a conseguir o corpo ideal e prejudicam a saúde | 10,4 |
| | Associados a distúrbios alimentares | 6,9 |
| | Ajudam a aumentar a musculatura | 3,4 |
| | Nunca estudei sobre esteroides | 48,2 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se no Quadro 3 que os estudantes possuem diferentes conhecimentos sobre os temas selecionados. Destaca-se que, no que se refere ao conteúdo corpo, há pouca relação com sua construção social, sendo que uma quantidade significativa de alunos (20,7%) o relaciona com estética. Daí se percebe a impressão sobre corpo nos moldes da sociedade contemporânea, que dita regras na perspectiva da beleza, impressos, sobretudo, pelas redes sociais. Um dado preocupante é que uma porcentagem significativa de alunos (27,5%) relata

que não estudou nada a respeito deste tema. Com relação à saúde, a maior parte da amostra estudantil (51,8%) a relaciona com a prática de atividade física, exercício físico e de esportes. Bandeira et al (2014, p.1) aborda a importância de contemplar esse tema, uma vez que “desenvolver a saúde nas escolas é uma possibilidade de disseminar hábitos positivos nos escolares, já que crianças são difusoras de boas práticas em casa”.

Para a temática alimentação e suplementos alimentares, observa-se que 20,7% dos alunos fazem uma associação entre alimentação e atividade física. Nesse sentido, faz-se necessário ampliar essa discussão junto aos discentes, já que “a prática regular de atividade física, juntamente com uma ingestão energética equilibrada, constitui um importante fator na promoção da saúde” (ANDRADE, 2013 p.114). Um fato preocupante é que 48,2% do alunado declarou não haver estudado sobre os anabolizantes. Outros 20,7%, tem uma visão de que eles são prejudiciais à saúde. Esses dados, fundamentam a importância do debate sobre esse assunto dada a sua relevância social e necessidade de informações acerca dos usos benéfico e maléfico dessas moléculas. Entende-se que este assunto é muito presente no cotidiano, principalmente de adolescentes, que muitas vezes adotam atitudes sem orientação, com o intuito de encaixar-se nos valores estéticos da sociedade. E, “apesar dos alertas nos diversos recantos da mídia, cresce o uso destes medicamentos em meio à população brasileira. Entre os usuários, a maioria dos jovens praticantes de musculação” (MACHADO, 2015, p.9). Diante desse cenário, a Educação Física, juntamente com a Química, tem um papel importante a desenvolver, na medida que podem possibilitar discussões e reflexões em um trabalho de conscientização social alertando sobre seus malefícios ao serem usados sem prescrição.

Impactos da intervenção interdisciplinar

A proposta interdisciplinar foi percebida, vivenciada e bem recebida pelos alunos à medida que as etapas iam sendo executadas, e percebeu-se um maior envolvimento deles nas atividades, bem como a evocação e menção aos conteúdos e conceitos não limitados às aulas e aos competentes curriculares. Vale destacar que os resultados aqui apresentados estão sob a ótica de seus impactos na disciplina de Educação Física e não são abordados na perspectiva do “quanto” o aluno aprendeu, mas sim, da ampliação do seu conhecimento, diagnosticado através da forma como ele expressa e aborda as temáticas englobando os conhecimentos das duas disciplinas. O Quadro 4 apresenta as análises dos conhecimentos dos estudantes após a realização da intervenção.

Quadro 4 – Resultados das análises do impacto da intervenção interdisciplinar nos conhecimentos dos estudantes

| Conteúdo | Categoria de Resposta | Quantidade de alunos (%) |
|------------------------------------|--|--------------------------|
| Corpo | Construção social do corpo, sociedade delimita o corpo perfeito e o corpo sensível e biológico. | 31 |
| | Construção social do corpo, suplementação, anabolizantes e corpo sensível e biológico. | 34,5 |
| | Construção social do corpo, mídia e cultura influencia a construção do corpo e corpo sensível e biológico. | 20,7 |
| | Alimentação, corpo sensível, biológico e exercício físico. | 6,9 |
| | Trabalhar o corpo de forma responsável para sentir-se bem. | 6,9 |
| Alimentação e suplementação | Macromoléculas: carboidratos (1ª fonte de energia – ingerir antes do exercício); lipídeos (2ª fonte de energia); proteínas (3ª fonte de energia; reconstruem os músculos; aminoácidos essenciais e não essenciais; vários aminoácidos formam uma proteína; ingerir depois do exercício); e suplementos complementam a alimentação. | 44,9 |

| | | |
|-------------------|---|------|
| | Alimentação balanceada e sua importância, suplementos ergogênicos servem para melhorar o desempenho atlético, do consumo consciente de suplementos alimentares. | 17,2 |
| | Consumo inadequado da alimentação e dos suplementos alimentares pode trazer males à saúde. Alimentação adequada não precisa utilizar suplementos. Usar em casos específicos. | 13,8 |
| | Macromoléculas, suplementos servem para complementar a alimentação e melhorar o desempenho atlético, deve-se procurar um especialista. | 10,3 |
| | Tipos de suplementos podem trazer males à saúde se consumidos sem orientação e alimentação saudável. Ingerir com cuidado, utilizado pelas pessoas que se preocupam com a beleza. | 6,9 |
| | Macromoléculas. Desempenham funções essenciais. Macromoléculas e diferença entre anabolizantes e suplementos. | 6,9 |
| Esteroides | Substâncias sintetizadas que imitam a testosterona e podem ocasionar efeitos andrógenos e anabólicos. | 10,3 |
| | Hormônio produzido em laboratório usado para conseguir o corpo perfeito e utilizado para tratamento de doenças. | 10,3 |
| | Hormônio sintetizado que imita a testosterona para conseguir corpo perfeito, causa danos à saúde, mas aumenta a massa muscular. | 65,6 |
| | Conseguir resultado em pouco tempo, drogas sintetizadas, trazem danos à saúde, pode ser usado por quem apresenta problema hormonal para reposição. Apresenta malefícios e benefícios. | 6,9 |
| | Conseguir corpo perfeito; produzidos em laboratório; melhora o condicionamento físico; se utilizado de forma correta, pode ser bom para saúde e ter corpo bonito. | 6,9 |
| Saúde | Influenciada pela ingestão de macromoléculas (lipídeos, proteínas e carboidratos), suplementos e mal uso dos anabolizantes. | 41,4 |
| | Influenciada pela alimentação e atividade física e uso correto de suplementos. Macromoléculas e alimentos devem ser ingeridos antes e depois da atividade física para manter-se saudável. | 48,3 |
| | Alimentação ligada ao corpo físico e psicológico. É condição física, psicológica, ligada à questão alimentar e ao bom uso de suplementos e anabolizantes. | 10,3 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com os dados, é possível perceber que as respostas dos estudantes se apresentam mais completas se comparadas às respostas iniciais apresentadas no levantamento dos conhecimentos prévios. Esse resultado era esperado, visto que toda prática pedagógica causa, em alguma dimensão, algum tipo de mudança no conhecimento do estudante. Porém, o que se deseja destacar é a conexão entre os saberes abordados pelas duas disciplinas e o meio social e cultural que os alunos conseguiram estabelecer.

Com relação à temática corpo, há uma sensível mudança na expressão dos alunos sobre ela. Aqui, a maioria deles (86,2%) correlaciona os conhecimentos de corpo sensível e corpo biológico com alimentação, anabolizantes, exercícios físicos, influência da mídia e influência da sociedade. De acordo com Slade (1994), a imagem corporal é aquela construída na nossa mente, incluindo sentimentos, pensamentos e relações sobre o corpo. Viagrello afirma que (2006, p.178) "o corpo se tornou o mais belo objeto de consumo", e essa concepção é cada

vez mais evidente em virtude do impacto das redes sociais, que cultuam um padrão de beleza, generalizando a cultura da estética e o excessivo cuidado com a aparência. Observa-se através das mídias sociais um fortalecimento do narcisismo, que pode ter consequências e impactos negativos sobre a imagem corporal do indivíduo, sobretudo nos adolescentes. As meninas, em especial, são mais suscetíveis, pois são alvos mais fáceis das influências socioculturais e das mídias, e assim tendem a desenvolver mais preocupações com relação ao corpo – pelo desejo de ter um corpo magro e socialmente aceito –, encaixar-se nos padrões estéticos e sofrer preconceito ou rejeição (LIRA et al, 2017; ZAMETKIN et al, 2004).

Portanto, a forma como o adolescente se vê dentro do contexto escolar, social e familiar é decisiva para que ele cultue uma satisfação ou insatisfação do seu corpo. Segundo Carvalho (2016), a internalização do padrão de “corpo ideal”, à medida que pode alterar as atitudes e comportamentos do indivíduo, é um importante mediador da insatisfação corporal. Nesse sentido, tornar o ambiente escolar acolhedor e compreensivo com as incertezas e dúvidas da adolescência, ao passo que se aborda esse tema de modo informativo, educativo e aberto, pode ser uma maneira discretamente persuasiva de influenciar a cultura dos adolescentes na aceitação e cuidado com o próprio corpo, levando-os a reflexões sobre a sua construção e manutenção de forma biologicamente saudável.

Sobre a temática alimentação e suplementos alimentares, observa-se também um impacto positivo da intervenção pedagógica nos conhecimentos dos estudantes. Isso pode ser percebido através das respostas dos alunos, uma vez que 41,4% deles estabeleceu uma relação entre os conceitos químicos das macromoléculas com sua função biológica da alimentação. Vê-se ainda que os alunos relacionaram a temática refletindo a respeito da importância de uma alimentação balanceada e saudável (17,2%). Segundo Carvalho e Luz (2011, p.147), comer é “[...] uma ação concreta de incorporação tanto de alimentos como de seus significados, permeada por trocas simbólicas, envolvendo uma infinidade de elementos e associações capazes de expressar e consolidar a posição de um agente social em suas relações cotidianas.” Nesse sentido, as práticas alimentares da sociedade atual são fortemente influenciadas pelo avanço tecnológico, pela globalização, pelo *status* social e pela mídia.

A escola como um espaço de conhecimento, de promoção da saúde e de formação cidadã tem o dever de abordar os conceitos acerca de qualidade de vida através de conhecimento, comportamento e estímulo de atitudes considerados saudáveis (CAMOZZI et al, 2015), e falar de alimentação em sua forma mais ampla é imprescindível nesse processo. Assim, ensinar sobre a alimentação por meio do ensino interdisciplinar de seus componentes bioquímicos e sua relação com comportamentos saudáveis contempla as ideias citadas anteriormente e promove uma reflexão por parte dos alunos para uma visão da alimentação que não é meramente biológica, mas também fisiológica, química, social e cultural.

Em se tratando de suplementação alimentar, destaca-se que os educandos compreenderam que os suplementos alimentares devem ser usados apenas em casos específicos e que seu consumo inadequado pode causar malefícios (13,8%), portanto, seu uso deve ser devidamente prescrito por um profissional (10,3%). Segundo Azevedo (2017), há um temor pelo fortalecimento da indústria de suplementos, o que pode gerar uma redução de interesse na promoção de segurança alimentar. Desse modo, esse esclarecimento dos estudantes se torna importante na medida em que pode contribuir para a conscientização deles sobre o consumo necessário e racional dessas substâncias. Ainda nessa perspectiva, destacam-se os conhecimentos químicos que foram aprofundados na abordagem dos carboidratos. Estabeleceu-se uma relação sobre a configuração de cadeias de carboidratos simples e complexos (utilizados como exemplos da aula de Educação Física) com a ingestão e absorção deles pelo organismo de forma mais rápida ou lenta.

Relativamente à temática dos esteroides anabolizantes, percebe-se que a maioria dos alunos (65,6%) conseguiu estabelecer conhecimentos da Educação Física com os conceitos de Química, na medida em que relaciona a molécula da testosterona com o aumento da massa

muscular. Nesse caso, utilizou-se como estratégia metodológica retomar as informações abordadas nas aulas de Educação Física para o estudo das fórmulas estruturais de esteroides e aquelas expostas nas aulas de Química sobre esteroides anabolizantes. A partir desta análise, os alunos agregaram os conhecimentos, pois puderam visualizar quimicamente as moléculas responsáveis por alterações biológicas e fisiológicas no corpo.

Segundo Torres et al (2018), o uso de esteroides anabolizantes por atletas e jovens tem crescido nos últimos anos. Isso é decorrente, muitas vezes, da sensação de insatisfação do corpo gerada pela influência da mídia. Nesse contexto, a desinformação sobre as consequências do uso indiscriminado dessas substâncias, juntamente com o apelo midiático que dita padrões inalcançáveis, atrai muitos jovens para o seu consumo. Sobre o público adolescente, pesquisas indicam um contínuo e crescente aumento do consumo dessas substâncias com o único fim da obtenção do "corpo belo e ideal". E, mais uma vez, a culpabilização da supervalorização dos corpos cabe à influência da mídia, sobretudo as sociais (OLIVEIRA, 2012). Portanto, abordagens como essa são importantes em virtude do cenário atual e da faixa etária dos estudantes. A adolescência como etapa de descobertas é o momento em que o jovem deseja fazer parte de algo, ser aceito, estar dentro de um padrão, e a não correspondência a essa expectativa ou o sentimento de frustração consigo pode levá-lo a tomar atitudes que podem lhe causar danos.

O assunto saúde foi abordado de forma transversal. Percebe-se, pelas categorias de respostas, que os estudantes estabeleceram conexão dessa temática com os conhecimentos das duas disciplinas. Desse modo, a abordagem de tais conhecimentos pode influenciar na adoção de hábitos saudáveis (KOTTMANN; KUPPER, 1999), tornando-se um potente veículo de comunicação na construção de projetos de vida saudáveis (OLIVEIRA et al, 2015). Por conseguinte, compreende-se que a proposta interdisciplinar pôde contribuir na educação para a saúde ao intervir na conscientização para a construção de hábitos e ambientes mais saudáveis, através de práticas desenvolvidas dentro da escola.

Diante dos dados, entende-se que ensino na perspectiva interdisciplinar dos conteúdos despertou interesse e engajamento dos alunos na medida em que se discutiu e refletiu a respeito de um conhecimento integral, estabelecendo uma relação de reciprocidade, de mutualidade e de copropriedade entre os conhecimentos específicos, estimulando a resolução de problemas através da conexão entre fatos, conceitos, remetendo o aluno a pensar e refletir sobre o que foi dito e estudado (MOREIRA JOSÉ, 2008; FAZENDA, 2011; SILVA e SANTOS, 2014). Evidencia-se uma alteração nos comportamentos dos estudantes, que adotaram a postura de pesquisar, envolver-se e participar ativamente das atividades realizadas, e, portanto, do próprio processo de aprendizagem.

O ensino, nesta perspectiva, incentiva a autonomia do estudante, valorizando sua participação por propiciar a emissão de questionamentos e opiniões, e possibilitando a construção coletiva do conhecimento. Além disso, também é importante para estimular a criatividade e o pensamento crítico do alunado, assim como abordar aspectos das relações aluno/aluno no que tange a incentivar a cooperação e socialização. Entende-se que o diálogo entre os componentes curriculares torna a atividade disciplinar atrativa, na medida em que os discentes reconhecem a relação existente entre os conhecimentos de diferentes áreas e fazem relações entre os conteúdos estudados. Assim, a participação de distintas disciplinas pertencentes a núcleos diferentes pôde contribuir significativamente para a abrangência e profundidade de uma prática de ensino interdisciplinar.

Docência interdisciplinar: desafios enfrentados

Um aspecto importante para realizar e executar uma proposta interdisciplinar é a interação harmônica, não apenas entre as disciplinas envolvidas, mas, fundamentalmente, entre os docentes envolvidos. Conscientes de que esse fato é etapa fundamental do processo, resolveu-se apresentar as dificuldades enfrentadas pelos professores, tanto na fase de

elaboração da proposta como de sua implementação. O Quadro 5 apresenta as principais dificuldades apontadas pelos docentes.

Quadro 5 – Principais dificuldades apontadas pelos professores de Educação Física e Química para elaboração da proposta interdisciplinar

| Dificuldades apontadas pelo professor de Educação Física | Dificuldades apontadas pelo professor de Química |
|--|---|
| <i>"Horários para desenvolver o planejamento, visto que muitas vezes no horário em que eu podia planejar o outro professor não estava disponível".</i> | |
| <i>"Estudar outra área que não estava habituado, no caso, a Química".</i> | <i>"A escola já apresenta uma formulação estática de currículo, principalmente em relação à disciplina de Química, a qual deveria seguir o que estava programado no livro".</i> |

Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira dificuldade foi atribuída aos horários livres em comum para discussão e elaboração da proposta. Isso também é descrito em outros estudos. Em uma investigação realizada por Tomio et al (2016) com docentes da rede municipal de Blumenau/SC, 80% deles relataram que era possível desenvolver e executar propostas interdisciplinares, no entanto, enfatizaram que a prática requer maior disponibilidade de tempo. Costa (2016) relata em sua pesquisa uma tentativa de realizar um projeto interdisciplinar e descreve outros fatores que também influenciaram na possibilidade de sua realização, como: professores que moravam em cidades diferentes, trabalhavam em escolas distintas, ou que trabalhavam na mesma escola, mas em horários distintos. Tudo isso gerou dificuldades e indisponibilidade para os encontros, o que acabou fazendo com que eles desistissem de participar. Pode-se citar também a alta carga horária docente e/ou a necessidade de deslocamento por longas distâncias para chegar ao local de trabalho como fatores que podem causar desistência ou dificultar o desenvolvimento deste tipo de proposta.

Campos (2014) relata que essas dificuldades também podem estar atreladas à falta de estrutura adequada no ambiente escolar que possibilite uma aproximação e interação entre docentes, abrindo caminhos para possíveis diálogos de execução de práticas diferenciadas e interdisciplinares. A criação e disponibilidade de um espaço que possibilite essa interação pode ser, do ponto de vista estrutural, uma alternativa inicial para facilitar o desenvolvimento dessas práticas. Ressalta-se que, para que esse desenvolvimento ocorra – principalmente no momento da integração das disciplinas –, o docente deve estar disposto e ter a consciência de que necessitará aprender outros conhecimentos, implicando em um planejamento mais aprofundado, e incluir em sua rotina ciclos de estudos (COSTA, 2016). Percebe-se, então, a presença de dois fatores fundamentais para concretização da interdisciplinaridade: tempo e disposição para aprendizagem de novos conhecimentos de área(s) que o docente não atua. É bem verdade que os conhecimentos se conectam e em alguma medida se encontram ligados, não se constituindo saberes dicotômicos. Nesse sentido, Ferreira (2015, p.9) afirma que há a necessidade de "reconhecer que todas as áreas de conhecimento estão interligadas e que cabe aos docentes encontrar eixos comuns que possam ser explorados junto aos alunos, tornando as aulas mais dinâmicas e interessantes".

A elaboração e execução de propostas interdisciplinares também exigem dos docentes envolvidos uma mudança das suas práticas e posturas habituais em sala de aula. A troca de experiências sobre suas técnicas, métodos e metodologias tem potencial para tornar a fase da integração um momento de aprendizagem de conteúdos e de novas práticas pedagógicas a partir da vivência de um colega. Trata-se de momento em que há a possibilidade de trocas de informações, estímulos ao autoconhecimento sobre a própria prática docente e contribuição

para a ampliação de leituras de aspectos não desvendados das práticas cotidianas (FAZENDA, 2009; RIBEIRO *et al*, 2014).

Um outro problema significativo vivenciado neste trabalho foi com relação ao seguimento rigoroso da sequência de conteúdo do livro didático de Química, pois, para efetivar o planejamento, ela teve de ser alterada. Ressaltamos que em momento algum essa mudança trouxe prejuízos aos alunos e todos os conteúdos exigidos nos documentos escolares foram contemplados. Segundo Mangi *et al* (2016), a escola, enquanto instituição, está obrigada ao seguimento rigoroso do livro didático, especialmente quando relacionada a questões administrativas. Entretanto, para execução de propostas interdisciplinares, essa obrigação não pode se fazer presente, tendo em vista que o trabalho interdisciplinar propõe que se faça o planejamento e execução das aulas a partir de novas perspectivas e desvinculados da linearidade dos livros didáticos (MOREIRA JOSÉ, 2008).

Com relação à disciplina de Educação Física, acredita-se que trabalhar numa perspectiva interdisciplinar pode ser mais facilitado, visto que ainda não há livros didáticos específicos que estabeleçam sequências de conteúdos a serem seguidas. O que existe atualmente são livros com propostas pedagógicas que apresentam sugestões de conteúdos, metodologias e atividades, passíveis de serem utilizadas em sala de aula e que podem servir como guia orientador para os docentes. Como exemplo, pode-se citar as propostas crítico-superadora de Castellani Filho *et al* (1992), a crítico-emancipatória de Kunz (2004), a abordagem cidadã dos PCNs (BRASIL, 2001) e a concepção de aulas abertas de Hildebrandt e Laging (1986).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, constatou-se que foi possível articular e realizar a integração de conhecimentos referentes às disciplinas Educação Física e à Química, a partir de aspectos bioquímicos, culturais e sociais do corpo. Como consequência da integração, efetivaram-se estratégias de ensino interdisciplinares, as quais corroboraram com experiências relevantes aplicáveis ao cotidiano dos alunos, mostrando uma relação essencial entre os saberes das disciplinas e o contexto sociocultural. Isto só foi possível através da reconfiguração na dinâmica de todo o processo de ensino e aprendizagem, alterando-se a forma de planejamento, a sequência rígida das ementas e do livro didático, a rotina e dinâmica das aulas. Em virtude disso, os alunos puderam transitar por conhecimentos de diferentes áreas, o que possibilitou a assimilação dos conteúdos de forma mais integral e contextualizada.

Assim sendo, pode-se afirmar que desenvolver ações considerando a interconexão entre disciplinas tem a capacidade de formar o discente de maneira mais ampla e integral, contribuindo para a reflexão e transformação de questões que envolvem a sociedade de forma geral (GOES e VIEIRA JUNIOR, 2011). Portanto, ensinar numa perspectiva interdisciplinar é essencial para a construção de uma educação de qualidade e, conseqüentemente, resulta na transformação do aluno em um cidadão crítico e inovador perante sua atuação da vida em sociedade (SILVA e SANTOS, 2014).

Com base em toda a discussão desencadeada por meio deste estudo e considerando que a educação está sempre em mutação, acredita-se que o debate a respeito da interdisciplinaridade está distante de ser esgotado. Por isso, na perspectiva de uma nova implementação dessa proposta, é importante que ela seja ampliada considerando outros aspectos e contextos culturais específicos; também é relevante analisar e comparar os impactos nas disciplinas de forma individualizada e incorporar conhecimentos de outras disciplinas como a biologia, a filosofia e até a sociologia.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e à CAPES pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. L. Nível de atividade física e ingestão energética em graduandos de educação física. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 12, n. 2, p.114-118, 2013.
- AZEVEDO, E. Alimentação, sociedade e cultura: temas contemporâneos. **Sociologias**, v. 19, n. 44, p. 276-307, 2017.
- BANDEIRA, A. P. R. M.; SOUZA, A. E. F.; SOARES, R. S.; LOBO, W. G.; ROCHA, E. L. A abordagem pedagógica saúde renovada nas aulas de Educação Física escolar. **EFDeportes.com Revista Digital**, v. 19, n. 196, p.1-5, 2014.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016. 288 p.
- BECKER, M. M.; ROCHA, A. M. S. Química da digestão: uma proposta interdisciplinar no ensino de química e biologia. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, 2016. <https://revista.ufr.br/rct/article/view/2646/2032>
- BERTI, V. P. **Interdisciplinaridade: um conceito polissêmico**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- BICALHO, V. L.; MACHADO, L. R. S. O princípio da interdisciplinaridade na prática de professores da disciplina Projeto Aplicado no Instituto UNA de Tecnologia. **Educação Por Escrito**, v. 6, n. 1, p.39-53, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Educação física, terceiro e quarto ciclo**. Brasília: Secretaria da Educação Fundamental, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Curricular Comum, Proposta preliminar segunda versão**. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2016.
- CAMOZZI, A. B. Q.; MONEGO, E. T.; MENEZES, I. H. C. F.; SILVA, P. O. Promoção da Alimentação Saudável na Escola: realidade ou utopia? **Caderno de Saúde Coletiva**, v. 23, n. 1, p. 32-7, 2015.
- CAMPOS, C. F. Desafios e dificuldades na organização de uma prática pedagógica interdisciplinar: reflexão sobre uma atividade realizada no Colégio Pedro II, Campus Humaitá II. **Encontros**, v. 12, n. 23, p.57-68, 2014.
- CARVALHO, M.C.; LUZ, M. T. Simbolismo sobre "natural" na alimentação. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 1, p. 147-154, 2011.
- CARVALHO, P. H. B. **Adaptação e avaliação do modelo teórico de influência dos três fatores de imagem corporal para jovens brasileiros**. 2016. Tese (Doutorado em Psicologia) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2016.
- CASTELLANI FILHO, L; SOARES, C. L.; TAFFAREL, C. N. Z.; VARJAL, E.; ESCOBAR, M. O.; BRACHT, V. **Metodologia do ensino de Educação Física**. São Paulo: Cortez, 1992, 200p.
- COSTA, J. R. **Trabalho interdisciplinar com o uso de tecnologias da informação e comunicação em uma escola do campo**: reflexões sobre uma experiência.2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- DARIDO, S. C.; RANGEL, I. C. A. **Educação física na escola: implicações para a prática pedagógica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2008.
- FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino Brasileiro: efetividade ou ideologia**. 6ª ed. São Paulo: Loyola, 2011. 176p.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. São Paulo: Papirus, 2009. 143 p.

FERREIRA, L. S. Ensino médio integrado: possibilidades de interdisciplinaridade entre os conteúdos de História e as disciplinas da área técnica nos cursos ofertados no Campus Bento Gonçalves do Instituto Federal do Rio Grande do Sul. **Revista do Lhiste**, v. 2, n. 2, p.11-29, 2015.

GALLO, S. Transversalidade e educação: pensando uma educação não disciplinar. In: ALVES, N. e LEITE, R. **O sentido da escola**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000, p. 17-38.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, 120 p.

GÓES, F. T.; VIEIRA JÚNIOR, P. R. Reflexões iniciais sobre a educação física e a interdisciplinaridade no currículo escolar: Um estudo de caso. **Revista Formação@docente**, v. 3, n. 1, p.15-30, 2011.

HILDEBRANDT, R.; LAGING, R. **Concepções abertas no ensino da Educação Física**. Trad. Sonnhilde von der Heide. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1986. 142p.

IFRN. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. **Proposta de trabalho da disciplina de Educação Física para os cursos técnicos de nível médio integrado regular, EJA e subsequente**. Natal/RN, 2011. 378 p. Disponível em: <https://portal.ifrn.edu.br/ifrn/institucional/projeto-politico-pedagogico-1/lateral/menu-1/ptdem>

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976, 111 p.

KLEIN, J. T. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. 14ª ed. Campinas: Papirus, 2009. p. 45-75.

KOTTMANN, L.; KÜPPER, D. Gesundheitserziehung. In: GÜNZEL, W.; LAGING, R. (Hersg.) (Band I). **Neuers Taschenbuch des Sportunterrichts: Grundlagen und pädagogisches Orientierungen**. Baltmannsweliler: Schneider-Verl. Hohengehren. 1999, p. 235-252.

KUNZ, E. **Transformação didático-pedagógica do esporte**. 6ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2004. 160p.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. L. Interdisciplinaridade em Ensino de Ciências e de Matemática no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 399-420, 2007.

LEIS, H. R. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas**, v. 73, n. 1, p.1-23, 2005.

LIMA NETO, W. S. **O ensino interdisciplinar entre Física e Matemática**: Uma nova estratégia para minimizar o problema da falta dos conhecimentos Matemáticos no desenvolvimento do estudo da Física. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) - Universidade do Grande Rio Prof. José de Souza Herdy, Duque de Caxias, 2011.

LIMA, A. C. S.; AZEVEDO, C. B. A interdisciplinaridade no Brasil e o ensino de história: um diálogo possível. **Educação e Linguagens**, v. 3, n. 2, p.128-150, 2013.

LIRA, A. G.; GANEN, A. P.; LODI, A. S.; ALVARENGA, M. S. Uso de redes sociais, influência da mídia e insatisfação com a imagem corporal de adolescentes brasileiras. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 66, n. 3, p. 164-171, 2017.

MACHADO, E. P. **Do aprendiz ao Coach**: o aprendizado sobre o uso de anabolizantes entre estudantes de educação física. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

MANGI, A. C. C.; MONTEIRO, R. V.; FREIRE, S. R.; LIMA e SILVA, Y. de. Educação física e alfabetização: operacionalização de atividades interdisciplinares. **Temas em Educação Física Escolar**, v. 1, n. 1, p.130-144, 2016.

- MOREIRA JOSÉ, M. A. Interdisciplinaridade: as disciplinas e a interdisciplinaridade brasileira. In: FAZENDA, I. C. A. **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008. p. 85-95
- NOGUEIRA, N. R. Projetos versus interdisciplinaridade. In: NOGUEIRA, N. R. **Pedagogia dos projetos**. São Paulo: Erica, 2001. p. 133-1661.
- OLIVEIRA, U. **O uso de esteroides androgênicos anabolizantes entre adolescentes e sua relação com a prática da musculação**. 2012. Tese (Doutorado em Saúde da Criança e do Adolescente) - Universidade de Campinas, São Paulo. 2012.
- OLIVEIRA, V. J. M.; MARTINS, I. R.; BRACHT, V. Projetos e práticas em educação para a saúde na educação física escolar: possibilidades. **Revista da Educação Física**, v. 26, n. 2, p.243-255, 2015.
- PEREIRA, M. G. R. **A motivação de adolescentes para a prática da educação física: uma análise comparativa de instituições pública e privada**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2006.
- REHEM, C. M. **O professor da educação profissional: que perfil corresponde aos desafios contemporâneos?** Rio de Janeiro: Senac, 2016. (Boletim Técnico do Senac). 10p.
- RIBEIRO, A. P.; SENA, C. M.; BARTELMES, R. C. Proposições para a aplicação de um projeto interdisciplinar na escola: o caso do projeto das marés. **Revista Educação em Rede: Formação e Prática Docente**, v. 3, n. 4, p.1-18, 2014.
- SILVA, M. D.; SANTOS, A. A. T. A visão do discente sobre a interdisciplinaridade como m´todo de ensino. **Revista F@pciência**, v. 1, n. 10, p.1-11, 2014.
- SLADE, P. D. What is body image? **Behavior Research and Therapy**, v. 32, n. 5, p. 497-502, 1994.
- THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**. v. 39, n. 13, p. 545-598, 2008.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18ª ed. São Paulo: Cortez, 2018.
- TOMIO, B. W.; SILVA, D. da; DALCASTAGNÉ, G.; LAMAR, A. R. Os esportes radicais como conteúdo interdisciplinar no contexto escolar. **Conexões**, v. 14, n. 1, p.104-129, 2016.
- TORRES, R. A. M.; VERAS, K. C. B. B.; ABREU, L. D. P.; ARAÚJO, A. F.; SOUSA, A. C. A.; RIBEIRO, M. A. M.; COSTA, I. G. Diálogos educativos com jovens escolares sobre o uso de anabolizantes debatidos via web rádio. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 10, n. 3, p. 209-219, 2018.
- TRINDADE, D. F. Interdisciplinaridade: um novo olhar sobre as ciências. In: FAZENDA, I. C. A. **O que é interdisciplinaridade?**. São Paulo: Cortez, 2008, p. 65-84.
- VIAGRELLO, G. **História da beleza**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2006. 248p.
- WEBER, J. V.; SOARES, F. A. A.; ROCHA, J. B. A interdisciplinaridade entre as ciências e a educação física na visão de alunos do ensino fundamental e médio da rede privada. **Ciências & Ideias**, v. 4, n. 1, p.1-19, 2012.
- ZAMETKIN, A. J.; ZOON, C. K.; KLEIN, H.W.; MUNSON, S. Psychiatric aspects of child and adolescent obesity: a review of the past 10 years. **Journal of American Academy Child Adolescent Psychiatry**, v. 43, n. 2, p. 134-150, 2004.

PROPOSTA DE AULAS PRÁTICAS COTIDIANIZADAS DE QUÍMICA PARA ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO EM CONSERVAÇÃO-RESTAURAÇÃO DE BENS CULTURAIS

PROPOSAL OF EVERYDAY CHEMISTRY PRACTICAL CLASSES FOR UNDERGRADUATE STUDENTS OF CONSERVATION-RESTORATION OF CULTURAL HERITAGE

João Cura D'Ars de Figueiredo Junior¹ [joaac@eba.ufmg.br]

Camilla Henriques Maia de Camargos² [camillahmcamargos@gmail.com]

Carina Gonçalves Bessa¹ [carina.g.bessa@gmail.com]

Ana Carolina Motta Rocha Montalvão¹ [acmmontalvao@gmail.com]

Virgínia Ribeiro da Silva¹ [virna_quimica@yahoo.com.br]

1 Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

2 Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

RESUMO

A Conservação-Restauração de Bens Culturais é uma profissão interdisciplinar, envolvendo disciplinas das áreas artísticas, humanísticas e de exatas, como a Química. A formação do profissional dessa área exige um currículo interdisciplinar, no qual cada disciplina possa dialogar com as demais, pautando-se também em uma abordagem interdisciplinar. Em relação à disciplina de Química, propôs-se um curso experimental de suporte à disciplina teórica para auxiliar o aprendizado dos estudantes. O processo de produção das aulas experimentais partiu inicialmente de uma abordagem teórica na qual os pressupostos de aprendizagem significativa, cotidianização do ensino de Química e teoria de perfil conceitual foram utilizados. Os temas das aulas práticas foram escolhidos em uma abordagem interdisciplinar usando tópicos do contexto de bens culturais, como pigmentos, aglutinantes, tinta a óleo, papel, esculturas em pétreos e metal. Foram propostos experimentos químicos que permitissem conhecer as propriedades desses materiais, sua deterioração e restauração. Os tópicos foram organizados visando a uma mudança conceitual significativa pelos estudantes. A análise dos relatórios de aulas práticas e discussões em sala de aula prática e teórica permitiram observar qualitativamente uma melhor compreensão, por parte dos estudantes, da função da Química na área de Conservação – Restauração e sua importância no exercício da profissão.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação-Restauração de Bens Culturais; Ensino de Química; Cotidiano.

ABSTRACT

Conservation-Restoration of Cultural Heritage is an interdisciplinary profession which encompasses disciplines of the artistic, humanistic, and life science fields, such as Chemistry. The training of professionals in this area requires an interdisciplinary curriculum in which the disciplines can dialogue between themselves also using an interdisciplinary approach. Regarding the discipline of Chemistry, an experimental course was proposed to support the theoretical classes aiming at helping students' learning. The elaboration process of the

experimental classes started initially from a theoretical approach in which the assumptions of significant learning, teaching everyday chemistry and conceptual profile theory were used. The themes of the practical classes were chosen in an interdisciplinary approach using topics from the context of cultural heritage such as pigments, binders, oil paint, paper, stone and metal sculptures and metal. The chemical experiments were proposed in a way they would allow the understanding of the properties of these materials, their deterioration and restoration. The topics were organized aiming at a significant conceptual change by the students.

KEYWORDS: *Conservation-Restoration of Cultural Heritage; Chemistry teaching; Daily life.*

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

As realizações da humanidade, materiais e imateriais, tornam-se um registro de nossa vivência e, ao mesmo, tornam-se nosso patrimônio. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO): "O patrimônio é o nosso legado do passado, do que nós vivemos hoje e passaremos para as futuras gerações." (UNESCO, 2020). Dentro do patrimônio mundial, temos o patrimônio cultural, formado pelos bens culturais que são monumentos (obras artísticas, arquitetônicas e arqueológicas), os conjuntos (grupos de construções) e os locais de interesse (obras do homem e da natureza) (UNESCO, 1972). Esse patrimônio está sujeito a degradações naturais (como a corrosão de metais e mármore de esculturas por ação da chuva ácida ou outros agentes), sociais e econômicas, o que gera a necessidade de existir o saber, técnicas e profissionais dedicados à sua conservação para que eles possam ser passados para as futuras gerações.

Em 2008, foi criado, na Universidade Federal de Minas Gerais, o bacharelado em Conservação e Restauração de Bens Culturais, que é ofertado pelo Departamento de Artes Plásticas da Escola de Belas Artes. A Conservação é definida, de acordo com o Conselho Internacional de Museus – Comitê de Conservação (ICOM-CC), como:

A Conservação consiste em todas as medidas e ações destinadas a salvaguardar o patrimônio cultural tangível e, ao mesmo tempo, garantir sua acessibilidade às gerações presentes e futuras. Conservação abrange conservação preventiva, conservação e restauração corretiva. Todas as medidas e ações devem respeitar o significado e as propriedades físicas do item de patrimônio cultural (ICOM-CC, 2020, Tradução nossa)¹.

O profissional formado por esse curso é responsável pelos procedimentos de conservação e restauração que permitem a manutenção do máximo de significado de um bem cultural material atendendo às necessidades e orientações discutidas pela UNESCO (ECCO, 2011). Esses procedimentos não são triviais, porque o bem cultural, quando percebido em toda sua integridade e, principalmente, quando é contemplado como um objeto que representa o passado e será mantido como legado para as próximas gerações, torna-se complexo. Essa complexidade consiste na sua divisão em aspectos histórico, estético e material, que são uma aproximação simples da teoria de Cesare Brandi, que foi um dos teóricos da Conservação–Restauração (KÜHL, 2007). A formação do conservador – restaurador é então interdisciplinar, pois esse profissional deve lidar com saberes de diversas áreas em função dos aspectos do bem cultural. O aspecto estético é abordado pelas Artes e Filosofia. O aspecto histórico é tratado pela disciplina de História, mas também contempla a Sociologia, e, por fim, o aspecto material é abordado, em sua maior parte, pela Química, recebendo também contribuições da área de Ciências Biológicas, Física e Engenharias. O restaurar, em si, não

¹ Conservation - all measures and actions aimed at safeguarding tangible cultural heritage while ensuring its accessibility to present and future generations. Conservation embraces preventive conservation, remedial conservation and restoration. All measures and actions should respect the significance and the physical properties of the cultural heritage item.

consiste apenas em usar materiais para resolver danos em obras danificadas, o que presumiria apenas um conhecimento de suas propriedades. Como esses materiais interferem na estética da obra ou mudam sua história, ou seja, as alterações que esta sofreu durante sua existência, eles não devem ser analisados apenas por suas propriedades químicas e físicas para o restauro. Para exemplificar esta parte, podemos citar a situação dos produtos de corrosão, pátinas, formadas em obras em metal. Caso essas pátinas sejam passivadoras, que reduzem ou impedem a corrosão, o conservador-restaurador decide por mantê-las na obra pela proteção química e pela estética do "antigo" que fornecem às obras. Por isso é comum ver obras restauradas em bronze com uma coloração esverdeada oriunda da pátina passivadora. Em obras em que a pátina não é passivadora, permitindo o avanço do processo de corrosão, o restaurador decide por removê-la e aplicar produtos que venham a inibir a corrosão posterior da obra.

O currículo do curso de Conservação-Restauroação reflete as necessidades presentes na formação do profissional e é por isso também interdisciplinar. Ele é tema de discussão de diversos órgãos ligados à preservação do patrimônio cultural. Um desses é o ICOM-CC, que definiu, em 1984, pela primeira vez, a definição da profissão de Conservador-Restaurador em nível internacional. Outra instituição importante para a formação do profissional é a European Confederation of Conservator-Restorers' Organisations (E.C.C.O.), que foi estabelecida em 1991 para promover a educação e pesquisa em Conservação-Restauroação. Em 1997, considerando as premissas e diretrizes da E.C.C.O., foi fundada a European Network for Conservation-Restoration Education (ENCoRE), que possui, entre suas funções, a harmonização da educação em Conservação-Restauroação em nível universitário e equivalente (ENCORE, 2014). Todos esses órgãos baseiam muitas das suas atividades no Documento de Pavia², que recomenda várias ações para o profissional da área, entre elas: "o desenvolvimento da troca interdisciplinar entre os conservadores-restauradores e os expoentes das áreas de humanidades e ciências naturais tanto no ensino quanto na pesquisa" (ENCORE, 1997, Tradução nossa)³.

Para que a interdisciplinaridade seja bem conduzida, as disciplinas do curso devem dialogar umas com as outras e procurar vislumbrar, em alguns momentos, os diversos aspectos da obra de arte. Dessa forma, a disciplina de Química, que consiste no foco deste artigo, deve apresentar uma abordagem interdisciplinar. Além de essa abordagem ser uma demanda do curso de Conservação-Restauroação, ela é necessária para esta disciplina em qualquer nível de ensino, já que a Química é, em si, considerada de muito difícil aprendizagem por parte dos estudantes. De acordo com Bulte (2006, p.1063), "muitos estudantes experimentam o currículo de Química como abstrato, difícil de aprender e não relacionado ao mundo em que eles vivem (Tradução nossa)"⁴.

Na grade curricular do curso de Conservação Restauroação há uma disciplina teórica criada com a abordagem interdisciplinar. A disciplina é denominada Fundamentos Científicos da Restauroação e lida com as propriedades químicas de materiais artísticos e de restauroação para a sua compreensão em si, assim como de seus processos de deterioração e restauroação. A compreensão da deterioração em termos de suas reações químicas permite ao restaurador controlar os reagentes e variáveis que levam ao processo. Por exemplo, pode-se citar o amarelecimento de vernizes baseados em resinas terpênicas, como damar e copal. O processo

² O Documento de Pavia consiste em um conjunto de orientações para a formação do profissional de Conservação – Restauroação. Entre estas orientações encontram-se a interdisciplinaridade, a formação dos profissionais em nível universitário, o balanço entre prática e teoria no ensino e a pesquisa acadêmica. O documento vislumbra o ensino na Europa mas suas orientações podem ser seguidas mundialmente.

³ The development of interdisciplinary exchange between conservator-restorers and exponents of the humanities and the natural sciences both in teaching and in research.

⁴ Many students experience the chemistry curriculum as abstract, difficult to learn, and unrelated to the world in which they live.

trata de uma fotooxidação que pode ser atenuada pela exibição das obras com esses vernizes em ambiente com iluminação controlada, o que é muito comum em museus, ou ainda pela adição de antioxidantes na formulação dos vernizes (FIGUEIREDO, 2012).

Os tópicos abordados na disciplina são assuntos como: solventes aplicáveis em rotinas de restauração como a limpeza de obras de arte; reações de polimerização e de deterioração de materiais pictóricos (tintas e pigmentos), de vernizes e de materiais celulósicos (papel – documentos, desenhos e pinturas); estrutura e reações de deterioração de materiais pétreos (esculturas e objetos em pedra sabão, mármore); conformação e reações de corrosão de metais (esculturas e objetos em metal).

Para que o ensino de Química seja o mais significativo possível, os tópicos discutidos não são organizados por tópicos de Química em si, mas, sim, pelos materiais empregados em arte e restauro, como tintas, vernizes, adesivos, papel, rochas e metais para esculturas. Dentro de cada um desses tópicos, a Química necessária à compreensão de cada material é abordada, por exemplo, a Química de Polímeros para tintas ou a Eletroquímica para obras de arte em metal. Como em sua maioria os estudantes buscam o curso de Conservação–Restauração pela sua forte identidade com as Artes e, ademais, como o currículo da graduação contempla uma disciplina denominada “Técnica e Materiais de Bens Culturais”, que é uma disciplina lecionada no primeiro período, propõe-se que os materiais de arte fazem parte de um saber prévio. Essa abordagem está de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel (BRAATHEN, 2003), que prevê maior probabilidade de o ensino ser mais significativo ao considerar o saber prévio do aluno, conhecimento subsunçor (GUIMARÃES, 2009). No processo dessa abordagem ocorre a mudança conceitual do saber prévio do estudante pela soma dos novos saberes, no nosso caso os conceitos químicos. Três níveis do status dessa mudança conceitual podem ser racionalizados pelo método de Hewson ampliado por Braathen (BRAATHEN, 2003), a saber: Inteligibilidade, Plausibilidade e Utilidade. Na Inteligibilidade, o estudante entende o que o educador fala, ele adquire conceitos com pouca interligação entre si e os subsunçores. Na Plausibilidade, o aprendizado é mais significativo, pois há um maior número de conceitos interligados. Na Utilidade, o estudante percebe uma utilidade para o que está aprendendo e se torna apto a aplicar o conhecimento aprendido. Isto ocorre devido a uma boa conexão entre os conceitos aprendidos e os subsunçores e consiste no ideal do ensino de Química na Conservação–Restauração, já que se pretende que o profissional dessa área seja capaz de interagir com os bens culturais sabendo avaliar a deterioração e métodos de restauro com base no comportamento da matéria da qual é feito.

Mesmo com a abordagem significativa, a disciplina de Fundamentos Científicos da Restauração é completamente teórica, sem qualquer experimentação em toda sua extensão. Todos os conceitos de Química são abordados através de modelos, teorias e linguagem química. Isso consiste em um problema no ensino, porque a fenomenologia química pode ser considerada muito abstrata se for discutida apenas através da linguagem científica. Roque (2008) afirma que:

As dificuldades de aprendizagem da linguagem da química estão associadas à distinção em relação à linguagem comum, à sua especificidade quase hermética e, muito provavelmente, às dificuldades em se estabelecer as necessárias relações entre os entes químicos do mundo microscópico e do macroscópico (ROQUE, 2008, p.922).

É importante também trazer a esta discussão a noção de que a linguagem química é repleta de signos. Sendo todo signo uma soma de seu significante (forma gráfica) e seu significado (conceito), podemos observar que muitos significados em Química podem ser percebidos na experimentação. Desse modo, a experimentação é fundamental para um bom aprendizado, além de ela despertar interesse no aluno independente de seu nível de

aprendizagem, seja pela curiosidade inata do ser humano, seja por seu caráter lúdico (GIORDAN, 1999).

Em relação às próprias diretrizes do ENCORE (2014), há a necessidade de essa experimentação se encontrar presente na formação do Conservador–Restaurador, com enfoque nos materiais constituintes do patrimônio cultural.

Como uma prática de conservação-restauração envolve a aplicação direta e indireta da ação física com respeito aos objetos do patrimônio cultural, é necessário gerar, como uma parte essencial do processo educacional, experiências práticas em relação aos objetos originais assim como estudos práticos das propriedades e interação dos seus constituintes materiais (ENCORE, 2014, p.5, tradução nossa)⁵.

Desse modo, pode-se inferir que uma abordagem dos experimentos a partir do cotidiano do trabalho da Conservação – Restauração atende às diretrizes do ENCORE, assim como auxilia na melhoria da aprendizagem, despertando o maior interesse dos alunos, de acordo com Santos e Mortimer (1999).

Sobre o interesse dos alunos, podemos destacar também, no discurso dos professores, que há uma forte correlação entre motivação do aluno e estudo de aspectos do cotidiano. Neste sentido, podemos perceber que apesar de a abordagem de conceitos científicos relacionados aos fatos do cotidiano não necessariamente resultar no aprofundamento da formação para a cidadania, ela significa um avanço em relação às práticas pedagógicas tradicionais, ao propiciar um maior envolvimento do aluno, o que pode levá-lo a um melhor rendimento escolar (SANTOS E MORTIMER, 1999, p.6).

A estratégia de se usar o cotidiano no Ensino de Química também faz parte da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Ao usar temas de Química do dia a dia, a apreensão do conhecimento pelo estudante pode ser facilitada.

Nesta perspectiva, a abordagem CTS, que retrata aspectos da Ciência, Tecnologia e Sociedade, visa contribuir para a formação do estudante cidadão, propiciando uma mudança na forma de pensar e abordar os conhecimentos científicos dentro da sala de aula, aproximando-os da vida real que acontece no dia a dia (CASTRO e MIRANDO JUNIOR e LIU, 2019, P.193).

Em virtude do que foi discutido acima, esta pesquisa tem a seguinte pergunta norteadora: "Pode-se obter uma aprendizagem significativa de Química, para estudantes de Conservação–Restauração, tendo o auxílio de atividades práticas cotidianizadas?". Desse modo, o objetivo da pesquisa consistiu na criação de uma disciplina prática interdisciplinar de Química, com ênfase em procedimentos de conservação e restauro, em materiais constituintes do patrimônio cultural e que acompanhasse a disciplina teórica de Fundamentos Científicos da Restauração. Essa disciplina foi denominada Laboratório de Fundamentos Científicos da Restauração. Os pressupostos para a sua criação foram norteados pelo que foi discutido anteriormente. Procurou-se que os diversos conceitos a serem aprendidos devessem: abordar de forma interdisciplinar tópicos curriculares voltados para a formação do profissional e contemplar o conhecimento prévio dos estudantes. Algo importante a ser discutido a respeito desse conhecimento prévio é o de que este se encontra, muitas vezes, nas áreas de Artes e Conservação–Restauração e apresenta discussões diferentes da área de Química. Esses

⁵ As conservation-restoration practice involves the application of direct or indirect physical action with respect to objects of cultural heritage, it is necessary to deliver, as an essential part of the educational process, practical experiences in relation to original objects as well as practical studies of the properties and interactions of their constituting materials.

conceitos podem entrar em conflito, gerando obstáculos à aprendizagem. Um modo de evitar esse conflito consiste em harmonizar os conceitos, ou seja, permitir que o estudante saiba trabalhar com eles dentro de um perfil conceitual de Mortimer:

O perfil conceitual toma por base a ideia de que as pessoas podem exibir diferentes formas de ver e representar a realidade a sua volta e que a construção de novas ideias possa ocorrer independentemente das idéias [sic] prévias. Cada uma das zonas no perfil pode estar relacionada com uma perspectiva filosófica específica, baseada em diferentes compromissos epistemológicos e características ontológicas também distintas (AMARAL e MORTIMER, 2001, p.11).

Cada conceito assume uma região no perfil conceitual chamada de "Zona Conceitual". O cuidado é não tentar impor o saber da Química com os das áreas de Artes e Conservação-Restauroação, mas permitir uma interação dialógica e interativa que leve à aprendizagem do saber químico. Ainda, de acordo com Amaral e Mortimer (2001):

Assim a estruturação das ideias através de um perfil conceitual poderá facilitar ao aluno a compreensão de que os conceitos foram pensados de maneiras diferentes no curso de seu desenvolvimento e que podem ser compreendidos diferentemente em contextos diversos (AMARAL e MORTIMER, 2001).

Trabalhou-se, então, com a premissa de que dentro do perfil conceitual do estudante de Conservação-Restauroação haveria uma zona conceitual artística, outra de Conservação-Restauroação e outra Química, além de outras inerentes a cada indivíduo.

METODOLOGIA E RESULTADOS

A pesquisa desenvolvida foi qualitativa, caracterizando-se como bibliográfica na revisão da literatura com roteiros de práticas de Química. Apresentou caráter descritivo ao analisar as percepções dos estudantes em relatórios destes das aulas práticas assim como em discussões nas aulas (Silveira e Gerhardt, 2009). Os relatórios foram fontes de dados por possuírem questionários dos conteúdos lecionados além de itens, como discussão dos resultados e conclusão, que faziam parte deles. Foram analisadas a presença de termos químicos para a explicação de fenômenos macroscópicos assim como a presença de relações de causalidade. Os estudantes que tiveram as aulas práticas faziam parte do terceiro período do Bacharelado em Conservação e Restauroação de Bens Culturais.

O levantamento bibliográfico foi realizado em textos com experimentos para aulas práticas de Química como Bogford e Summerlin (1998), Metrohm (2017), Ferreira e Cristóvão e Candeias (2003), Mateus (2001) e Gentil (2003) e de informações sobre os materiais de bens culturais como Mills e White (1994) e Mayer (1999). A produção das aulas práticas passou por três momentos: escolha do tema, escolha e cotidianização dos experimentos e, o último, adaptação dos experimentos. Todos os tópicos discutidos foram organizados na forma de apostila, que é distribuída aos alunos no início da disciplina.

Escolha do tema

A escolha do tema passou pelo critério de materiais estudados no curso teórico de Fundamentos Científicos da Restauroação. Foram escolhidos: pigmentos, aglutinantes, óleos secativos (pintura a óleo), papel, materiais pétreos e metais. Cada um dos temas é apresentado inicialmente, discutindo-se suas propriedades como materiais artísticos e de restauro (o material é considerado artístico quando é empregado na construção da obra de arte e é considerado de restauro quando é empregado para tratar danos). Nessa discussão,

procura-se ilustrar obras artísticas feitas dos materiais e também mostrar danos que elas sofreram. Este momento busca o conhecimento subsunçor do estudante e todo o cuidado de discussão dialógica e interativa para a construção da zona conceitual química, como discutido na introdução deste artigo. Em um segundo momento, apresentam-se as propriedades desses materiais do ponto de vista químico, seguindo com reações de deterioração e processos de restauro. Por fim, apresentam-se os experimentos que serão realizados e como estão relacionados a toda discussão.

Como exemplo do trabalho com o perfil conceitual dos alunos pode-se citar a prática de "óleos secativos". Essa prática começa com um texto explicando a técnica de pintura a óleo, quando os artistas começaram a empregá-la e por que eles denominaram um conjunto de óleos como secativos. Aqui há uma particularidade interessante no conceito artístico de "óleo secativo". Ele surge na história quando se observou que alguns óleos mudavam de fase líquida para sólida, ao que os artistas atribuíam como uma secagem, ou seja, perda de solvente. O que realmente ocorre é uma polimerização (MILLS, 1994) devido à presença de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente os ácidos linoleico e linolênico em alguns óleos, como o de linhaça. Essa discussão é apresentada aos estudantes de modo que o conceito de "óleo secativo" fizesse parte da zona conceitual artística e o conceito de "polimerização" fizesse parte da zona conceitual química. A divisão em zonas conceituais foi realizada pelo professor e não pelos estudantes em si. Ainda na discussão, apresentou-se que a "secagem" trabalha com as diferentes fases do óleo e que a "polimerização", além de explicar também as diferentes fases, se estende para explicar danos de deterioração das tintas a óleo, como a formação de leves fraturas nas pinturas (craquelês) que podem evoluir para desprendimento de tinta da obra. As fraturas surgem porque a polimerização gera redes poliméricas tridimensionais, altamente reticuladas, que tornam os filmes de tinta extremamente rígidos e quebradiços. Observa-se também que, devido à construção do perfil conceitual, há uma contribuição ao aspecto significativo e se espera que os vários conceitos contribuam para que a mudança conceitual alcance o nível de utilidade de Hewson e Braathen, como também foi discutido na introdução deste artigo.

A escolha dos temas também buscou visualizar as propriedades químicas discutidas teoricamente e que poderiam ser trabalhadas em aula, considerando a facilidade de execução e o tempo de uma aula experimental. De acordo com Guimarães (2009), as práticas podem ser voltadas para a visualização ou resolução de problemas. Optamos pelas duas abordagens na seleção, mas foi dada mais ênfase ao aspecto da visualização. O quadro 1 mostra os tópicos de Conservação – Restauração e de Química que são abordados em cada aula.

QUADRO 1 – Tópicos de Conservação – Restauração e de Química abordados em cada aula prática

| TÓPICO GERAL | TÓPICOS DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO | TÓPICOS DE QUÍMICA | EXPERIMENTOS |
|--------------|---|--|--|
| Pigmentos | <ul style="list-style-type: none"> - Poder de cobertura; - Tintas; - Propriedades óticas de tinta. | <ul style="list-style-type: none"> - Reações de precipitação; - Medidas de sólidos e líquidos; - Filtração simples e a vácuo. | <ul style="list-style-type: none"> - Obtenção do pigmento Malaquita; - Obtenção do pigmento Azul da Prússia; - Preparação de tinta à têmpera de ovo. |
| Aglutinantes | <ul style="list-style-type: none"> - Função dos aglutinantes nas tintas, flexibilidade, rigidez e relação com a deterioração. - Aglutinantes sintéticos e naturais. | <ul style="list-style-type: none"> - Polímeros e reação de polimerização por condensação; - Ligações cruzadas de cadeias poliméricas. | <ul style="list-style-type: none"> - Obtenção de espuma de poliuretano; - Obtenção de poliéster linear e reticulado; - Obtenção de polímero natural: caseína. |

| | | | |
|---------|--|--|---|
| Óleos | <ul style="list-style-type: none"> - Tintas a óleo: propriedades e deterioração; - Formação de craquelês e desprendimento de pinturas de óleos; - Limpeza e remoção de tintas à óleo. | <ul style="list-style-type: none"> - Insaturação em compostos orgânicos; - Reação de polimerização por adição; - Catálise; - Índice de iodo; - Saponificação. | <ul style="list-style-type: none"> - Saponificação de óleos; - Óleo secativo na presença de um secante de cobalto (catalisador); - Avaliação qualitativa de insaturações: reação com iodo. |
| Papel | <ul style="list-style-type: none"> - Produção do papel: processo Kraft; - Lignina como agente de deterioração; - Amarelecimento do papel; | <ul style="list-style-type: none"> - Carboidratos; - Ácidos e bases; - Hidrólise; - Foto oxidação; - Ligação de Hidrogênio inter e intramoleculares; | <ul style="list-style-type: none"> - Obtenção do papel a partir de madeira; - Amarelecimento do papel; - Água no papel. |
| Pétreos | <ul style="list-style-type: none"> - Decaimento salino; - Deterioração de rochas carbonáticas por chuva ácida; - Consolidação por água de cal. | <ul style="list-style-type: none"> - Formação de cristais; - Soluções saturadas; - Carbonatação; - Chuva ácida. | <ul style="list-style-type: none"> - Deterioração por Decaimento Salino: Recristalização; - Deterioração por meio ácido; - Consolidação de pétreos por água de cal. |
| Metais | <ul style="list-style-type: none"> - Corrosão metálica; - Inibidores de corrosão. | <ul style="list-style-type: none"> - Reações de oxirredução; - Potenciais padrão de redução; - Cinética química. | <ul style="list-style-type: none"> - Deterioração de Metais por Oxi-Redução; - Inibidores de Corrosão para Proteção de Obras em Metal. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Escolha e Cotidianização dos Experimentos

Após o primeiro momento, tem início a escolha e cotidianização dos experimentos, quando há uma seleção de práticas que possam atender aos temas escolhidos. Uma leitura do quadro 1 permite observar que todos os tópicos de Química apresentados podem ser estudados a partir de práticas já utilizadas em aulas experimentais. O importante é selecionar aquelas que possam ser cotidianizadas na Conservação – Restauração, ou seja, como apresentado na introdução, que possam fazer referência direta aos tópicos dessa disciplina.

Um exemplo de cotidianização foi o que utilizou uma reação de carbonatação na prática de "Materiais Pétreos". Esculturas em mármore ou dolomita podem deteriorar através de um processo chamado de decaimento salino (FIGUEIREDO JUNIOR, 2012) que é comum também em edificações. Esse processo consiste na entrada de soluções salinas supersaturadas nos materiais pétreos através de ação capilar. Uma vez dentro desses materiais, ocorre a recristalização dos sais que geram pressão suficiente para causar fraturas internas. O processo pode avançar ao ponto no qual as obras perdem resistência mecânica e quebram. Na Restauração, as fraturas internas nesses materiais são preenchidas com dispersões ou pastas de hidróxido de cálcio que carbonatam em reação com dióxido de carbono atmosférico. Na prática, os alunos são cotidianizados com este procedimento de restauração e realizam o procedimento de fornecer dióxido de carbono da exalação da respiração pelo simples ato de borbulhar com a boca e um canudo em uma solução de hidróxido de cálcio a fim de observarem a precipitação de carbonato de cálcio.

Um segundo exemplo dessa proposta é o que ocorreu com o experimento conhecido como tinta invisível. Este consiste em se escrever, ou desenhar, em uma folha de papel com uma solução de ácido fraco, como ácido acético, que é a tinta invisível. Após a secagem da solução, o texto e/ou desenho não é mais visto, tornando-se "invisível". Por fim, a folha de papel é aquecida, o que pode ser feito sobre uma chapa térmica ou ferro de passar roupa, e

o texto e/ou desenho se torna visível por conta da mudança de coloração do papel, passando de branco para marrom. O que ocorre é a transformação inicial da celulose em hidrocélulose por hidrólise ácida com a solução de ácido fraco. No segundo momento, o aquecimento, a hidrocélulose é oxidada à oxicélulose responsável pela cor marrom (FIGUEIREDO, 2012). O aquecimento acelera a reação e ocorre preferencialmente com hidrocélulose em relação à celulose. Para a prática proposta para o curso de Conservação–Restauração, o experimento não é citado como “tinta invisível”, mas, sim, abordado como “amarelecimento do papel”, que faz parte do conhecimento subsunçor do estudante de Conservação–Restauração habituado com o estado de documentos e obras em papéis envelhecidos. O interessante desse tipo de abordagem é que, durante as aulas, alguns alunos se lembram do experimento da “tinta invisível” e questionam se este é o mesmo experimento. A mudança de enfoque gera uma nova visualização do experimento.

Um último exemplo de cotidianização é o da prática sobre papel que tem a celulose como substância química em estudo. Nessa prática, o texto introdutório discute a conservação de obras e documentos em papel e a diferença de estado de conservação dependente da fonte deste: trapo (tecido feito de algodão) e linho ou madeira. O papel obtido de madeira é mais deteriorado do que o papel de trapo ou linho devido à presença de lignina, cujo teor era muito significativo em documentos e obras de arte mais antigas (FIGUEIREDO, 2012). A prática escolhida foi a produção de papel a partir de serragem. Ela consistiu em uma simulação do processo industrial Kraft (BOGFORD, 1988) que se baseia na desagregação dos constituintes da madeira, para a obtenção da celulose, através da reação com hidróxido de sódio e sulfeto de sódio. Como o sulfeto de sódio é uma substância de uso controlado e de risco à saúde, nós o substituímos por tioureia, que é uma fonte de sulfeto em meio básico.

Entre todas as etapas do processo Kraft, pode-se citar a obtenção do licor negro após a reação com o licor branco (solução de hidróxido e sulfeto de sódio). Esse licor negro é rico em componentes da madeira, entre esses a lignina. Sendo assim, a prática permite aos estudantes compreenderem a diferença química na constituição do algodão e madeira e a compreensão do processo de separação que acabava por deixar o papel com um teor apreciável de lignina, o que resultou no avançado grau de deterioração de obras e documentos de papel feitas a partir de madeira antes dos meados do século XX (FIGUEIREDO, 2012).

Adaptação dos Experimentos

O último momento de produção das aulas, a adaptação dos experimentos, ocorre apenas em algumas situações. Nessa etapa houve a necessidade de se alterar procedimentos já comuns em aulas experimentais para atender os tópicos de Conservação–Restauração, assim como adequar ao tempo das aulas experimentais. Na prática de óleos secativos há um exemplo da adaptação de experimentos. A polimerização dos óleos “secativos” depende das suas insaturações. Uma medida da insaturação de um óleo pode ser dada pelo índice de iodo.

O índice de iodo (IV) é uma medida do número total de ligações duplas presentes em gorduras e óleos. É expressado como o “número de gramas de iodo que reagirá com as ligações duplas em 100 gramas de gorduras ou óleos”. (METROHM, 2017).

Todo o procedimento para a medida do índice de iodo necessita de um bom treino de técnicas laboratoriais, assim como demanda um tempo de aula experimental que extrapolaria os objetivos da aula prática que visa observar outras qualidades dos óleos. O aspecto quantitativo vai além do objetivo da aula, que era visualizar a presença de insaturações como propriedade para a polimerização. Desse modo, o procedimento de índice de iodo foi simplificado para atender um caráter qualitativo. No experimento proposto, utiliza-se um óleo secativo e não secativo com uma solução de lugol e adição de amido como indicador. O

resultado obtido é a presença de coloração azulada do complexo amido-iodo no óleo não secativo indicando iodo em excesso e nenhuma alteração de cor no óleo secativo indicando a total reação do iodo com as insaturações. O resultado desse ensaio permite aos alunos reconhecer a presença de insaturações no estado final dos óleos e associá-las à polimerização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se, qualitativamente, a melhora do processo ensino-aprendizagem pelos estudantes, nos relatórios redigidos e nas discussões em sala de aula, tanto prática quanto teórica. Houve um aprimoramento no uso de termos químicos corretamente associados aos seus significados, assim como uma melhor compreensão de causalidade entre aspectos microscópicos e macroscópicos. Em relação à prática de óleos secativos, por exemplo, uma estudante afirmou, após a prática, que ela acreditava que se "adicionava alguma coisa ao óleo para ele secar (polimerizar)". O importante aqui é que a mesma aluna já havia estudado o tema na aula teórica e, somente após a prática, percebeu a polimerização do óleo como uma propriedade química das suas insaturações. Aspectos microscópicos como as insaturações se tornaram mais factíveis para os alunos. Outro exemplo ocorreu na prática de materiais pétreos, na qual uma estudante disse se sentir "surpresa" ao perceber como a velocidade de deterioração de uma escultura em mármore pode ser lenta devido à superfície de contato. Nessa prática, os estudantes fizeram a reação de uma peça de mármore, carbonato, com ácido clorídrico e, na sequência, fizeram a mesma reação com pó de mármore, observando que o desprendimento gasoso foi mais vigoroso no segundo momento. A estudante terminou por concluir "porque as obras ficam no relento e ninguém toma uma atitude até que ela esteja destruída: a reação é lenta e só se percebe seus efeitos a longo prazo."

Os pressupostos teóricos de aprendizagem significativa, perfil conceitual e cotidianização foram norteadores da produção das aulas práticas. Como previsto por esses pressupostos teóricos, estas aulas da disciplina Laboratório de Fundamentos Científicos da Restauração corroboraram para o aprendizado significativo dos conteúdos ministrados, o que foi observado qualitativamente pelo comportamento dos estudantes que se mostraram mais seguros com os tópicos de Química lecionados e apresentaram um melhor desempenho na disciplina teórica. A organização das práticas de acordo com esses pressupostos também foi fundamental para uma estrutura sistematizada das mesmas.

Por fim, a elaboração de uma disciplina de Química, em nível universitário, para um curso cujo profissional depende dessa disciplina, mas que recebe grande resistência dos estudantes, principalmente nos períodos iniciais, é desafiadora. O desafio, porém, pode ser trabalhado através das experiências de outros educadores que deixaram um legado de teorias de ensino que facilitam o processo.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. . Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. In: **III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2001, Atibaia. III ENPEC - Atas, 2001. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/iii-enpec/o123.htm>. Último acesso em: 16 de abril de 2020
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 1(3). Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4154>. Último acesso em: 16 de abril de 2020
- KÜHL, B. Cesare Brandi e a teoria da restauração. **Pós. Revista Do Programa De Pós-Graduação Em Arquitetura E Urbanismo Da FAUUSP**, (21), 197-211. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v0i21p197-211>

BOGFORD, C. L.; SUMMERLIN, L. R. **Chemical activities: teacher edition**. Washington: American Chemical Society, 1988.

BRAATHEN, C. O processo de ensino aprendizagem em disciplinas básicas do terceiro grau. Belo Horizonte. **Educação & Tecnologia**, v.8, n.1, p.34-41, jan./jun. 2003. Recuperado de: <https://periodicos.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/53/47>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

CASTRO, Maria do Carmo de; MIRANDO JUNIOR, Pedro; LIU, Andrea Santos. Abordagem CTS: Uma Análise dos Anais dos Encontros Nacionais de Ensino de Química, de 2012 a 2018. **Revista Ciências & Ideias**, v.10, n. 3, p. 191 – 205, 2019. Recuperado de: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1175>. Último acesso em: 15 de janeiro de 2021

ECCO. **Competences for acces to the conservation-restoration profession**. Suíça, 2011. Disponível em: http://www.ecco-eu.org/fileadmin/assets/documents/publications/ECCO_Competences_EN.pdf . Último acesso em: 16 de abril de 2020

ENCORE. **The Document of Pavia**. 1997. Disponível em: <http://www.encore-edu.org/Pavia.html?tabindex=1&tabid=188>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

ENCORE. **On Practice in Conservation Restoration Education**. Dinamarca. 2014. Disponível em: <http://www.encore-edu.org/PracticePaper2014.html>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

FERREIRA, T.; CRISTOVÃO R., CANDEIAS A.E. Síntese e caracterização de pigmentos, um projecto laboratorial de Química na Arte. **Química – Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**. n. 90, p.61-64, set. 2003. Recuperado de: <https://www.spq.pt/magazines/BSPQuimica/615/article/30001152/pdf>

FIGUEIREDO JUNIOR, J.C.D. Química aplicada à conservação e restauração de bens culturais: Uma introdução. Belo Horizonte: São Jerônimo, 2012.

GENTIL, V. **Corrosão**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2003.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. São Paulo. **Química Nova na Escola**, n. 10, p.43-49, nov. 1999. Recuperado de: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. São Paulo. **Química Nova na Escola**, v.31, n. 3, ago. 2009. Recuperado de: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf. Último acesso em: 16 de abril de 2020

ICOM-CC. **Terminology to characterize the conservation of tangible cultural heritage**. 2020. Disponível em: http://www.icom-cc.org/242/about/terminology-for-conservation/#.Xo5Sn_1KjIU. Último acesso em: 16 de abril de 2020

MATEUS, A. L. **Química na cabeça**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.

Mayer, R. **Manual do Artista de Técnicas e Materiais**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

METROHM. **Aplicação de titulação termométrica: determinação direta do índice de iodo (IV) em óleos e gorduras**. 2017. Disponível em: <https://www.metrohm.com/pt-br/empresa/noticias/news-iodine-value-in-fats-and-oils/>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

MILLS, J.S; WHITE, R. **The organic chemistry of museum objects**. London: Butterworth-Heiemann, 1994.

ROQUE, N.F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. São Paulo. **Química Nova**, v.31, n.4, p. 921-923, abr. 2008. Recuperado de:

http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol31No4_921_33-ED08026.pdf. Último acesso em: 16 de abril de 2020

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. A Dimensão social do ensino de Química: um estudo exploratório da visão de professores. In: **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1999, Valinhos. II ENPEC - Atas, 1999. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/A57.pdf>. Último acesso em: 08 de dezembro de 2020

SILVEIRA, Denise Tolfo; GERHARDT, Tatiana Engel (eds.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Recuperado de: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Último acesso em: 07 de dezembro de 2020.

UNESCO. **A Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural**. 1972. Disponível em: <https://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>. Último acesso em: 16 de abril de 2020

UNESCO. **World Heritage**. 2020. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/about/>. Último acesso em: 16 de abril de 2020



Revista
Ciências & Ideias

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE ENSINO PARA O CONCEITO DE OXIRREDUÇÃO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

CONSTRUCTION OF A TEACHING MODEL FOR THE OXIRREDUCTION CONCEPT WITH LOW-COST MATERIALS

Edvaldo Nóbrega Gaião [edvaldo.nobrega@gmail.com]¹

João R. R. Tenório da Silva [joao.ratis@ufpe.br]²

¹Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Unidade Acadêmica de Serra

²Professor da Universidade Federal de Pernambuco/ *Campus* do Agreste

RESUMO

Neste artigo propomos um modelo de ensino para o conceito de oxirredução. O modelo proposto foi construído com a utilização de materiais de baixo custo e facilmente encontrados em papelarias e outros estabelecimentos comerciais, fundamentado na analogia de uma balança mecânica de dois pratos, na qual a partir da manipulação de esferas os alunos possam visualizar a transferência de elétrons acompanhando o deslocamento de um ponteiro indicador que permite mostrar se ocorre a oxidação ou redução. O modelo de ensino apresenta algumas limitações, que devem ser explicitadas aos alunos, de forma que não sejam reforçadas concepções errôneas. Dessa forma, deve ser pontuado que o modelo de ensino aqui proposto não é capaz de mostrar que numa reação de oxirredução existem duas substâncias interagindo (agentes redutor e oxidantes), mas demonstra de forma clara e visual a perda ou ganho de elétrons por um elemento. Assim, apresentamos uma discussão que considera aspectos fenomenológicos que o modelo em questão não contempla. Ademais, sugerimos a utilização do presente modelo com turmas do ensino médio ou fundamental, quando da abordagem de reações REDOX.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem. Modelo de ensino. Analogia. Balança.

ABSTRACT

In this paper we propose a teaching model for oxirreduction concept teaching. The proposed model was built with low-cost materials and easily found in stationery stores and other commercial establishments, based in the analogy mechanical balance of two-plate, in which from manipulation of spheres, students can visualize electrons transference following the shift of an indicator pointer that allows to show whether oxidation or reduction occurs. This teaching model presents some limitations, which must be explained for students, in a way that do not reinforce conceptual errors. In this way, it must be highlighted that the model is unable to show that in an oxiredution reaction there are two substances interacting (reduction and oxidising agents), but it is able to show in a simple and visual way the loss or gain of electrons by chemical species. Thus, we suggest a discussion considering, also, phenomenological aspects that the model does not contemplate. We suggest the use of this model in high school or elementary classes, when approaching REDOX reactions.

KEYWORDS: Modeling. Teaching model. Analogy. Balance.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química no Brasil vem passando por diversas mudanças, motivadas por pesquisas que mostram que métodos de ensino tradicionais não dão mais conta dos desafios relacionados à sala de aula que encontramos hoje, tais como as pesquisas em torno do conceito de modelagem (MONTEIRO e JUSTI, 2000; JUSTI e GILBERT, 2003). Alguns problemas relativos à aprendizagem podem ser vistos, principalmente, com a dificuldade de que alguns alunos encontram, diante de uma abordagem que distancia, ainda mais, o conteúdo específico (abstrato) do mundo concreto. Dentre as alternativas de ensino, que podem amenizar tais óbices, está o uso de novos instrumentos didáticos numa perspectiva de inovação (MANDARINO, 2002; ALMEIDA, 2019) que aproximem o abstrato e o concreto, como vídeos, jogos e atividades experimentais. Nesse sentido, existe um movimento voltado para o desenvolvimento de instrumentos de ensino que possam facilitar a aprendizagem de conceitos químicos, sendo classificados como um modelo de ensino (MILAGRES e JUSTI, 2001).

Nesse contexto, o ensino de Química é permeado por discussões sobre conceitos abstratos e processos, o que exige do aluno uma capacidade de abstração e raciocínio (PEREGRINI, 1995). Assim, a criação de modelos de ensino ganha uma imensa importância por tentar trazer ao mundo concreto a possibilidade de discussão de ideias abstratas, facilitando o entendimento do aluno. Segundo Monteiro e Justi (2000) os modelos são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento. Além disso, a todo momento, a Ciência lança mão de modelos para representar fenômenos e processos. Uma análise mais fina em toda a história da Ciência nos mostra que grande parte do conhecimento que temos hoje é com base em modelos explicativos. É através deles que cientistas formulam questões e problemas acerca do mundo. Além de descrever, interpretar e explicar a realidade, eles elaboram, testam hipóteses e fazem previsões sobre os fenômenos (MONTEIRO e JUSTI, 2000).

Esses modelos produzidos e difundidos pela academia são complexos e, quando levados para a sala de aula, necessitam de certas adequações, de modo que se tornem de fácil compreensão para os estudantes. São nessas modificações que os modelos de ensino aparecem, como analogias, com o fim de simplificar a representação dos fenômenos sem que o modelo original perca seus atributos (ou que haja um mínimo de perda possível). Dessa forma, consideramos que uma das estratégias para o ensino de conceitos abstratos é partir do desenvolvimento de modelos analógicos de ensino, que possam representar processos e conceitos abstratos.

É neste sentido que no presente artigo temos como objetivo apresentar as etapas de desenvolvimento de um modelo de ensino, com base na analogia da balança de pratos para representação do conceito de oxirredução. Consideramos que o conceito de oxirredução é um dos mais importantes da Química, pois permite a compreensão de diversos fenômenos que ocorrem na natureza e que estão presentes no cotidiano dos alunos, tais como a corrosão, a fermentação, a respiração, a combustão da gasolina, entre outros (GAUDÊNCIO et al, 2012). Essa importância é acompanhada por sua complexidade, visto que esse conceito é de difícil compreensão, pela necessidade de um pensamento abstrato por parte dos alunos, bem como sua generalidade e extensão (IBIDEM). Assim, consideramos necessária a proposição de métodos e modelos de ensino, tal qual apresentamos neste artigo, que diminuam o grau de abstração desse e de outros conceitos, e que contemplem sua generalidade e extensão para explicar diversos fenômenos. Por fim, apresentamos as possíveis implicações do uso desse modelo em sala de aula e suas limitações.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com a crescente demanda de metodologias que facilitem o ensino e a aprendizagem de conteúdos em aulas de Química, acreditamos que a utilização de modelos de ensino pode

tornar rico o trabalho do professor de Química, proporcionando a abordagem de vários conceitos abstratos. Segundo Ferreira e Justi (2001), esse enriquecimento vem do fato de que modelos são criados a todo instante e usados para explicar conceitos, auxiliando no entendimento de sistemas complexos por meio da criação de imagens, metáforas ou analogias.

O processo de modelagem pode se dar no âmbito digital, com a criação de modelos computacionais, ou na expressão de modelos por meio de desenhos, esquemas e uso de analogias. Esses modelos são apenas representações de algum aspecto do objeto em estudo e não é uma reprodução fidedigna do real (JUSTI e GILBERT, 2003). Segundo Gilbert, Boutler e Elmer (2000), em ciências, um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos, como a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado. Em síntese, é possível dizer que modelos são sistemas semióticos mediadores (VYGOTSKY, 1988) que podem ser modificados de acordo com a necessidade de explicação do conceito ou fenômeno. Além disso, suas relações com o mundo real são bidirecionais, ou seja, em suas relações com o mundo prático, nem só modelos podem ser alterados, como também é possível modificar o próprio mundo real (CHAMIZO, 2011).

Nesse sentido, é comum no ensino de Química, por sua natureza abstrata, que professores lancem mão do uso de modelos de ensino, principalmente das analogias. Na abordagem de modelos atômicos, por exemplo, é comum usar analogias com bolas de bilhar para o modelo de Dalton, ou o pudim de passas, para o modelo atômico de Thomson. Segundo Milagres e Justi (2001) um dos aspectos relevantes na criação de um modelo são as ideias que emergem na mente do sujeito que o propõe. Para as autoras, um modelo surge inicialmente na imaginação de uma pessoa na forma de um modelo mental, o qual pode ser planejado por um indivíduo só ou por um grupo. O modelo mental, após ser representado de forma concreta, por imagens, desenhos, esquemas etc.) é chamado de modelo expresso. O modelo expresso passa a ser consensual a partir da validação por uma comunidade – científica, por exemplo (GILBERT e BOULTER, 1995; MILAGRES e JUSTI, 2001). Assim, consideramos que uma das estratégias para o ensino de conceitos abstratos se dá a partir da proposição de modelos de ensino baseados em analogias, aproximando um conceito abstrato do mundo concreto, facilitando a compreensão por parte dos alunos.

Dessarte, no trabalho com modelos de ensino em sala de aula é importante que o professor explicita as limitações do modelo, visto que nenhum se aproxima completamente da realidade (MILAGRES e JUSTI, 2001). Ademais, retomando o exemplo dos modelos atômicos, ao se usar a analogia do Sistema Solar para o modelo de Rutherford, é importante deixar claro que os tamanhos relativos entre o Sol e os planetas não estão na mesma proporção de tamanho do núcleo atômico e os elétrons que orbitam ao redor do núcleo. Afinal, segundo Rutherford, o núcleo seria uma minúscula partícula positiva, muito menor em relação à eletrosfera (MARQUES e CALUZZI, 2003), diferentemente do Sol, que é comparado com o núcleo, mas é o maior astro do Sistema Solar, apresentando dimensões gigantescas em relação ao sistema como um todo.

Conceito de oxirredução

O modelo proposto neste artigo procura contemplar os atributos relacionados ao conceito de oxirredução, representando o processo de transferência de elétrons. Um átomo, segundo o modelo padrão, é constituído por subpartículas. Dentre elas estão os prótons, nêutrons e elétrons, que são responsáveis por influenciarem o comportamento químico das substâncias.

A carga de um elétron é $-1,602 \times 10^{-19}$ Coulombs. A carga de um próton possui o mesmo valor, porém com caráter positivo. As cargas atômicas e subatômicas são geralmente expressas em múltiplos dessa carga. Assim, a carga para um elétron vale -1 e para um próton

+1. Já o nêutron não possui uma carga associada, como o próprio nome já sugere. Dessa forma, os átomos possuem uma carga líquida neutra, e apresentam um mesmo número de prótons e elétrons. Entretanto, em algumas transformações químicas eles podem ganhar ou perder elétrons, tornando-se íons. Aqueles íons de carga positiva, chamados cátions, são espécies químicas que perderam elétrons durante o processo. Já as espécies químicas que ganharam elétrons (provenientes de outras espécies presentes na reação) são denominados ânions, e possuem uma carga negativa.

Quando um átomo, íon ou molécula torna-se mais positivamente carregado dizemos que ele foi oxidado. Ou seja, é uma espécie química que perde elétrons durante o processo. Quando se torna mais negativamente carregado, dizemos que ele foi reduzido, ou seja, recebeu elétrons da espécie oxidada (BROWN et al., 2005). As reações em que ocorrem a transferência de elétrons entre átomos, íons ou moléculas no meio químico são comumente denominadas de reações de oxirredução.

Alguns trabalhos na literatura apontam estratégias de ensino para esse conceito a partir da problematização das dificuldades identificadas entre os alunos na compreensão do processo de transferências de elétrons. Silva, Martins e Teixeira Jr. (2014), por exemplo, em um trabalho realizado no âmbito do PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – apontam como esse conceito é de difícil compreensão para alunos do ensino médio. Segundo os autores, muitas vezes os alunos não buscam uma compreensão do processo em si (perda e ganho de elétrons entre as espécies químicas envolvidas, bem como os fatores e condições que levam à ocorrência dessas reações), mas são conduzidos a memorizar as representações, sem uma preocupação com o significado delas. Além disso, os autores identificaram que uma das maiores dificuldades dos alunos que participaram da pesquisa encontra-se na análise da nomenclatura, nas representações e na simbologia química.

A partir das dificuldades dos alunos na compreensão do conceito, encontramos também propostas de abordagens para minimizar possíveis problemas de aprendizagem. Braibante, Oliveira e Klein (2014) propõem uma atividade experimental para abordagem dos processos de oxirredução, em que os conceitos de NOX (número de oxidação), oxidação, redução, agente oxidante e redutor e reações de oxirredução são abordados de forma empírica. Merçon, Guimarães e Mainier (2004) apontam que uma abordagem adequada para o ensino do conceito de oxirredução é a partir da exploração de exemplos que ocorrem no cotidiano dos alunos. Dessa forma, os autores propõem a abordagem do tema corrosão para contemplar os conceitos de oxirredução, fazendo com que os alunos, a partir da compreensão dos processos corrosivos, aprendam métodos de prevenção. Palma e Tiera (2003) apresentam uma proposta semelhante a partir de um experimento que ilustra fenômenos de oxidação de metais. Já Wartha et al. (2007) apontam que o tema maresia pode gerar discussões que possibilitem a compreensão do conceito de oxirredução, aproximando o conteúdo químico de um fenômeno comum no cotidiano dos alunos, principalmente daqueles que moram em cidades litorâneas.

Em nossa proposta, acreditamos que o uso de uma analogia e de abordagens como as apresentadas acima pode contribuir para a compreensão do conceito de oxirredução. Dessa forma, propomos o uso da analogia da balança de pratos para discussão dos processos de perda e ganho de elétrons que ocorrem numa reação de oxirredução.

A balança de dois pratos é um instrumento bastante antigo, os antigos egípcios, por volta de 3.000 anos atrás, pesavam a alma dos mortos nos chamados Templos da Justiça Perfeita. Essas balanças consistem basicamente em uma barra suspensa por seu ponto médio e as massas a serem comparadas são postas nas extremidades da barra por cordas ou outro sistema semelhante (BACAN et al., 2001). A balança é um instrumento cujo uso é restrito à determinação da massa. O uso em outra aplicação que não seja a determinação da massa de um composto ou objeto é praticamente impensável, porém neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de uma balança de dois pratos com a finalidade de ensinar, a partir de uma analogia, o conceito de oxirredução, bem como outros que são tangenciais a este, tais como:

átomo, cátions e ânions, oxidação e redução, que são base para o entendimento de diversos outros fenômenos químicos.

CONSTRUÇÃO DO MODELO DE ENSINO

Para conceber o presente modelo, primeiramente foi realizado um estudo sobre as dificuldades de aprendizagem do conceito de oxirredução, como apresentado brevemente na fundamentação teórica. A partir de tal estudo, observamos que um dos principais entraves está na relação entre a variação do NOX e a transferência de elétrons (BRAIBANTE; OLIVEIRA e KLEIN, 2014). Dessa forma, o modelo foi pensado para se discutir especificamente tal aspecto, com o objetivo de compor estratégias de ensino do conceito de oxirredução, levando em consideração a necessária abordagem contextualizada (KLEIN e BRAIBANTE, 2016).

Neste tópico apresentaremos os materiais e procedimentos para proposição do modelo de ensino e, a seguir, explicaremos seu funcionamento e potencialidades de uso em sala de aula.

Para confecção, foram utilizados materiais de baixo custo apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Material utilização na construção do modelo de ensino.

| MATERIAL | ESPECIFICAÇÃO/FUNÇÃO |
|---|---|
| Uma régua de 30cm | Confecção do braço |
| Uma haste de acrílico de 18cm | Utilizada como suporte para o braço |
| Uma cantoneira de alumínio | Dimensões: 4x3x1,5cm |
| Dois CD's | Construção da base de sustentação |
| Seis correntes de bijuteria com 8cm cada | Fixação dos pratos ao braço da balança |
| Duas tampas metálicas e iguais de 6cm de diâmetro | Semelhante às tampas de recipientes de conserva de alimento, para os pratos |
| Prego de cerca de 2cm | Fixação do braço da balança ao suporte de sustentação |
| Um ponteiro de plástico de 8cm | Indicador da posição de equilíbrio |
| Esferas plásticas de 1cm de diâmetro com cores diferentes | Representação de prótons e os elétrons |

Na construção, a haste foi presa à cantoneira de alumínio, que por sua vez foi colada à base de sustentação composta por dois CD's, fixados um ao outro por meio de fita adesiva. Dos 30cm da régua, utilizamos 18cm para ser o braço da balança, onde exatamente na posição central foi feita sua fixação através de um pequeno prego na haste de sustentação.

Nas posições 0 e 18 cm da régua, foram realizados dois outros furos para colocação das correntes de sustentação dos pratos, ficando três correntes em cada posição. Foram feitos

três furos em cada prato com distância de 120 graus para que pudesse ser feita a fixação dos pratos na outra ponta da tríade de correntes. Por fim, foi fixado no braço, abaixo do eixo por meio de fita adesiva, o ponteiro da balança. Abaixo do ponteiro, fixamos o painel impresso com as indicações de cátion e ânion e as condições de carga. Todo o protótipo pode ser visto em mais detalhes através da Figura 1.

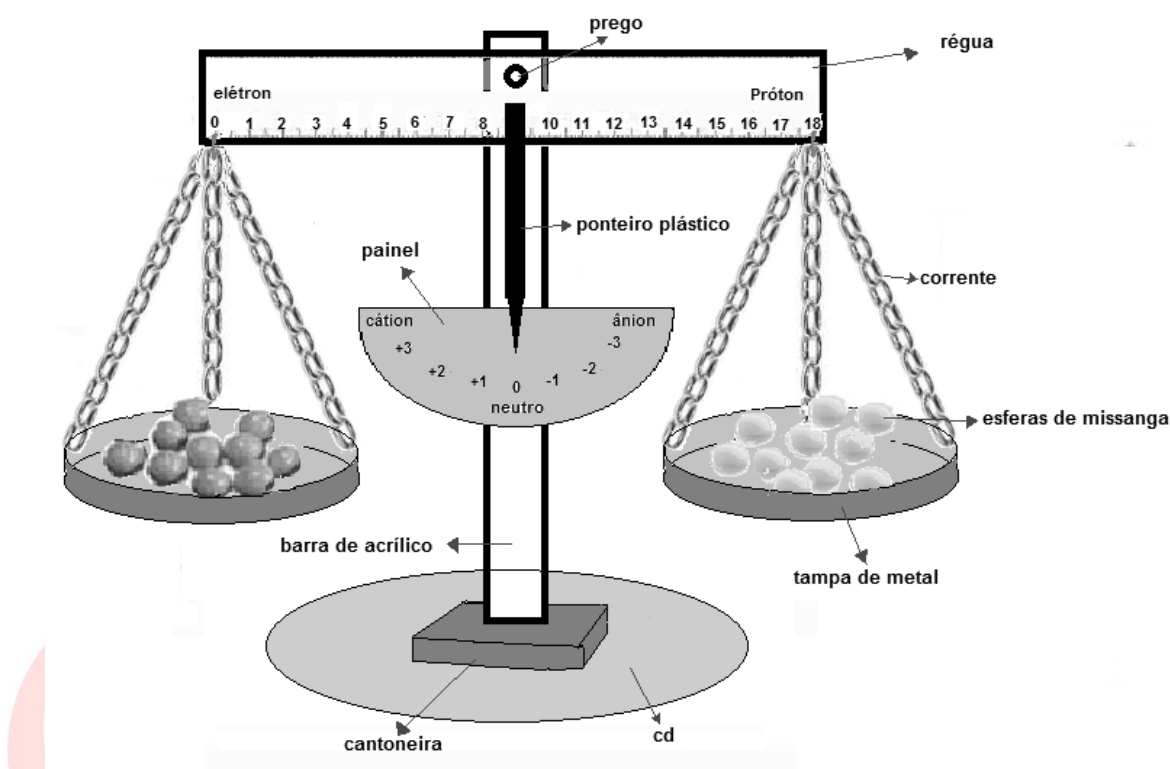


Figura 1: Esquema de montagem da balança modelo

Fonte: elaborado pelos autores.

FUNCIONAMENTO DA BALANÇA DE DOIS PRATOS PARA REPRESENTAR O PROCESSO DE OXIRREDUÇÃO

Os pratos ficam presos de forma perpendicular ao braço da balança e junto ao seu eixo existe um ponteiro que aponta para um painel indicador, onde é mostrada a condição do átomo com relação ao seu equilíbrio de cargas (quantidade de prótons e elétrons). Assim, se a quantidade de esferas que representa os prótons existentes em um dos pratos da balança for igual à quantidade que representa os elétrons, no outro prato, o ponteiro indicador no painel mostra a condição de átomo neutro. Se em outra circunstância, a quantidade de prótons for superior à quantidade de elétrons (retiramos uma esfera que representa elétrons do respectivo prato), os pratos ficam desnivelados, e o ponteiro indicará no painel a condição de cátion e sua respectiva carga positiva. Se forem introduzidos elétrons a esse átomo, ou seja, se forem colocadas esferas no prato dos elétrons, novamente há uma mudança na altura dos pratos, e o ponteiro indicador mostrará no painel se a quantidade de elétrons for superior à quantidade de prótons, a condição de ânion e sua respectiva carga.

O átomo exemplo, representado em nosso modelo pela balança (Figura 2), é constituído de 10 prótons e 9 elétrons. Como é sabido que não é possível a mudança na quantidade de prótons de um átomo por reações comuns, e tão somente por reações nucleares, as esferas representantes dos prótons ficam presas ao prato, para evitar que os alunos possam alterar sua quantidade. Assim, eles podem alterar apenas a quantidade de elétrons do átomo, introduzindo ou retirando até três elétrons representados por esferas no nosso modelo.

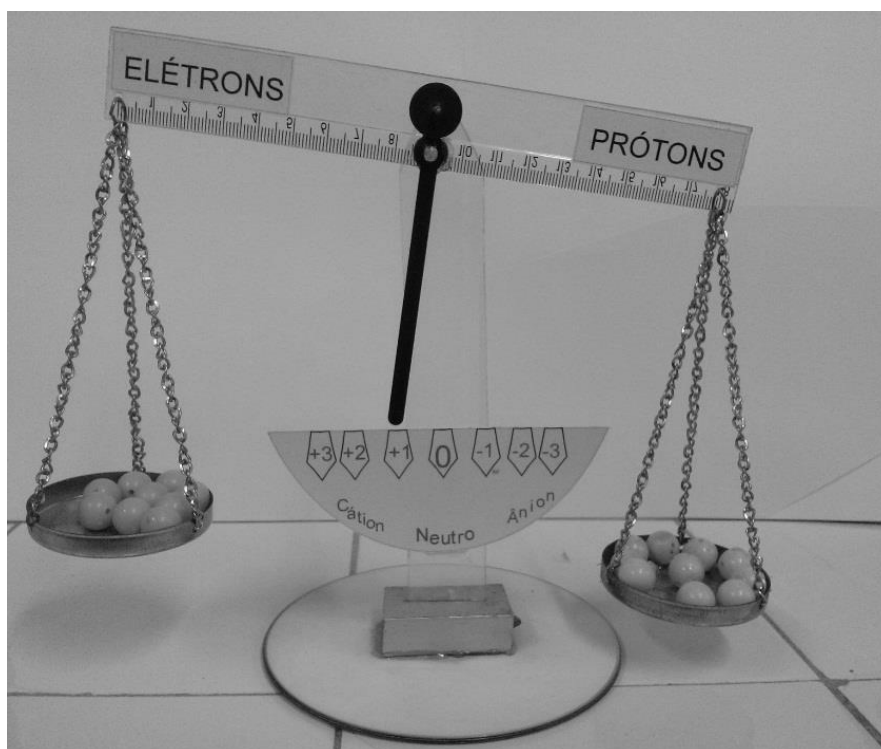


Figura 2: Modelo de ensino proposto com balança de dois pratos

Fonte: elaborado pelos autores.

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E POSSÍVEIS APLICAÇÕES EM SALA DE AULA

Além do processo de oxirredução, os conceitos de átomo neutro, cátion e ânion podem ser mais bem compreendidos com o auxílio da balança desenvolvida. Para isso, o aluno deve ter em mente que a carga de um átomo depende da relação entre o número de prótons e elétrons existentes.

Precauções quanto ao uso de modelos e analogias

Monteiro e Justi (2000), em análise de livros didáticos de Química, apontam para alguns problemas relacionados ao uso de modelos e analogias na aprendizagem de alunos. Para se trabalhar com modelos em sala de aula é necessário que, para o aluno, esteja clara a definição de modelo, para que ele tenha consciência de se estar trabalhando com representações e não com o objeto real, visto que existe uma tendência entre os alunos de considerar o modelo como a própria realidade. Além disso, levando ainda em consideração a discussão apresentada pelas autoras, a partir do momento em que o aluno aprende o que é um modelo, é necessário que o ensino comece a partir do que ele sabe, sendo eles conscientizados e confrontados com seus modelos mentais (MONTEIRO; JUSTI, 2000), ou seja, com o conhecimento prévio construído em outros contextos e situações. Dessa forma, o professor deve dar oportunidade para que seus alunos expressem suas ideias e modelos, de forma que as suas limitações de suas proposições sejam discutidas.

A ideia de que todo modelo de ensino pode apresentar limitações deve estar clara para o aluno, objetivando evitar uma confusão entre o que é real e o que é representação. E este cuidado deve ser ainda maior quando o modelo trata de uma analogia, como a balança apresentada neste artigo.

O uso da balança de pratos como analogia de um átomo

A presente balança, como modelo de ensino, pode ser utilizada por professores(as) de Química ou Ciências para tratar de reações de oxirredução (REDOX) no ensino médio ou fundamental. O seu uso está condicionado ao tipo de estratégia que poderá ser utilizada, sendo útil para compreensão da variação do número de oxidação (NOX) em reações REDOX. Assim, a partir dela é possível os estudantes visualizarem como o NOX varia em função do ganho ou perda de elétrons. Outrossim, é importante que o(a) professor(a) observe que a balança se trata de um mecanismo para visualização da variação do NOX. Levando em conta que ela pode ser utilizada como uma analogia, é importante explicitar aos estudantes que se trata apenas de uma representação, sobretudo as esferas coloridas (o formato, tamanho e cores), representando os prótons e elétrons.

Essa preocupação se encontra na literatura, quando da discussão sobre a utilização de analogias em sala de aula. Segundo Duit (1991), uma analogia é definida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes. Duarte (2005) reforça essa ideia e ainda acrescenta que a origem do pensamento analógico remonta, possivelmente, ao aparecimento da linguagem, sendo bastante usada em civilizações antigas, no pensamento grego e em investigações empíricas. Monteiro e Justi (2000) colocam que para que uma analogia seja um modelo de ensino útil, ela deve possuir um conteúdo que seja familiar aos alunos e um outro que seja desconhecido por eles. O conteúdo conhecido é chamado de domínio da analogia, e o aspecto desconhecido é chamado de domínio do alvo (CURTIS e REIGELUTH, 1984). Além disso, é necessário que o alvo seja suficientemente desafiador para que os alunos utilizem a analogia como estratégia cognitiva. No caso do instrumento aqui proposto, a balança é considerada o domínio da analogia e o átomo – bem como os processos de oxidação e redução – é o domínio alvo.

Diante de tal contexto, o que propomos é que seja destacado para os estudantes que o processo de perda e ganho de elétrons é semelhante ao fluxo das miçangas nos pratos da balança e, como é indicado no painel indicador, essa perda e ganho de elétrons irá ocasionar a formação de um ânion ou cátion com uma carga específica. Além disso, é importante a intervenção do professor para mostrar que quando a quantidade de elétrons e prótons são iguais, o átomo se apresenta de forma neutra, como representado na Figura 1.

Durante o uso do instrumento, pode ser pedido que os alunos adicionem um elétron (representado pela miçanga) no prato correspondente aos elétrons. Nesse momento, eles podem ver o deslocamento do ponteiro para a região de ânion e notar que ele indica a nova carga (-1), ou seja, o átomo sofreu um processo de redução de NOX, passando de 0 para -1. No modelo aqui proposto, os alunos podem ainda continuar adicionando elétrons até o limite de 3. O processo de oxidação também pode ser visto nesse modelo desde que os alunos façam a retirada de miçangas (que representam elétrons) do respectivo prato. Dessa forma eles verão o deslocamento do ponteiro no sentido contrário, indicando a nova carga do átomo, o que implica em aumentar o seu número de NOX. Se o número de prótons for superior ao de elétrons, o ponteiro irá se deslocar para a posição de cátion no painel, além de mostrar sua respectiva carga positiva – limitado em nosso modelo em até 3.

Uma limitação desse modelo, é a falta de possibilidade de mostrar aos alunos que há, de fato, uma transferência de elétrons. A ideia de retirar e colocar miçangas que representam elétrons no prato da balança, pode fazer com que os alunos não percebam que os processos de oxidação e redução são dependentes. Ou seja, para haver oxidação, é necessário que uma outra espécie química se reduza. A ideia de que a oxirredução se dá a partir da interação entre duas espécies químicas não fica clara na analogia da balança, sendo necessária a intervenção do professor para explicar como se dá a transferência dos elétrons nos processos de oxirredução.

Ademais, é importante ressaltar, que uma abordagem adequada do conceito de oxirredução não se limita à utilização de um modelo de ensino, como a balança proposta. De

acordo com Klein e Braibante (2016), ao apresentarem um panorama de pesquisas na área sobre o conceito de oxirredução, uma abordagem adequada em sala de aula deve ser acompanhada por discussões que aproximem o conceito da realidade dos alunos, a partir de estratégias de contextualização. Para tal, sugerimos fortemente que a estratégia em que a balança seja inserida leve em consideração a abordagem de diversos aspectos conceituais, tais como: contextualização do conteúdo, problemáticas vivenciadas pelo(a) estudante e aplicações do conceito em situações reais. Dessarte, a balança será útil para facilitar o entendimento da variação do NOX, porém é insuficiente para fazer com que os estudantes compreendam toda a complexidade desse tipo de reação, sobretudo quando é necessário utilizar esse conhecimento para interpretação de fenômenos que ocorrem no dia a dia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de modelos de ensino pode contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos, principalmente daqueles que possuem uma natureza abstrata. Porém, ao lançar mão desses modelos, como as analogias, faz-se necessária uma reflexão sobre as possíveis limitações do modelo, que pode não ser capaz de explicitar todos os atributos do objeto, fenômeno ou conceito original. O uso indiscriminado de analogias em sala de aula pode ter um efeito inverso e, em vez de contribuir com a aprendizagem, acabar reforçando concepções errôneas dos alunos.

Neste artigo, portanto, propomos um modelo de ensino com base em uma analogia para representar o processo de oxirredução. Para isso, construímos uma balança de dois pratos, com materiais de baixo custo, no qual elétrons e prótons são representados por pequenas esferas, que os alunos podem manipular para observar a mudança de carga (ou NOX) em um átomo a partir da perda ou ganho de elétrons.

Tal modelo proposto pode facilitar a aprendizagem do processo de oxirredução, bem como dos conceitos de átomo neutro, íon (cátion/ânion), valência etc., visto que são conceitos de natureza abstrata. Porém, é necessária a intervenção do professor para explicitar as limitações desse modelo, visto que ele não é capaz de representar o processo de oxirredução mostrando os agentes oxidante e redutor (visto que oxidação e redução são processos que ocorrem conjuntamente). Também enfatizamos que o ensino de oxirredução e os problemas relacionados à sua aprendizagem não podem ser reduzidos à utilização do presente modelo. Como foi discutido, uma abordagem contextualizada se faz necessária, sendo a balança um auxílio para compreensão da variação de NOX em função da transferência de elétrons.

Em trabalho posterior, pretendemos aplicar o modelo proposto em sala de aula, traçar critérios de validação e observar como os alunos constroem os conceitos em questão a partir da manipulação do modelo da balança de dois pratos dentro de uma estratégia em sala de aula. Assim, teremos subsídios para fomentar, ainda mais, a proposição de modelos analógicos para o uso em sala de aula de Química e de Ciências, de maneira geral.

Agradecimentos

Ao INCTAA (Instituto nacional de ciências e tecnologias analíticas avançadas), ao NUQAPE (Núcleo de química analítica avançada de Pernambuco), a Universidade Federal Rural de Pernambuco/UAST, e ao grupo de análise química da UFRPE/UAST.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. A.; SANTOS, R. L.; SILVA, C. D. D.; MELO, G. S. M.; OLIVEIRA, R. G. D. INOVAÇÕES didáticas no ensino de zoologia: enfoques sobre a elaboração e comunicação de relatos de experiências como atividades de aprendizagem/Didactic innovations in zoology teaching: approaches on the preparation and

communication of experiences reports as learning activities. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, p. 6699-6718, 2019.

BACAN N.; ANDARADE J. C.; GODINHO O. E. S.; BARONE J. S. **Química analítica quantitativa elementar**. 3a Ed. São Paulo: Edgard Blucher- Instituto Mauá de Tecnologia, 2001, p. 157-160.

BRAIBANTE, M. E. F.; OLIVEIRA, F. V.; KLEIN, S. G. Reações redox através de uma atividade experimental de Verificação. **34º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ)**. Porto Alegre – RS. 2014.

CHAMIZO, José A. **Heuristic diagrams as a tool to teach history of science**. *Science & Education*, v. 23, n. 4, 2011

CURTIS, Ruth V.; REIGELUTH, C. M. **The use of analogies in written text**. *Instructional Science*, v. 13, n. 2, New York, 1984, p. 99-117.

DUARTE, M. C. Analogias na Educação em Ciências: contributos e desafios. In: **Investigações no Ensino de Ciências**, v.10, n.1. 2005.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991

GAUDÊNCIO, J. S.; MATSHUSHITA, A. F. Y.; FREIRE, L. I. F.; GARRIDO, L. H. Interpretação dos desenhos de alunos do Ensino Médio sobre o fenômeno de oxirredução. **III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa-PR. 2012.

GILBERT, J. K.; BOUTLER, C. J.; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. In: GILBERT, Jonh.; BOUTLER, Carolyn (eds). **Developing Models in Science Education**. Dordrecht: Kluwer. 2000 p. 3-18.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. Stretching models too far. **Artigo apresentado na Reunião Anual da Associação Americana de Pesquisa Educacional** ("American Educational Research Association"). São Francisco (EUA), 22-26 abril, 1995.

JUSTI, R.; GILBERT, J. Models and modeling in chemical education. In: GILBERT, John K.; JONG, Onno; JUSTI, Rosalia; TREAGUST, David F.(eds.) **Chemical education: Toward research-based practice**. Chapter 3. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. pp 47 -68.

KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F. Reações de oxirredução e suas diferentes abordagens. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 35-45, 2017.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, Fernando Benedito. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. **Revista Química Nova na Escola**. Nº 19, MAIO 2004

MARANDINO, M. A biologia nos museus de Ciência: a questão dos textos em bioexposições. **Ciência & Educação**, Bauru, v.8, n.2, p. 187-202, 2002.

MARQUES, D. M.; CALUZI, J.J.. Ensino de Química e História da Ciência: o modelo atômico de Rutherford. **IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC**. BAURU – SP, 2003.

MILAGRES, V. S. O.; JUSTI, R. S. Modelos de ensino de equilíbrio químico – algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 13, maio 2001.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. Analogias em livros didáticos de Química destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, 5 (2), 67-91. 2000.

PALMA, M. H. C.; TIERA, V. A. O. Oxidação de metais. **Revista Química Nova na Escola**. Nº 18, NOVEMBRO 2003.

SILVA, A. A.; MARTINS, R. A.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.. Uma análise das dificuldades conceituais de alunos do Ensino Médio sobre processos de oxirredução. **XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)** Ouro Preto, MG, 2014.

VYGOSTKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

WARTHA, E. J.; REIS, M. S.; SILVEIRA, M. P., GUZZI FILHO, N. J. A maresia no ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**. Nº 26, NOVEMBRO 2007

JOGO THERMO10 COMO RECURSO DIDÁTICO DIGITAL PARA O ENSINO DE TERMOQUÍMICA

THERMO10 GAME AS A DIGITAL DIDACTIC RESOURCE FOR THERMOCHEMISTRY TEACHING

Afonso Feitosa Reis Filho¹ [afonsoreis.stem@gmail.com]

Bruno Silva Leite² [brunoleite@ufrpe.br]

Marcelo Brito Carneiro Leão² [marecelo.leao@ufrpe.br]

1 - Escola Técnica Estadual Miguel Batista

2 - Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

Os jogos digitais fazem parte do modelo digital que rege e compõe o mundo tecnológico atual e na educação são reconhecidos como viabilizadores dos processos de ensino e aprendizagem. Jogos digitais estão presentes no cotidiano de muitos estudantes e professores. Este artigo apresenta as percepções de professores e futuros professores (licenciandos) de Química em relação a um jogo digital envolvendo conceitos da termoquímica, através de uma pesquisa qualitativa realizada em quatro etapas (elaboração do jogo, aplicação do jogo, do questionário e análise das respostas). As percepções dos professores e dos licenciandos revelam que eles consideram que o jogo digital Thermo10 representa, potencialmente, um recurso didático digital que pode contribuir para a construção do conhecimento dos conteúdos envolvidos na termoquímica. Além disso, o jogo possibilita momentos de interação entre os sujeitos (estudante-estudante e estudantes-professor), entre os sujeitos e o conteúdo a ser apreendido, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que o jogo produzido se mostrou importante tanto em ensinar os conceitos da termoquímica quanto para aproximar e contextualizar estes conteúdos ao dia a dia dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Jogo digital; Termoquímica; Tecnologias digitais.

ABSTRACT

Digital games are part of the digital model that governs and composes the current technological world and in education they are recognized as enablers of the teaching and learning processes. Digital games are present in the daily lives of many students and teachers. This article presents the perceptions of teachers and future professors (undergraduate students) of Chemistry in relation to a digital game involving concepts of thermochemistry, through a qualitative research carried out in four stages (preparation of the game, application of the game, questionnaire and analysis of responses). The perceptions of teachers and undergraduate students reveal that they consider that the Thermo10 digital game potentially represents a digital didactic resource that can contribute to the construction of knowledge about the contents involved in thermochemistry. In addition, the game allows moments of interaction between the subjects (student-student and student-teacher), between the subjects and the content to be learned, helping in the teaching and learning process, once since the

game produced proved to be important as in teaching the concepts of thermochemistry as in bringing these contents closer to the students' daily lives.

KEYWORDS: *Digital game; Thermochemistry; Digital technologies.*

ENSINO DE TERMOQUÍMICA

A termodinâmica (que estuda a energia e suas transformações) teve seu início durante a Revolução Industrial (BROWN et al., 2005) e é extremamente importante em todas as áreas da Ciência por contribuir para o desenvolvimento da sociedade moderna. No ensino de Química, o estudo das transformações de energia, especialmente calor, durante as reações químicas é denominado de termoquímica.

Os conceitos de calor e temperatura, tidos como abstratos, são fundamentais para que o estudante compreenda de modo significativo os processos termoquímicos endotérmicos e exotérmicos. Esses conceitos são de grande relevância, uma vez que têm dimensão interdisciplinar, sendo vistos nas ciências exatas, biológicas e engenharias, além de estarem presentes no dia a dia dos estudantes. O Calor diz respeito à transferência de energia como resultado de uma diferença de temperatura entre o sistema e suas vizinhanças, ou seja, é a transferência de energia térmica entre corpos de temperaturas diferente. Calor pode ser a troca de energia entre sistemas, acompanhada de variação de temperatura. Por exemplo, na combustão há variação de energia térmica, pois há liberação de calor.

O conceito de calor é um tema recorrente nas pesquisas em ensino de Química sendo abordado em diversos artigos (MORTIMER e AMARAL, 1998; DINIZ JUNIOR et al., 2015; SILVA et al., 2019) que enfatizam a importância de discussões sobre esta temática no processo de ensino e aprendizagem da Química. Já temperatura indica a direção do fluxo de energia térmica ou, do ponto de vista microscópico, o grau de agitação térmica (velocidades de translação, vibração e rotação) das partículas (átomos, moléculas ou íons) que constituem o corpo (ATKINS e JONES, 2013).

O termo energia vem do grego *enérgeia*, que significa "força em ação". Entretanto, não há apenas uma definição para o conceito físico de energia. Aqui consideramos que energia é a propriedade de um corpo, substância ou sistema de realizar trabalho, ou seja, é o que permite a um sistema transformar-se ou movimentar-se. Sabe-se que as reações químicas podem ser acompanhadas de liberação ou absorção de energia, normalmente ocorrida na forma de calor. Quando há liberação de calor, denomina-se que a reação é exotérmica, quando a reação absorve calor, chamamos de endotérmica.

Infelizmente há estudantes que apresentam dificuldades em entender estes conceitos relacionados à termoquímica que são de fundamental importância para o desenvolvimento do educando na compreensão desse conteúdo (SOARES e CAVALHEIRO, 2006; OLIVEIRA e MARQUES, 2019). Nesse sentido, pensar em propostas que ofereçam condições aos estudantes para tomar consciência e saber diferenciar tais conceitos poderá contribuir para a construção de seu conhecimento. No ensino de Química, Soares e Cavalheiro (2006) apresentaram uma proposta a partir de um jogo de tabuleiro para discutir conceitos de termoquímica. Considerando que as tecnologias digitais têm contribuído para as práticas pedagógicas, apresentamos neste artigo um jogo digital que envolve os conceitos de termoquímica, de forma a auxiliar no processo de ensino e aprendizagem da Química.

TECNOLOGIAS E JOGOS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

Dentre várias estratégias de ensino e aprendizagem a incorporação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) nas escolas representa um dos grandes desafios de inovação pedagógica e tecnológica enfrentados pelos sistemas educacionais do país. A sua

integração ao cotidiano educacional nos parece proveitosa para ensinar e aprender Química e poderá contribuir no processo de construção do conhecimento, desde que as escolas e/ou universidades acompanhem as diversas transformações sociais. Para Pauletti e Ramos (2017, p. 180), compete ao ambiente educacional e aos professores acolherem as TDIC para “auxiliar o aprendizado dos estudantes e para incrementar as práticas educativas”, levando em consideração o perfil de seus estudantes, que nasceram em um mundo altamente tecnológico, rico em possibilidades de comunicação e interação.

O uso das tecnologias digitais para o desenvolvimento dos pilares da educação tem mostrado uma nova construção simbólica da cultura diante do uso de instrumentos atuais, de modo a impactar a constituição subjetiva de como os residentes digitais aprendem (COSTA et al., 2015; LEITE, 2015). As tecnologias devem ser empregadas para enriquecer o ambiente educacional, pois têm potencial para contribuir na melhoria da qualidade da educação e proporcionar modos de aprendizagem mais participativos.

As TDIC trouxeram grandes mudanças para a educação, causando uma expansão e uma diversificação das formas de aprendizagem (formal, não formal, informal). Para Coll et al. (2010) o processo de incorporação das TDIC no currículo escolar deve ocorrer de maneira crescente, sendo que sua inclusão deve ter como uma das finalidades tornar mais eficientes e produtivos os processos de ensino e aprendizagem, bem como mediar os processos envolvidos. Nesse sentido, os jogos digitais/eletrônicos podem ser uma opção para esta mediação. Os jogos digitais estão presentes em boa parte da vida das pessoas, se constituindo como elemento eficaz e atrativo para estes.

Considerando o crescente uso dos jogos digitais nos ambientes educacionais e o quanto eles envolvem os estudantes por causa de seus conteúdos gráficos, níveis de desafios etc., debater sobre como estes recursos podem contribuir para os processos de ensino e aprendizagem se mostra pertinente. Os jogos educacionais digitais podem ser utilizados para promover o engajamento dos estudantes em sala de aula, mas para isso devem apresentar objetivos de aprendizagem bem definidos e ensinar determinados conteúdos aos estudantes. Segundo Prensky (2006), os jogos educacionais digitais devem trazer conhecimento curricular de forma a desafiar e engajar o estudante.

Os jogos educacionais, digitais ou não, também chamados de jogos sérios (*serious games*), são especificamente projetados para ensinar as pessoas acerca de um determinado assunto, expandir conceitos, reforçar o desenvolvimento, ou auxiliá-las exercitando uma habilidade ou buscando uma mudança de postura enquanto jogam, ou seja, apresentam a aprendizagem como objetivo (ALVAREZ e DJAOUTI, 2011; BUCHINGER e HOUNSELL, 2013; BATTISTELLA et al., 2014; ROCHA et al, 2015). Não há um consenso sobre uma única definição de jogo digital, Alves e Silva (2020) apresentam uma revisão sobre as definições e fundamentos e aplicações dos jogos digitais que podem ser observadas na literatura. Para Tomceac e Almeida (2020, p. 15), os jogos educacionais digitais são aqueles criados com “propósito educacional ou de difusão de conhecimento que, após análise de educadores, possam e mereçam ser inseridos em contexto escolar e/ou curricular”. Já Cleophas et al. (2018), classificam como jogo educativo formalizado (JEF) os jogos que apresentam uma intencionalidade pedagógica. O JEF é o jogo que “está sendo aplicado para atender uma finalidade que vise à aquisição de conhecimentos específicos sobre determinados conteúdos existentes em dado currículo” (CLEOPHAS et al., 2018, p. 39). Assim, o JEF “é aquele jogo utilizado para ensinar conceitos em ambientes formais de ensino, ou seja, o jogo utilizado em sala de aula propriamente dito” (LEITE e SOARES, 2020, p. 228).

Considerando os aspectos educacionais, os jogos digitais são capazes de promover certas habilidades nos sujeitos que os utilizam, promovendo melhorias nos processos de leitura e argumentação; alimentando saberes específicos, e estimulando o desenvolvimento de habilidades cognitivas. O desenvolvimento e a utilização de um jogo digital no processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos é uma estratégia utilizada para envolver o maior

número possível de educandos no processo de construção de seus conhecimentos em relação aos conceitos propostos. Segundo Soares e Cavalheiro (2006, p. 30) o “jogo incentiva a participação do aluno, considerando-se o aluno como construtor do próprio conhecimento e valorizando a interação do aprendiz com seus colegas e com o próprio professor”. Todavia, não é a simples incorporação de um jogo digital que os problemas de aprendizagem serão resolvidos, cabe “aos professores entenderem que a aprendizagem se dará com sucessivas aproximações do conteúdo científico” (MESSEDER NETO, 2016, p. 122) e, a cada nova aproximação, novos elementos devem ser adicionados visando sempre chegar à aprendizagem que, de fato, promoverá o desenvolvimento do educando.

O uso de Jogos Digitais pode, além de aumentar a motivação e despertar a curiosidade do estudante, estimular a reflexão e o raciocínio, auxiliar na elucidação dos conteúdos lecionados em sala de aula, além de aproximá-los da realidade dos estudantes. Assim, pensar o uso dos jogos digitais no ensino de Química requer a proposição de estratégias que contribuirão para a construção do conhecimento dos estudantes. Para Messeder Neto (2016) o professor deve também fornecer uma síntese do conteúdo que ele está trabalhando ao longo ou ao final do jogo, retomando aspectos que considera essenciais para o entendimento do(s) conceito(s) em discussão. Essa interlocução do professor no jogo é importante em se tratando das aprendizagens de conceitos químicos considerando que o “conteúdo científico precisa ocupar um lugar central na ação de jogar, e isso é essencial para que o estudante entenda que a diversão é o caminho (não o fim) para o desenvolvimento da atividade de aprendizagem” (MESSEDER NETO, 2016, p. 177). Desse modo, consideramos que nas aulas de Química o jogo digital deve ser utilizado de forma que ajude o estudante a se apropriar do conhecimento químico e não apenas como um entretenimento.

A utilização de um jogo digital para ensinar conceitos químicos, em especial da termoquímica, pode se configurar como uma estratégia proeminente entre os estudantes, de modo a contribuir para a construção do conhecimento destes. Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo analisar as percepções de licenciandos em Química e professores de Química sobre a utilização de um jogo digital, denominado Thermo10, envolvendo conceitos presentes na Termoquímica. Destaca-se que o Thermo10 (Figura 1) foi inspirado no Ludo (uma versão ocidental popular do jogo hindu *Pachis*), sendo o produto educacional desenvolvido no âmbito do mestrado profissional em Química em rede nacional (PROFQUI). Ressalta-se que a criação de um jogo digital não é uma tarefa simples, pois exige uma equipe multidisciplinar, que desempenhe distintas ações, tais como o *design*, programar, projetar, revisar, criar conteúdo, dentre outros. Em alguns casos, dependendo do tipo de programação e do tipo de *software* a ser utilizado, por exemplo, o *MIT app inventor*, *Scratch* e *Construct 3*, é possível ao professor construir seu próprio jogo digital sem a necessidade de maiores conhecimentos em programação (SANTOS e LEITE, 2019).

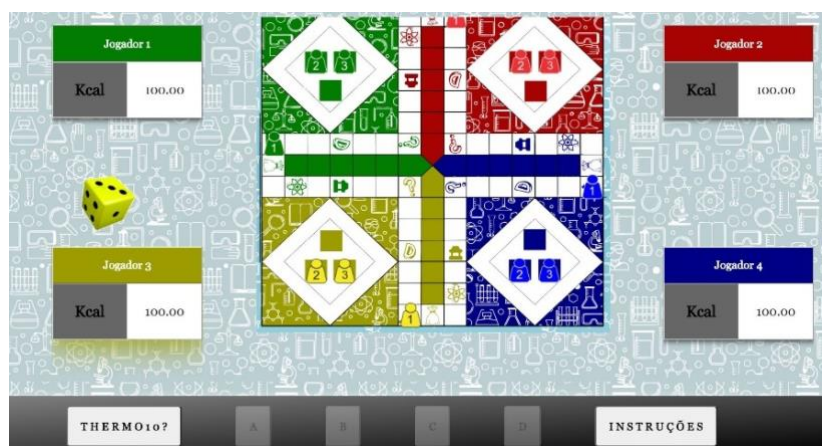


Figura 1: Tela inicial do jogo digital Thermo10. Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O Jogo Thermo10 está disponível para professores e estudantes, com opções para jogar on-line (versão *webtop*)¹, off-line (versão *desktop* para *download*)² e jogar pelo *smartphones* e *tablets* (versão *android*)³.

CAMINHOS METODOLÓGICOS

A pesquisa, de natureza qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 2012), abrange uma abordagem descritiva e interpretativa das interações dos sujeitos no espaço de formação investigado, na qual o ambiente natural constitui uma fonte direta de dados. Segundo Lüdke e André (2012, p. 13) “a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes”.

As trajetórias seguidas para esta pesquisa, na qual foi realizada em quatro etapas, são descritas a seguir:

Primeira etapa: elaboração do jogo Thermo10. O jogo foi elaborado utilizando as linguagens HTML 5.0; JAVA SCRIPT e CANVAS. A parte gráfica foi desenvolvida no programa CorelDRAW® de 2018;

Segunda etapa: utilização do jogo Thermo10 com licenciandos em Química e professores de Química da rede pública de ensino. No caso dos licenciandos, estes jogaram Thermo10 utilizando os computadores do laboratório de informática da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Em relação aos professores, a aplicação do jogo Thermo10 ocorreu durante a formação continuada promovida pela Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. Estes professores utilizaram os *tablets* disponibilizados pelo Governo do Estado, os quais têm acesso em suas unidades escolares. Como unidade de análise da pesquisa participaram: 32 graduandos do curso de Licenciatura em Química da UFRPE, matriculados em 2019.2 nas disciplinas de Informática, Química e Educação (18 estudantes) e Instrumentação para o Ensino de Química (14 estudantes); 10 professores de Química com atuação no Ensino Médio, pertencentes à rede pública de ensino (que participavam da formação continuada ocorrida em setembro de 2019). De modo a não identificar os sujeitos utilizamos como identificadores genéricos G01 a G32 para os estudantes da graduação e P01 a P10 para os professores;

Terceira etapa: aplicação do questionário investigativo. O questionário aplicado aos estudantes continha 38 questões e o aplicado aos professores apresentava 46 questões. A Tabela 1 apresenta a descrição das questões por cada setor. O questionário tinha como objetivo analisar as percepções dos participantes quanto a utilização do jogo Thermo10 como um Recurso Didático Digital (RDD) para o ensino de termoquímica. Após utilizarem o jogo foi solicitado aos dois grupos (licenciandos e professores) que respondessem ao questionário com questões de múltipla escolha e dissertativas distribuídas em seis setores (blocos de perguntas). O primeiro setor se refere aos dados pessoais e gerais dos participantes. No setor II, as perguntas do questionário foram baseadas na ferramenta QUIS que tem como “finalidade estimar a satisfação subjetiva dos usuários focando aspectos específicos da interface humano-computador” (FILARDI e TRAINA, 2008, p. 179). Nos setores III, IV e V utilizamos a escala Likert (1932) para colhermos as opiniões dos participantes possibilitando que estes apresentem respostas de acordo com o seu grau de concordância. Estes setores são responsáveis pelas impressões dos jogadores em relação a aplicabilidade, adequação, ou seja, análise geral dos conteúdos propostos no jogo Thermo10. O último setor (Setor VI) apresenta

¹ Disponível em: <https://bit.ly/thermo10web>

² Disponível em: <https://bit.ly/baixarthermo10>

³ Disponível em: <http://bit.ly/thermo10play>

questões abertas com o intuito de coletar informações sobre o jogo e sua usabilidade no ensino de Química;

Tabela 1: Descrição dos questionários⁴

| Setores | Descrição |
|--|--|
| Setor I (Questões Gerais) | É neste setor que aparece a diferença entre o questionário direcionado aos Graduandos do curso de licenciatura em Química de uma universidade pública federal, apresentando cinco questões (4 fechadas e 1 aberta); o questionário direcionado aos professores de Química de escolas públicas com atuação no Ensino Médio, apresentando treze questões (10 fechadas e 3 abertas). Os demais setores possuem as mesmas questões nos dois questionários. |
| Setor II (Interface usuário/computador) | Este setor apresenta quinze perguntas de múltipla escolha investigando em relação à facilidade de uso, satisfação, aprendizado e adequação da estrutura do jogo Thermo10, do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos. A análise dos dados foi realizada utilizando como referencial o Grau de Concordância da Escala (GCE). |
| Setor III | Constando de três perguntas na escala <i>Likert</i> , este setor busca informações sobre a percepção dos usuários sobre a adequação do jogo em relação às diretrizes e às normas oficiais relativas ao ensino médio. |
| Setor IV | Apresenta quatro questões referentes à coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica do jogo pelo usuário em relação à abordagem do conhecimento químico escolar destinado ao Ensino Médio. |
| Setor V | Este setor contém cinco perguntas que investiga a adequação do jogo em termos de conteúdo, atualização de conceitos, informações e procedimentos. |
| Setor VI (Sugestões) | É composto por seis perguntas abertas que tangenciam desde a percepção geral do usuário sobre o jogo e sugestões de melhorias. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quarta etapa: análise dos dados obtidos nos questionários. A análise do questionário se fez a partir do grau de adequação das respostas ao esperado dos usuários do jogo Thermo10. As respostas dos questionários, quando subjetivas, foram apresentadas conforme escrito pelos estudantes/professores, preservando-se erros de redação de texto, dentre outros similares. Consideramos analisar as respostas dos questionários a partir das "concepções e opiniões dos participantes" seguindo os pressupostos descritos por Creswell (2010, p. 214).

Os resultados são descritos na próxima seção, na qual apresentamos primeiramente as percepções dos estudantes quanto ao jogo Thermo10 como um RDD para o ensino da termoquímica e posteriormente as percepções dos professores descrevendo as respostas conforme os seis setores dos questionários. Consideramos que as respostas obtidas no questionário foram suficientes e satisfizeram o número necessário para nossa coleta, e posteriores conclusões. Entendemos que o jogo pode ser utilizado antes, durante e depois das discussões referentes aos conteúdos da termoquímica. Contudo, sugere-se a aplicação do Thermo10, antes da exploração do conceito, para que haja um melhor aproveitamento didático, possibilitando a construção do conceito no decorrer do jogo.

⁴ Disponível em Reis Filho (2020), no Apêndice A (Questionário dos Graduandos) e Apêndice B (Questionário dos Professores).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Thermo10 na percepção dos estudantes

Os dados apresentados nesta seção descrevem as percepções dos estudantes de química que fizeram uso do jogo digital Thermo10 sendo estes formados por 20 pessoas do sexo feminino (62,5%) e 12 do masculino (37,5%) em que 96,9% encontram-se entre 18 a 25 anos e 3,1% entre 26 a 35 anos. Destes participantes, cerca de 60% não possuem hábito de jogar, contudo 81,3% já pensaram em utilizar algum tipo de jogo em sala de aula como um recurso pedagógico. Os dados apontam que mesmo não tendo o hábito de jogar os estudantes apresentam uma predisposição em aplicar jogos de caráter educativo em sala de aula. Essa predisposição deve ser aproveitada e incentivada nos cursos de formação de professores, para que estes estudantes possam fazer uso dos jogos digitais com intencionalidade pedagógica em sua futura prática docente. Os jogos digitais sugerem novas alternativas de exploração que podem promover maior interação e engajamento dos estudantes. Os dados revelam que 15,6% dos estudantes afirmaram que não sabiam se conseguiriam utilizar um jogo em sala de aula. Este dado reforça a necessidade de discussões teóricas-metodológicas nos cursos de formação de Química, de modo a possibilitarem que os licenciandos possam se sentir motivados ou incentivados para utilizarem os jogos no processo de ensino e aprendizagem. A utilização de jogos, digitais ou analógicos, em sala de aula pode contribuir para a construção do conhecimento químico (SOARES e CAVALHEIRO, 2006; ZANON et al., 2008; LEITE, 2017).

Em relação ao Setor II do questionário analisamos os dados tomando como referência o Grau de Concordância da Escala (GCE) no QUIS de cinco itens, que varia de 1 (grau mais baixo) a 5 (grau mais alto), sendo calculado através de média ponderada, em que os pesos são o número de pessoas que escolheu cada item. Analisando as respostas, em que o índice de satisfação do usuário foi acima de 4, podemos dizer que a impressão geral (Tabela 2) dos estudantes em relação a atividade que participaram utilizando Thermo10 foi muito satisfatória, motivadora, adequada e muito fácil jogar, estas respostas aparecem nos discursos dos jogadores. Para G17 "É um jogo fácil de jogar, e por ser jogado com os amigos se torna mais empolgante" e para G19 "Gostei bastante do jogo, pois o mesmo além de ser divertido também estará contribuindo com a aprendizagem dos alunos de maneira divertida".

Tabela 2: GCE dos estudantes referentes à satisfação, motivação e entusiasmo.




| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
|--|--------------|-----|---|---|---|---|--------------|--|
| Como você se sentiu em relação à atividade que acabou de participar? | Insatisfeito | 4,3 | | | | | Satisfeito | |
| | Desmotivado | 4,5 | | | | | Motivado | |
| | Angustiado | 4,4 | | | | | Entusiasmado | |

Fonte: Elaborado pelos autores.

As perguntas relacionadas à jogabilidade do Thermo10 apresentam GCE médio de 4,2 (em que 5 equivale a uma concordância total), inferindo um grau de concordância positivo ou significativo sobre o jogo digital. Já as questões referentes às instruções/regras para aprender a usar o Thermo10 possuem GCE médio de aproximadamente 4,1 e as que buscam verificar o projeto gráfico e os objetivos didático-pedagógicos apresentam GCE médio de 4,3 (Tabela 3). Esses dados, de modo geral, caracterizam que o Thermo10 possui uma avaliação de interface computador-usuário extremamente positiva/significativa, sendo também evidenciado nas falas dos estudantes, por exemplo: "[o jogo é] Muito bom, deveria ser utilizado em todas as salas de ensino médio" (G22), "Jogo dinâmico que permite a interação no processo educacional" (G23) e "Desenvolve uma boa proposta em conjunto com um bom tema" (G25). Os aspectos da interatividade e dinamicidade do jogo são perceptíveis nestas falas, o que

podemos considerar como sendo um resultado significativo, uma vez que possibilita aos jogadores interagirem enquanto aprendem.

Tabela 3: GCE dos estudantes referentes ao projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos.

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
|--|---------------------|--|---|---|---|---|-----|---------------------|
| Ao término do jogo como você se sentiu? | Insatisfeito |  | | | | | 4,1 | Satisfeito |
| A proposta pedagógica deste trabalho é clara. | Discordo plenamente |  | | | | | 4,4 | Concordo plenamente |
| O jogo apresenta os recursos (desenhos, figuras, letras, etc.) adequados para o nível de escolaridade dos jogadores. | Discordo plenamente |  | | | | | 4,3 | Concordo plenamente |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação aos Setores III, IV, V e VI apresentamos uma visão geral das respostas, priorizando aquelas que consideramos relevantes para explicitar as percepções dos estudantes sobre o jogo. Quando questionados se "O jogo favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos termoquímicos, relacionando teoria com a prática no ensino de Química" obtivemos que 50% dos estudantes concordam completamente que o jogo favorece e 37,5% concordam parcialmente, o que reflete em 87,5% dos participantes indicarem que o Thermo10 contribui para a compreensão dos conceitos relacionados com a termoquímica. Alguns comentários foram: "muito bom porque favorece o entendimento dos assuntos relacionados a termodinâmica química" (G04), "muito bom, deveria ser utilizado em todas as salas de ensino médio" (G07) e "passa claramente o conteúdo em que o mesmo é voltado, além de ser motivador e muito didático" (G16). Ao fazermos uso do jogo do tipo ludo em uma plataforma digital (Thermo10) para discutir os conceitos termoquímicos, observamos que essa estratégia proporcionou experiências positivas na construção do conhecimento relativo ao ensino da termodinâmica. Corroborando com nossos resultados, uma outra experiência foi relatada por Soares e Cavalheiro (2006) em que aplicaram um jogo ludo (análogo) para o ensino da termoquímica e perceberam que a utilização de atividades lúdicas em sala de aula, auxiliam na aprendizagem dos estudantes.

Ao analisarem se os conceitos químicos no jogo são apresentados de forma correta e atualizada, 90,6% dos estudantes indicaram que sim. Segundo G29 "aborda o conteúdo em que o mesmo é voltado, além de ser motivador e muito didático" e G02 afirma que "o Jogo é muito interessante, e através dele pode-se aprender sobre reações químicas, lei de Hess e termodinâmica com as dicas e as questões que aparecem durante o jogo". E complementa que "esse jogo foi muito bem elaborado, e por se tratar de uma competição entre os jogadores, nos estimulou a continuar jogando, de forma que nem vimos o tempo passar" (G02). Esses dados nos levam a acreditar que o *software* procura apresentar de forma correta e atualizada os conceitos relacionados à termoquímica, o que pode ser percebido também na fala dos estudantes.

Boa parte dos estudantes indicaram nas respostas do questionário que não excluiriam nada do jogo (78,1%). Dos estudantes que afirmaram que excluiriam algo do jogo (21,8%), mencionaram o tamanho das perguntas. Para G32 "algumas questões são do ENEM e apresentam textos longos, se tirar deixaria as questões mais fáceis de ler". Em termos de configurações, um dos participantes informou que eliminaria, na versão completa, um peão (são três, ficariam apenas dois). Analisando estas sugestões, entendemos que a versão rápida pode ser utilizada para que o jogo não se prolongue e a remoção das questões do ENEM poderia resultar na perda das questões que apresentam contextualizações pertinentes sobre a temática. Podemos inferir que o jogo Thermo10 se apresenta como um recurso didático digital que possui uma boa finalização em relação ao desenvolvimento dos conceitos

propostos. Tal percepção é relatada em algumas falas dos estudantes: "É um jogo bem dinâmico, onde pode-se obter conhecimento científico e aliar isso a um momento de descontração durante a disputa" (G11), "O jogo apresenta um estímulo ao aluno, além de chamar a atenção de forma simples e de fácil aprendizagem" (G15), "Desenvolve uma boa proposta em conjunto com um bom tema" (G25) e "Motivador, interativo etc." (G29).

Por fim, um detalhe nas respostas dos estudantes nos chamou a atenção, cerca de 60% destes não leram as instruções/regras do jogo, simplesmente começaram a jogar. Para G13 "Ninguém ler instruções de como jogar, a gente apenas joga e vai usando a lógica visual para aprender os comandos" e "o legal de jogar é aprender os comandos sem ter que seguir instruções já programadas, descobrir como funciona por conta própria é mais interessante" (G03). Ressalta-se que dentro de uma proposta didática fazendo uso do jogo é necessário que os jogadores leiam e conheçam as regras do jogo, pois contribuirá para o melhor desenvolvimento da atividade. Assim, consideramos importante que o professor oriente e alerte seus estudantes a lerem as regras do jogo, antes de utilizá-lo em uma atividade pedagógica.

Thermo10 na percepção dos professores

A aplicação do jogo com os professores foi realizada durante o processo de formação continuada e contou com uma breve apresentação sobre o seu objetivo e que a participação seria voluntária. Participaram da aplicação do jogo um grupo formado por 10 docentes de Química (6 professores e 4 professoras) pertencentes à Rede Pública Estadual, em que apenas um tinha um ano de experiência em sala de aula, os demais apresentavam mais de 8 anos de experiência como docente de Química. Em relação à formação destes, além de licenciados, 4 docentes possuem especialização, 2 mestrados, 2 não possuem nenhum tipo de pós-graduação e 2 são doutores (entre os quais um fez pós-doc).

Quando questionados com que frequência jogam semanalmente, metade dos professores afirmaram que possuem o hábito de jogar. Alguns comentários foram: "costumo jogar cerca de dez horas por semana" (P2) e "tenho jogado desde minha juventude, sempre que posso jogo" (P9). Os professores que responderam não terem hábito de jogar se limitaram a resposta, sem apresentar justificativas. Ao serem questionados se já pensaram em utilizar algum jogo em sala de aula, seis professores afirmaram que sim, dois que não, e dois que não sabiam se conseguiriam utilizar. Estes dois que responderam: "não saber se conseguiriam utilizar" reforçam a importância de uma formação inicial que prepare o professor para utilizar os diferentes recursos didáticos, quer sejam baseados nas tecnologias digitais ou não. É necessário que na formação dos professores de Química discussões teóricas/metodológicas sobre o uso dos jogos (digitais ou não) em sala de aula sejam comuns, destacando as possibilidades de criação e/ou utilização por professores para a construção do conhecimento químico. Em relação aos que indicaram pensar em utilizar os jogos destacamos a fala de P7 que além de jogar "Eu também faço jogos em sala de aula. Como por exemplo: quiz, quebra-cabeça, desafios" (P7). A criação de jogos por parte do docente é uma ação importante, principalmente quando estes são Jogos Educativos Formalizados (JEF), pois podem ensinar em ambientes formais e não formais o conteúdo escolar apresentando uma intencionalidade pedagógica (CLEOPHAS et al., 2018).

Embora exista uma predisposição na utilização de jogos educativos, por parte dos professores, quando se trata de jogos educativos digitais, essa utilização é inexistente, pois quando perguntados "Se já empregou algum jogo digital em suas atividades na escola?", seis docentes responderam que não e quatro que pretendiam futuramente. Os dados nos indicam a existência de potencial imediato e futuro para a aplicação de jogos digitais no processo de ensino e aprendizagem da Química, contudo não é uma prática (muito) observada no cotidiano destes professores.

Em relação ao Setor II as respostas obtidas por meio do GCE apontam que a impressão geral dos docentes sobre o jogo Thermo10 é de um *software*/aplicativo satisfatório para o ensino de termoquímica, motivador, adequado e muito fácil jogar (fácil de aprender a operar e explorar, inclusive por tentativa e erro). Essa satisfação e facilidade de aprender a jogar aparecem nos discursos dos professores participantes. Para P8 "Muito interessante e motivador", P3 afirma que foi "Muito interessante utilizando um jogo já conhecido como ludo para o ensino de termoquímica" e P1 é uma "Importante metodologia de ensino". Tais respostas corroboram com os dados na pesquisa realizada por Zanon et al. (2008), em que identificaram em um jogo do tipo ludo as características como motivação, raciocínio, interação, estratégia durante o processo de ensino e aprendizagem.

As perguntas relacionadas à jogabilidade do Thermo10, apresentam GCE médio de 3,8; as referentes as instruções para aprender a usar o *software*/aplicativo possuem GCE médio de 4,1; as que buscam verificar o projeto gráfico e os objetivos didático-pedagógicos apresentam GCE médio de 4,1 o que caracteriza que o Thermo10 possui uma avaliação de interface computador-usuário positiva, o que foi, também, evidenciado nas falas dos professores: "A proposta pedagógica deste trabalho é clara" (P7), "quando terminei, fiquei querendo jogar novamente e pensando nas possibilidades de aplicar com meus alunos" (P2) e "conseguiu jogar ele todo e não percebi o tempo passar" (P6). Em relação a esta última fala, observamos uma das características do *flow*, proposta por Csikszentmihalyi (1990), em que o jogador se envolve em determinadas atividades a ponto de não perceber o tempo passar, "pois a própria experiência proporciona prazer e uma sensação agradável de felicidade" (LEITE, 2017, p. 8).

As respostas obtidas nos Setores III, IV, V e VI destacam as percepções dos professores em relação aplicabilidade, adequação do Thermo10 para o ensino de termoquímica. Questionados sobre se "O jogo favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos termoquímicos, relacionando teoria com a prática no ensino de Química", oito professores assinalaram que concordam, um assinalou como indiferente e outro como discorda parcialmente (porém não apresentou justificativa). A partir desses dados e das falas dos participantes podemos dizer que o jogo Thermo10 favorece a compreensão dos conteúdos da termoquímica sendo mais um recurso para utilizar com os estudantes. Algumas respostas foram "excelente jogo, sem dúvidas vai estimular o interesse dos alunos pelo tema abordado" (P2), "em relação ao conteúdo da termo[química] apresentada no jogo vai ajudar os alunos na compreensão e o melhor é que o jogo aborda vários assuntos da termo[química]" (P7) e "os assuntos do jogo são claros, se o aluno prestar atenção ele pode aprender com o jogo" (P5). Esta última fala evidencia o Thermo10 como um jogo educativo formalizado, pois conforme Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018, p. 39) um JEF visa "à aquisição de conhecimentos específicos sobre determinados conteúdos existentes".

Ao serem solicitados para analisarem se "o jogo apresenta noções e conceitos atuais sobre os processos termoquímicos", nove professores afirmaram que sim e um respondeu indiferente. Além disso, os professores concordam que o jogo Thermo10 evita o uso de metáforas e analogias que induzam a formação de conceitos errôneos pelos estudantes e que os exercícios, ilustrações ou imagens são apresentados de forma correta e atualizada.

Os docentes relataram que o jogo Thermo10 se apresenta como um ótimo RDD para o ensino de termoquímica possuindo uma boa finalização em relação ao desenvolvimento dos conceitos propostos e se mostraram interessados em ter o jogo disponível para aplicarem em suas turmas, como relata P2 "Muito bom o jogo! Gostaria de ter a versão para trabalhar com meus alunos. Gostaria ainda mais de aprender a desenvolver jogos digitais" e P7 "tem como levar para usar com meus alunos? Já pensei em como aplicar com eles". Em relação à leitura das instruções do jogo, seis afirmaram que iniciaram o jogo sem ler as instruções e não tiveram dificuldades em compreender a dinâmica do jogo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou as percepções de professores e estudantes durante a aplicação do jogo digital Thermo10 sugerindo possíveis contribuições para o ensino da termoquímica, como forma de contribuir com o processo de construção do conhecimento mais eficaz e estimulante. Uma das propostas do jogo é trabalhar conteúdos presentes na termoquímica e buscar diminuir as dificuldades, já identificadas em pesquisas sobre esta temática, dos estudantes de forma lúdica.

Com base nos resultados obtidos, acreditamos que o jogo digital Thermo10 é um recurso viável para o ensino dos conceitos termoquímicos. Esses resultados nos permitem inferir que o Thermo10 pode contribuir para a aprendizagem desses conceitos, e de modo particular, os referentes aos processos endotérmicos e exotérmicos, pois se trata de um RDD que se aproxima da realidade do educando (jogo digital) e que estimula à interação em sala de aula, constituindo, assim, um potente recurso para o professor em sua prática pedagógica. Ademais, Thermo10 como um JEF pode se caracteriza como um Jogo Didático (LEITE e SOARES, 2020), em que pode ser utilizado para reforçar conceitos e avaliar o aprendizado dos estudantes envolvidos, sendo aplicado pelo professor normalmente após a discussão do conteúdo.

Na percepção dos professores e estudantes Thermo10 apresenta características positivas em relação a: interface aplicativo-usuário; desenvolvimento dos conceitos propostos; interação entre os diversos atores responsáveis pelos processos de ensino e aprendizagem; efeito motivador; equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa. Permitindo que possamos inferir que o jogo Thermo10 representa, potencialmente, um RDD que contribui na compreensão dos conteúdos envolvidos na Química, em especial nos processos termoquímicos. Além disso, o Thermo10 pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem da Química, sendo um recurso favorável na construção do conhecimento.

Por fim, o Jogo Thermo10 está disponível para que professores e estudantes possam utilizar em sala de aula de modo a contribuir para os processos de ensino e aprendizagem, nos seguintes endereços: <https://bit.ly/thermo10web> para jogar on-line (versão *webtop*), <https://bit.ly/baixarthermo10> para baixar o *software* e jogar off-line (versão *desktop*) e em <http://bit.ly/thermo10play> para jogar em *smartphones* e/ou *tablets* instalando o aplicativo disponível na *Google Play* (versão *android*).

Agradecimentos

Ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI).

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Julian; DJAOUTI, Damien. An introduction to Serious Game Definitions and Concepts. In: Serious Games & Simulation for Risks Management Workshop, 2011. **Anais...** 2011.
- ALVES, Dijan Fillippi de Sousa; SILVA, Joaquim Fernando Mendes da. Jogos digitais: uma revisão sobre definições, fundamentos e aplicações no ensino de ciências. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 4, n. 1, p. 80-94, 2020.
- ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BATTISTELLA, Paulo; WANGENHEIM, Christiane von; FERNANDES, João Miguel. Como jogos educacionais são desenvolvidos? Uma revisão sistemática da literatura. In: XXII Workshop sobre Educação em Computação, 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Computação, 2014.

BROWN, Theodore L.; LEMAY, H. Eugene; e BURSTEN, Bruce E. **Química, a ciência central**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BUCHINGER, Diego; HOUNSELL, Marcelo da Silva. Jogos Sérios Competitivo-Colaborativos: Um Mapeamento Sistemático da Literatura. In: XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Campinas, 2013. **Anais...** Campinas, Sociedade Brasileira de Computação, 2013.

CLEOPHAS, Maria das Graças; CAVALCANTI, Eduardo Luiz D; SOARES, Márlon Herbert Flora Bastos. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no ensino de química/ciências? Colocando os pingos nos "is". In: CLEOPHAS, Maria das Graças; SOARES, Márlon Herbert Flora Bastos. (Orgs.). **Didatização lúdica no ensino de química/ciências: teorias de aprendizagem e outras interfaces**. São Paulo: Livraria da Física, p. 33-43, 2018.

COLL, César; MAURI, Teresa; ONRUBIA, Javier. A incorporação das tecnologias da informação e da comunicação na educação: Do projeto técnico-pedagógico às práticas de uso. In: COLL, César; MONEREO, Carles. (Orgs.). **Psicologia da Educação virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, p. 66-93, 2010.

COSTA, Sandra Regina Santana; DUQUEVIZ, Barbara Cristina; PEDROZA, Regina Lúcia Sucupira. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 19, n. 3, p. 603-610, 2015.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihalyi. **Flow: the psychology of optimal experience**. New York: Happer Perennial, 1990.

DINIZ JUNIOR, Antonio Inácio; SILVA, João Roberto Ratis Tenório; AMARAL, Edênia Maria Ribeiro do. Zonas do perfil conceitual de calor que emergem na fala de professores de química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. especial 1, 2015.

FILARDI, Ana Lúcia; TRAINA, Agma Juci Machado. Montando questionários para medir a satisfação do usuário: Avaliação de interface de um sistema que utiliza técnicas de recuperação de imagens por conteúdo. In: VII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 2008. **Anais...** Porto Alegre, 2008. p. 176-185.

LEITE, Bruno Silva. Gamificando as aulas de química: uma análise prospectiva das propostas de licenciandos em química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2017.

LEITE, Bruno Silva. **Tecnologias no ensino de química: teoria e prática na formação docente**. Curitiba: Appris, 2015.

LEITE, Maria Aparecida da Silva; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. Jogo Pedagógico para o Ensino de Termoquímica em turmas de educação de jovens e adultos. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 3, p. 227-236, 2020.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, 22, 140, p. 1-55, 1932.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2012.

MESSEDER NETO, Hélio da Silva. **O lúdico no ensino de química na perspectiva histórico-cultural: além do espetáculo, além da aparência**. Curitiba: Editora Prismas, 2016.

MORTIMER, Eduardo Fleury; AMARAL, Luiz Otávio F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de Termoquímica. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 30-34, 1998.

OLIVEIRA, Ana Paula Sabino de; MARQUES, Deividi Marcio. Análise das Dificuldades Conceituais sobre o Conceitos de Termodinâmica na Formação Inicial de Professores de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 2, p. 55-70, 2019.

PAULETTI, Fabiana; RAMOS, Maurivan Güntzel. As concepções de professores de uma escola pública sobre o uso das TICs no Ensino de Química. **Revista Areté / Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 10, n. 22, p. 179-193, 2017.

PRENSKY, Marc. **Don't bother me, Mom, I'm learning**: how computer and videogames are preparing your kids for 21st century and how you can help!. St. Paul: Paragon House, 2006.

REIS FILHO, Afonso Feitosa. **Jogo digital Thermo10 para o ensino de termoquímica**. 2020. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

ROCHA, Rafaela Vilela da; BITTENCOURT, Ig Ibert; ISOTANI; Seiji. Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Maceió, 2015. **Anais... Maceió**, 2015.

SANTOS, Cícero Ernandes de Melo; LEITE, Bruno Silva. Construção de um jogo educativo em uma plataforma de desenvolvimento de jogos e aplicativos de baixo grau de complexidade: o caso do Quizmica - Radioatividade. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p. 193-202, 2019.

SILVA, Ana Paula Cirino da; SIMÕES NETO, José Euzébio; SILVA, João Roberto Ratis Tenório da. Abordagem do conceito de calor por meio de atividades experimentais a partir da teoria dos perfis conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 438-454, 2019.

SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. O Ludo como um jogo para discutir conceitos em Termoquímica. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 27-31, 2006.

TOMCEAC, Jean Rafael; ALMEIDA, Fernando José. Jogos digitais na escolar pública: novas dinâmicas curriculares e perspectivas para formação e prática docente. In: MEIRA, Luciano; BLIKSTEIN, Paulo. (Orgs). **Ludicidade, jogos e gamificação na aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2020.

ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante; GUERREIRO, Manoel Augusto da Silva; OLIVEIRA, Robson Caldas de. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 1, p. 72-81, 2008.

RESENHA DO LIVRO: NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: COMO O CÉREBRO APRENDE

REVIEW OF THE BOOK: NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: COMO O CÉREBRO APRENDE

Flávia Lage Pessoa da Costa [flavialpc@gmail.com ou flavialage@pucminas.br]

Viviane Aparecida Carvalho de Moraes [vivi.carvalhomorais@gmail.com]

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

RESUMO

A interlocução entre Neurociência e Educação está, cada vez mais, presente no cotidiano dos educadores, principalmente após a década de 90 ser chamada de “década do cérebro”, a qual permitiu, a partir de então, o avanço das pesquisas científicas voltadas à compreensão do sistema nervoso. Nessa perspectiva, esta resenha tem por objetivo apresentar o livro “Neurociência e Educação: Como o Cérebro Aprende” dos autores Ramon Moreira Cosenza e Leonor Bezerra Guerra, o qual está totalmente relacionado ao contexto mencionado. A obra abordada na presente resenha é uma das pioneiras em explorar como a Neurociência pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem. Nela, os autores explanam, com uma linguagem simples e objetiva, sobre a organização e o neurodesenvolvimento do sistema nervoso, bem como as dificuldades e os transtornos de aprendizagem, por exemplo, dislexia e discalculia, os quais podem comprometer o processo de aprendizagem. Por último, Cosenza e Guerra (2011) levam o leitor a refletir como os estudos neurocientíficos são importantes para a educação e como tais conhecimentos podem contribuir para a excelência dos processos de ensino e aprendizagem. O livro em questão é indicado para profissionais da educação e da saúde, mas também para leitores curiosos em conhecer e compreender como a Neurociência afeta a aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: neurociência; educação; aprendizagem.

ABSTRACT

The interlocution between Neuroscience and Education is increasingly present in the daily lives of educators, especially after 90's being called "decade of the brain", which allowed, since then, advances in scientific research aimed at understanding the nervous system. In this perspective, this review aims to present the book "Neurociência e Educação: Como o Cérebro Aprende", by authors Ramon Moreira Cosenza and Leonor Bezerra Guerra, which is totally related to the mentioned context. The work covered in this review is one of pioneers in exploring how Neuroscience can contribute to the teaching and learning process. The authors explain in a simple and objective language about the organization and neurodevelopment of the nervous system, as well as learning difficulties and disorders, for example, dyslexia and dyscalculia, which can compromise learning process. Finally, Cosenza and Guerra (2011) lead the reader to reflect how neuroscientific studies are important for education and how such knowledge can contribute to the excellence of teaching and learning processes. The book in question is suitable for education and health professionals, but also for readers curious to know and understand how Neuroscience affects learning.

KEYWORDS: neuroscience; education; learning.

INTRODUÇÃO

Há algumas décadas, os cientistas avançaram muito nos conhecimentos sobre o desenvolvimento e o funcionamento cerebral. Contudo, esses avanços, muitas vezes, não são acessíveis ou facilmente compreendidos pelo público que trabalha diretamente com o desenvolvimento do cérebro: o educador. Aqui vale ressaltar que o termo “educador” não se refere apenas a professores e pedagogos, mas a profissionais diversos que trabalham com o cérebro, tais como pais, psicólogos, fonoaudiólogos e terapeutas ocupacionais. Nesse contexto de pouca acessibilidade das pesquisas científicas na área de neurociência e educação, a obra literária “Neurociência e Educação: como o cérebro aprende” busca aprimorar a conversa entre essas duas áreas. Essa reflexão faz-se importante, porque a interlocução entre o conhecimento da Neurociência e da Educação está cada dia mais presente na sala de aula e esse livro pioneiro no assunto é o responsável por esta resenha.

“Neurociência e Educação: Como o Cérebro Aprende” apresenta doze capítulos e uma lista de leituras sugeridas, a qual conta com indicações de livros e artigos científicos para o leitor mergulhar no universo da Neurociência. Os autores são os professores Ramon Moreira Cosenza e Leonor Bezerra Guerra. O professor Doutor Ramon Moreira Cosenza é médico e doutor em Ciências, professor aposentado do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. A professora Leonor Bezerra Guerra também é médica e doutora em Ciências, sendo atualmente professora aposentada do Departamento de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG.

Inicialmente, os autores discorrem sobre a organização do sistema nervoso (SN) em relação à sua anatomia e funcionalidade, e como esse sistema está envolvido na interação do indivíduo com o ambiente e com o processo de aprendizagem. Nas primeiras páginas, já se observa a preocupação dos autores em utilizar uma linguagem simples e ilustrações que possam explicar o que é um neurônio, quais estruturas formam-no e como eles comunicam-se entre si. Partindo de uma análise microscópica para uma macroscópica, são esclarecidos os nomes e localizações das estruturas que constituem o cérebro, além de serem citadas como essas estruturas organizam-se em vias, as quais podem levar informações sensoriais para o cérebro ou gerar respostas motoras que foram processadas por ele.

Já no capítulo 2, são abordados o desenvolvimento do SN no período pré-natal e a formação das conexões sinápticas. Embora o desenvolvimento do SN tenha um curso comum para todos os indivíduos, nunca o cérebro de uma pessoa será igual ao de outra. Isso ocorre, porque os estímulos e a própria interação do sujeito com o ambiente farão com que as conexões formem-se de maneiras distintas. Essas conexões, uma vez formadas, podem sofrer modificações, nas quais algumas podem ser perdidas e outras podem ser fortalecidas e durar por toda uma vida. O nome dado a essa capacidade do SN de se modificar é a plasticidade.

Nos três capítulos seguintes, são discutidos constructos indispensáveis para a aprendizagem: atenção e memória. De acordo com os autores, somos bombardeados de estímulos a todo momento e não conseguimos processá-los ao mesmo tempo. Essa habilidade de focarmos no estímulo mais relevante e ignorar os demais ocorre devido aos neurônios da atenção, habilidade abordada no capítulo 3, sendo esse tipo de atenção é classificada como sustentada. Ao longo do capítulo, são apresentados outros tipos de atenção: dividida e alternada, bem como as áreas cerebrais responsáveis por elas. Cosenza e Guerra (2011) destinam um capítulo para a atenção, pois conhecer os processos atencionais e quando eles estão amadurecidos na criança é importante para o educador compreender que se trata de um fenômeno biológico, além de saber quais estratégias podem ser utilizadas a fim de atrair o foco do aprendiz.

Como mencionado anteriormente, a atenção funciona como um filtro, que permite que o aluno foque no estímulo mais importante. Nesse contexto, uma vez que este esteja concentrado, a informação poderá ser melhor processada pelo cérebro e se tornar uma

memória. A memória é o registro de informações pelo cérebro, ela consiste em armazená-las durante determinado período, o qual pode durar horas, dias e, até mesmo, uma vida toda. Nos capítulos 4 e 5, os autores explanam sobre os tipos de memória e como elas interferem no processo de aprendizagem. Cosenza e Guerra (2011) ainda ressaltam que a dificuldade dos alunos em armazenar o conteúdo ministrado pelos professores consiste em uma de suas principais queixas, sendo, então, necessário compreender quais os mecanismos biológicos e quais estratégias o educador pode se valer para melhorar a retenção do conteúdo, o que poderá ajudá-lo no seu trabalho diário.

Outro fator que interfere na aprendizagem é a emoção. Quando os alunos estão motivados é mais fácil focar na tarefa e, conseqüentemente, armazenar os registros na memória. O papel da emoção e as estruturas cerebrais responsáveis por ela são abordados no capítulo 6. Mais uma vez, os autores ressaltam a necessidade de o educador, em suas práticas pedagógicas, promover atividades que provoquem emoções positivas e, dessa forma, proporcionar mais facilmente a aprendizagem.

O capítulo 7 trata das funções executivas, as quais se referem à habilidade que nos permite executar ações para alcançar um objetivo. Elas são importantes para guiar o nosso comportamento e dependem de diversas áreas cerebrais. É importante destacar que algumas dessas áreas só alcançarão seu desenvolvimento completo entre o fim da adolescência e início da idade adulta. Em especial, pode-se citar o córtex pré-frontal, o qual é necessário para a flexibilidade cognitiva e tomada de decisões.

Além disso, vale mencionar que fatores ambientais interferem nas conexões entre os neurônios. No âmbito da educação, a leitura e o senso numérico estão entre esses fatores. Ambos são abordados nos capítulos 8 e 9, respectivamente. Nessa perspectiva, no cérebro, há regiões especializadas na linguagem falada: área de Broca (lobo frontal) e área de Wernicke (junção temporo-parietal), as quais estão localizadas no hemisfério esquerdo. Já as regiões responsáveis pela leitura compreendem o lobo frontal, a junção temporo-parietal e a junção occipito-temporal. Alguns leitores podem apresentar um atraso na aquisição da leitura decorrente da dificuldade de sua compreensão, a qual pode ser observada no início da alfabetização ou em decorrência de uma lesão cerebral no neurodesenvolvimento do indivíduo (dislexia).

Ainda nesse viés, assim como o nosso cérebro reconhece letras e palavras, ele também consegue identificar números. Nesse processo, diversas áreas cerebrais trabalham juntas, formando circuitos que contribuirão para o reconhecimento numérico. No entanto, há três circuitos que ajudarão no processamento: 1) percepção da magnitude, por exemplo, fileira numérica (1 2 3 4 5...) – essa percepção caracteriza-se por reconhecer que o 2 é maior que o 1; o 3 é maior do que o 2 e, assim, por diante –, que está localizada no córtex do lobo parietal de ambos hemisférios cerebrais; 2) representação visual/gráfica dos símbolos numéricos, por exemplo, algarismos arábicos (1, 2, 3...), que está localizada na junção occipito-temporal em ambos hemisférios cerebrais; 3) representação verbal dos números, por exemplo, um, dois, três, quatro, cinco e outros, cuja localização encontra-se no córtex do hemisfério esquerdo, envolvendo regiões temporo-parietais. Da mesma forma que há crianças com dificuldade de leitura, também há aquelas com dificuldade no senso numérico; isto é, quando a numeracia não se desenvolve, a atipicidade é denominada de discalculia do desenvolvimento. Já quando a dificuldade em realizar cálculos matemáticos ocorre em adultos, por exemplo, após uma lesão cerebral, é denominada apenas como discalculia.

Nos capítulos 10 e 11, os autores conduzem o leitor a uma discussão sobre a inteligência e sobre as dificuldades de aprendizagem. Segundo Cosenza e Guerra (2011), ainda no capítulo 10, a inteligência depende de fatores genéticos e da interação desses fatores com o ambiente em que o indivíduo está inserido. No cérebro, não há uma região específica responsável pela inteligência, o que se sabe é que a substância branca, região responsável por conectar as diversas áreas cerebrais, desempenha papel fundamental ao conectar as diversas áreas

cerebrais, por exemplo, a área motora da fala a área da compreensão da linguagem, o que faz com haja um maior grau de eficiência. Já no capítulo 11, são discutidas as dificuldades de aprendizagem, que, muitas vezes, geram situações desconfortantes para o educador. Isso, porque lidar com crianças ou, até mesmo, adolescentes que são desatentos ou indisciplinados na sala de aula torna-se um grande desafio para o professor. Logo, esse capítulo busca dar uma visão geral sobre os principais transtornos de aprendizagem, suas etiologias e possíveis abordagens terapêuticas.

Por fim, os autores discutem como os estudos neurocientíficos são importantes para a educação e como tais conhecimentos podem somar para a excelência dos processos de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, a divulgação científica de como a Neurociência pode contribuir com o processo de aprendizagem vem crescendo muito nos últimos anos e é uma forma de atualização para os profissionais da educação. Sendo assim, o livro abordado na presente resenha é uma excelente escolha para educadores e pais que desejam iniciar os estudos sobre as estruturas e funções do SN, principalmente o cérebro, e entender suas relações com o processo de aprendizagem. Dessa forma, o conhecimento da estrutura e do funcionamento cerebral pode permitir que educadores e pais compreendam melhor os comportamentos e atitudes que o indivíduo executa na sua vida cotidiana.

REFERÊNCIAS

COSENZA, Ramon Moreira; GUERRA, Leonor Bezerra. **Neurociência e Educação: Como o Cérebro Aprende**. 1. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2011, 151p.



Revista
Ciências & Ideias