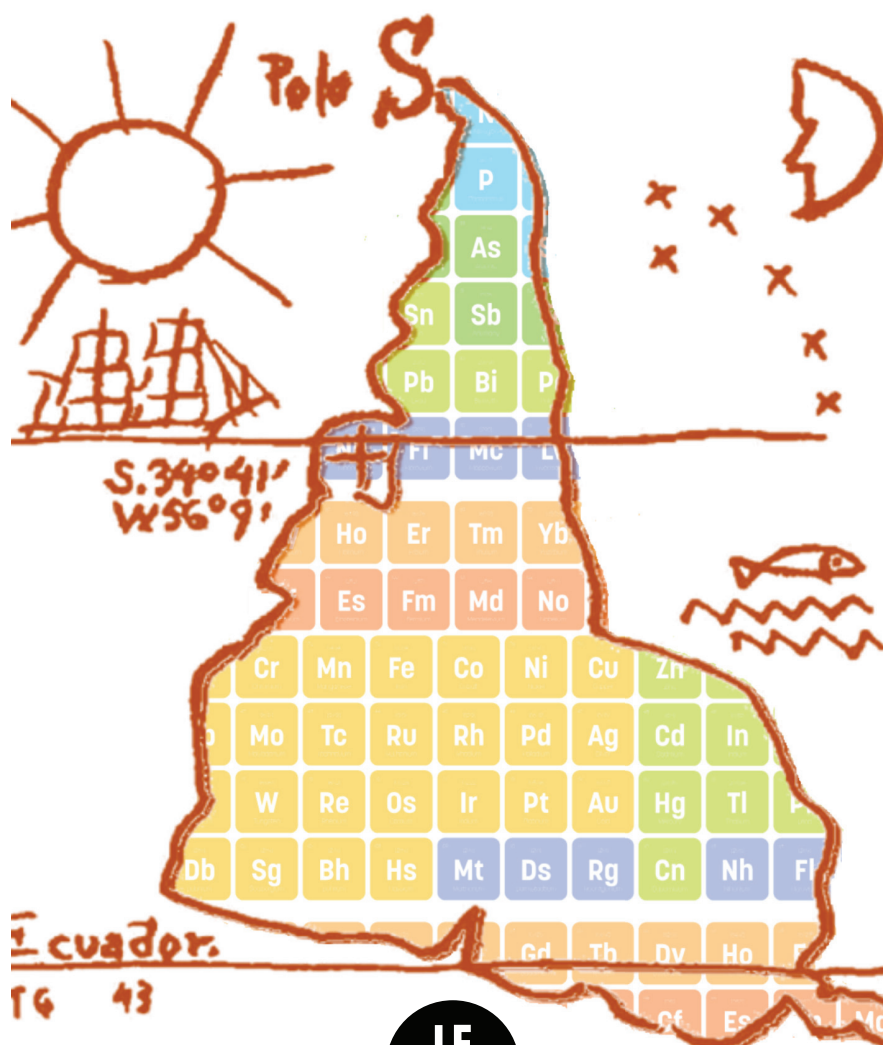


Andrei Steven Moreno-Rodríguez
Robson Simplicio de Sousa

Organizadores

HORIZONTES LATINO-AMERICANOS NA EDUCAÇÃO QUÍMICA:

singularidades e perspectivas de pesquisa



HORIZONTES LATINO-AMERICANOS NA EDUCAÇÃO QUÍMICA:

singularidades e perspectivas de pesquisa



Conselho Editorial da LF Editorial

Amílcar Pinto Martins - Universidade Aberta de Portugal

Arthur Belford Powell - Rutgers University, Newark, USA

Carlos Aldemir Farias da Silva - Universidade Federal do Pará

Emmánuel Lizcano Fernandes - UNED, Madri

Iran Abreu Mendes - Universidade Federal do Pará

José D'Assunção Barros - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Luis Radford - Universidade Laurentienne, Canadá

Manoel de Campos Almeida - Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Maria Aparecida Viggiani Bicudo - Universidade Estadual Paulista - UNESP/Rio Claro

Maria da Conceição Xavier de Almeida - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Maria do Socorro de Sousa - Universidade Federal do Ceará

Maria Luisa Oliveras - Universidade de Granada, Espanha

Maria Marly de Oliveira - Universidade Federal Rural de Pernambuco

Raquel Gonçalves-Maia - Universidade de Lisboa

Teresa Vergani - Universidade Aberta de Portugal

Andrei Steveen Moreno-Rodríguez
Robson Simplicio de Sousa
Organizadores

HORIZONTES LATINO-AMERICANOS NA EDUCAÇÃO QUÍMICA:

singularidades e perspectivas de pesquisa



2025

Copyright © 2025 os autores
1ª Edição

Direção editorial: Victor Pereira Marinho e José Roberto Marinho

Capa: Fabrício Ribeiro

Projeto gráfico e diagramação: Fabrício Ribeiro

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Horizontes latino-americanos na educação química: singularidades e perspectivas de pesquisa /
organizadores Andrei Steeven Moreno-Rodríguez, Robson Simplicio de Sousa. –
São Paulo: LF Editorial, 2025.

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-5563-589-8

1. Educação - América Latina 2. Investigação 3. Pesquisas 4. Química - Estudo e ensino I. Moreno-Rodríguez, Andrei Steeven. II. Sousa, Robson Simplicio de.

25-273491

CDD-540.7

Índices para catálogo sistemático:
1. Química: Estudo e ensino 540.7

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida
sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.

Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107
da Lei Nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



LF Editorial

www.livrariadafisica.com.br

www.lfeditorial.com.br

(11) 2648-6666 | Loja do Instituto de Física da USP

(11) 3936-3413 | Editora

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da obra.

Agradecemos a todas as pessoas que fizeram ou fazem parte da iniciativa do MAPEQUIM/AL.

Prefácio

Foi com grande admiração que recebi o convite para prefaciar este livro e digo algumas das razões: a ideia de ampliar nosso conhecimento sobre a pesquisa em Educação Química na América Latina era um sonho antigo, iniciado a partir de um Encontro Ibero-americano de Investigação compromissado com a escola pública e a educação de seus estudantes. Naquele evento encontramos professores e pesquisadores da latino-américa politicamente engajados por uma educação potente de transformação dos estudantes. E este sentimento de pertencimento se concretizou ao longo de minha atuação docente de modo não-premeditado, sistematizado, organizado. A orientação de estudantes colombianos em um determinado momento fez toda a diferença, mas ainda de forma incipiente por, talvez, uma brasilidade dominante. Assim que este segundo livro de um projeto que pretende ampliar nossa compreensão sobre a pesquisa na área de Educação Química representa a concretização de um ponto inicial de virada: um olhar voltado para a área de Educação Química na América Latina.

O livro inicia trazendo esta ideia de fronteira que é onde estamos. De um lado somos químicos, de outro somos professores e pesquisadores na área. Somos educadores químicos estabelecendo esta fronteira entre estes dois campos. Mas como nos afirma Robson Simplicio de Sousa no texto de abertura, já meu querido professor Chassot apresentava esta ideia de que estamos na fronteira com um objetivo: educar. Também estamos na fronteira por termos recebido conhecimentos de outros continentes, especialmente da Europa e dos Estados Unidos. Não vamos romper com estes conhecimentos, mas a partir deles, com eles, produzir nosso próprio conhecimento. Esta foi a intenção que resulta nos artigos apresentados neste livro.

O segundo texto já sinaliza para a concretização desta ideia de ampliação do conhecimento da área com um texto de um autor chileno, Mario Quintanilla Gatica e de uma argentina, Marina Masullo que remetem a esta ideia de promoção de um diálogo frutífero conosco a partir da teoria da complexidade de Edgar Morin. Uma Educação Química para a cidadania ressoa com nossas apostas. A discussão sobre uma obra de arte é um convite que faço a vocês para tecer conhecimentos e os autores apresentam módulos de conteúdos e

seus objetivos para compor este tecido complexo em quatro âmbitos em que desenvolvemos pesquisas: os contextos de educação, pesquisa e inovação, avaliação e aplicação. Os autores descrevem em detalhe cada um destes contextos onde se desenvolve a atividade científica e nos instigam com duas perguntas: Que Química esperamos que aprendam os estudantes em uma disciplina com os propósitos apresentadas nesses contextos? Que estratégias de ensino, de aprendizagem e avaliação seriam apropriados nesta proposição? Algumas das respostas estão no texto.

O terceiro texto também remete à ideia da fronteira. Vivian dos Santos Calixto traz metáforas para falar da Educação Química como quintal maior do que o mundo. A autora discute três personagens: o Ipê, as Ervas Daninhas e o Tuiuiú para falar sobre nossa identidade latino-americana. O que cada um de nós será nesta correlação apresentada pela autora: Ipê, árvore frondosa, Erva Daninha em todo quintal ou o Tuiuiú, ave símbolo do Pantanal. Talvez cada um de nós tenha outros personagens para falar da Educação Química em seu contexto. Eu escolheria também o Ipê e tenho um amarelo em meu quintal com muitas Ervas “Daninhas”. E como ave escolheria o Bem-te-vi. É com esta ideia que a autora entrelaça um texto problematizador discutindo algumas Ervas “Daninhas” presentes em todo quintal. Querem saber quais delas a autora percebe e com quais se incomoda em seu quintal?

Mais um texto problematizador é o de Carlos Alexander Guerrero Quitiaquez e de Boris Fernando Candela Rodriguez em que uma aula de Química é investigada a partir do desenvolvimento de uma alfabetização científica crítica tendo como tema os hidrocarbonetos. É um exemplo de pesquisa realizada no contexto escolar em que são apresentadas as falas dos estudantes, do professor e do pesquisador, e os autores descrevem ações sociocognitivas de ordem disciplinar, política e social que permitiram aos estudantes analisar, questionar e atuar sobre problemas sociocientíficos e socioambientais. Quem de nós da área da Educação Química seria coerente em manter um ensino de Química propedêutico sem abordar os contextos de aplicação? O texto remete a esta implicação sociopolítica nas aulas de Química.

As autoras Angélica Cristina Rivelini-Silva e Márcia Aparecida dos Santos dialogam com essa mesma questão ao apresentar uma abordagem CTS para a integração curricular. Neste texto se detalha uma pesquisa de uma proposta curricular desenvolvida a partir de oficinas temáticas para professores

do Ensino Médio. As Oficinas Temáticas detalhadas no texto promoveram a integração curricular e a interdisciplinaridade; a reflexão sobre a prática pedagógica, o desenvolvimento de novas estratégias de ensino. Abordam também no texto os desafios na implementação das práticas, nossos conhecidos de longa data: a falta de recursos materiais para a realização das atividades práticas, a sobrecarga de trabalho, a falta de tempo para o planejamento adequado, ou seja, é necessário um suporte institucional robusto que envolve não só os professores, mas políticas públicas em diferentes níveis para a aplicação do que foi desenvolvido nas Oficinas Temáticas.

O próximo texto de três autoras equatorianas nos convida a compreender a gamificação nos processos de ensino e de aprendizagem de Química. Como sabemos a América Latina não tem obtido em avaliações internacionais grandes resultados e as autoras trazem aportes teóricos da gamificação com a finalidade de gerar compromisso nos estudantes e motivação. A leitura do texto me remeteu a sua história e a conhecer ferramentas digitais que podem ser utilizadas para fomentar habilidades, trabalho colaborativo e motivação para promover a aprendizagem de Química. Vale a pena a leitura, sem dúvida! E as respostas dos estudantes comprovam sua aprovação na utilização da gamificação e dessas ferramentas.

Modos diversos de narrar os silêncios de corpos Queers foi o tema abordado por Andressa Geovana Sitônio Barbosa Soares e Franklin Kaic Dutra-Pereira. O texto autobiográfico narra a história de uma graduanda *queer* do curso de Licenciatura em Química. Os autores problematizam os currículos em que certas existências e não outras são legitimadas. Assim, a Licenciatura em Química se torna também um campo de subjetividades moldadas e o currículo uma maquinaria de validação de algumas epistemologias especialmente a *cisheterobranco*-euro-norte-americano-cêntrica enquanto outras (a do Sul Global sobretudo), tema também deste projeto, se mantém em silenciamento. Como afirmam os autores, escrever nos convida a desfazer e refazer currículos, assumindo que no nosso caso, na Química, é afirmar que identidades diferentes não são marginais. Os autores nos deixam pistas a serem encontradas no texto.

Muito na área da Educação Química e mesmo para além dela se têm discutido a natureza da Química. O texto de Fredy Ramon Garay garay e de Letícia dos Santos Pereira apresenta uma proposição de articulação da Filosofia

e da História com o ensino de Química. Um texto teoricamente denso sobre a natureza da Química que apresenta uma metodologia específica denominada de *design-based research* (DBR). Esta metodologia parte de um problema concreto e a partir dele a construção de um produto didático ou mesmo de uma intervenção. O problema assumido no texto é sobre entendimento da natureza da Química por estudantes de graduação e os autores descrevem esta metodologia, assim como apresentam o instrumento para analisar o conhecimento sobre a natureza da Química.

Estamos vendo que os textos nos brindam com temáticas complexas e desafiadoras para a área da Educação Química, mas temos mais. Quézia Raquel Ribiro da Silva e Francisco Ferreira Dantas Filho abordam a decolonialidade e a etnoquímica trazendo os artesãos louceiros para a conversa! Entramos na leitura em outro cenário problematizando a demarcação do eurocentrismo como caminho único de conhecer. Os artesãos de louças de barro são trazidos nas vozes das mulheres dos artesãos ou deles mesmos, narrando como trabalhar a argila. Na leitura entramos num mundo de moldar o barro. É preciso saber o ponto, não deixar o barro pegar vento, não pode colocar no sol. Os autores relacionam estas narrativas com três conceitos termodinâmicos: sistema, vizinhança e troca de energia. É preciso ler para saber mais sobre o que envolve a produção destes artefatos de barro e sua relação com o ensino de Química.

Como fechamento, a Educação Decolonial se assenta no texto de Gabriel Inácio da Silva, Andrei Steeven Moreno-Rodriguez e Claudio Gabriel Lima Junior. Nossa dependência colonial novamente vai ser problematizada em um estudo de caso que aborda um problema: o conflito entre o garimpo ilegal e a proteção ambiental. E o texto vai nos descortinar diferentes tipos de colonialidade: do poder, do saber e do ser. Ao delinear as características de um estudo de caso é apresentada a narrativa do engenheiro químico e consultor ambiental, da representante governamental que enfrentam o desafio de mitigar as consequências do garimpo ilegal em uma reserva indígena.

Do que li, tenho certeza que o projeto de trazer mundos latino-americanos de pesquisa e educação na Química amplia nossa compreensão sobre nossas especificidades. Digo mais, podem ser inspiração também para outros contextos, consideradas suas especificidades como as que os textos aqui apresentaram e discutiram.

Agradeço o convite por fazer parte deste coletivo, parabenizo os autores e estendo este convite de leitura para a continuidade de um alargamento de compreensões possível para a área de Educação Química.

Parabéns aos autores sem dúvida! Vamos à leitura?

Maria do Carmo Galiuzzi

Apresentação

Este livro foi pensado e produzido no contexto do projeto de pesquisa “Mapeamento da comunidade latino-americana de pesquisa em Educação Química: uma análise de suas produções” (MAPEQUIM/AL), o qual foi aprovado e financiado por meio da Chamada Universal CNPq/MCTI/FNDCT Nº 18/2021 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Esta iniciativa foi idealizada e desenvolvida em coletivo, a partir do envolvimento de professoras e professores, pesquisadoras e pesquisadores das Instituições de Educação Superior, a saber: *Universidad de Córdoba* (Colômbia), Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Universidade Federal do Paraná - UFPR e Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

O nosso interesse se centrou em compreender o que está sendo produzido, em termos de investigação, por pesquisadoras e pesquisadores latinoamericanos(as) que pensam e produzem conhecimento na área de Educação Química. Assim, o principal objetivo do projeto foi mapear essa comunidade de pesquisa e analisar suas produções.

A proposta surgiu a partir de reflexões compartilhadas, nas quais nos questionamos: Como se estabelecem as relações acadêmicas e as parcerias de trabalho entre pesquisadores(as) da área no Brasil e pesquisadores de outros países latino-americanos? Por que nossos referenciais, na maioria das vezes, são compostos por autores europeus e/ou estadunidenses, cujas ideias foram desenvolvidas em contextos muito diferentes do nosso?

Nesse sentido, partimos do pressuposto de que as pesquisas brasileiras produzidas nos últimos anos dialogam pouco com autores e autoras dos países vizinhos, desconsiderando a importância da construção de uma identidade coletiva na América Latina. Portanto, um dos nossos principais interesses consistiu em contribuir para dar maior visibilidade a conhecimentos produzidos por pesquisadoras e pesquisadores latino-americanos, além de promover o estabelecimento de parcerias e colaborações futuras através de redes e equipes de trabalho que viabilizem a geração e a disseminação de novos conhecimentos.

Essa ideia se consolida ao olharmos para a América Latina, uma região que tem sido historicamente palco de lutas e conflitos, marcada pela exploração da biodiversidade e pela exploração humana. A partir dos processos de colonização e dominação, que acarretaram e ainda acarretam o apagamento de costumes e conhecimentos, as desigualdades regionais tornam-se cada vez mais visíveis, expressas na desigualdade, na pobreza, na precariedade da saúde e na falta de oportunidades educacionais.

Assim, as instituições educativas têm o desafio de romper com a colonização epistemológica e cultural, que tem sido reproduzida durante séculos na nossa região, pois os nossos modelos educacionais foram inspirados em padrões eurocêntricos, perpetuando a visão dos colonizadores. Esse processo continua sendo reafirmado pela globalização e pelas políticas neoliberais, consolidando a desqualificação de conhecimentos que não se enquadram nas normas hegemônicas ocidentais.

Nesse cenário, a cooperação entre os países da América Latina e a pesquisa voltada para a valorização da cultura e da biodiversidade latinoamericana são fundamentais para a construção de estratégias que promovam formas de viver mais equitativas, integrando as dimensões política, ambiental, educacional e científica. O impacto significativo da Educação científica depende de um esforço coletivo que reconheça e valorize diferentes formas de conhecimento e cosmovisões, contribuindo para a resolução das demandas sociais, culturais e ambientais da América Latina.

Com essas ideias em mente, neste livro compilamos textos científicos que abordam a Educação Química desde perspectivas diversas e que foram produzidos por pesquisadores que atuam na Colômbia, no Brasil, no Chile, no Equador e na Argentina. A partir desta coletânea, reforçamos a necessidade de ampliarmos os laços de cooperação latino-americanos e de desenvolver iniciativas como esta, que permitam pensar nossa área de estudos de forma contextualizada, crítica e reflexiva.

Desejamos uma ótima leitura!

Andrei Steven Moreno-Rodríguez
Robson Simplicio de Sousa

Grupos de Pesquisa participantes no Projeto MAPEQUIM/AL

O Comunidades Aprendentes em Educação Ambiental, Ciências e Matemática - CEAMECIM, criado em 1982, é um grupo de pesquisa com ampla atuação no Ensino de Ciências e Matemática, destacando-se em linhas como Educação Profissional; Experimentação na Educação em Ciências; Fenomenologia e Hermenêutica na Educação em Ciências; Formação de Professores de Ciências e Desenvolvimento Curricular; Formação de Professores Educadores Ambientais. Vinculado aos Programas de Pós-Graduação em Educação Ambiental e em Educação em Ciências da Furg, o grupo desenvolve ações baseadas em reflexão crítica, cooperação e pesquisa-ação, com impacto significativo no sistema educacional do Rio Grande do Sul.

O Grupo de Pesquisa em Currículo e Formação de Professores em Ensino de Ciências – GPeCFEC - concentra seus esforços em estudos sobre reconfiguração curricular na Educação Básica, com ênfase na abordagem temática e na interdisciplinaridade. Além disso, o grupo investiga a formação inicial e continuada de professores de Ciências, analisando o desenvolvimento profissional docente, especialmente no contexto de propostas de inovação curricular.

O TRAMAS Científicas, Tecnológicas e Interculturais é um grupo de pesquisa que investiga as intersecções entre o ensino de Química/Ciências, cultura e tecnologia, promovendo uma perspectiva crítica e transformadora sobre a produção e divulgação do conhecimento. Com linhas de pesquisa que incluem temas como decolonialidade, formação de professores, novas tecnologias e sustentabilidade socioambiental, o grupo busca integrar saberes diversos para atender às necessidades educativas e culturais contemporâneas.

O Grupo de Estudos e Pesquisa Horizontes Compreensivos na Educação em Ciências e Química - GEPHCECQ - reúne acadêmicos e pesquisadores dedicados à formação inicial e continuada de professores, bem como ao desenvolvimento de estratégias de ensino e aprendizagem em Ciências e Química. Fundamentado em teorias como as de Paulo Freire, com destaque para as categorias de dialogicidade, problematização e conscientização, o grupo busca

ampliar horizontes abrangentes no campo educacional. Por meio de trabalhos acadêmicos, dissertações, teses e artigos científicos, o GEPHCECQ tem levantado reflexões críticas e práticas significativas.

O GP JANO: Filosofia e História na Educação em Ciências se dedica a estudar aspectos filosóficos (fenomenologia, hermenêutica e epistemologia) e históricos que repercutem na Educação em Ciências, seja na Educação Básica, na Educação Superior ou ainda outros espaços educativos e de divulgação da Ciência. Dedicar-se ainda em como essas influências teóricas afetam a formação inicial e permanente de educadores em Ciências. Aposta, portanto, em uma investigação teórico-prática fundamentada metodologicamente pela investigação qualitativa em Educação que busca ressignificar a Educação em Ciências em seus diferentes âmbitos.

Pesquisadores e pesquisadoras do MAPEQUIM/AL

Ana Laura Salcedo de Medeiros

Andrei Steveen Moreno-Rodríguez

Aline Pires Barbosa

Elisa Prestes Massena

Jeíza Sousa Teles

Júlia Martins Figueiredo

Leidy Gabriela Ariza Ariza

Maria do Carmo Galiazzi

Maria Heloiza De Lima Pereira Belmont

Rebeca Cruz Sampaio

Robson Simplício de Sousa

Vivian dos Santos Calixto

SUMÁRIO

1. APROXIMAÇÕES LATINO-AMERICANAS À PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA: SENTIDOS ATRIBUÍDOS À EDUCAÇÃO QUÍMICA.....	19
---	----

Robson Simplicio de Sousa

2. PENSAR SOBRE EL MUNDO Y PROMOVER UNA EDUCACIÓN QUÍMICA CIUDADANA. REFLEXIONES DESDE LA TEORÍA DE LA COMPLEJIDAD	37
--	----

Mario Quintanilla Gatica

Marina Masullo

3. O QUINTAL DA EDUCAÇÃO QUÍMICA: O CONTO DO IPÊ, DAS ERVAS DANINHAS E DO TUIUIÚ	61
--	----

Vivian dos Santos Calixto

4. IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA ORIENTADA A LA ACCIÓN SOCIOPOLÍTICA: EL CASO DE LOS HIDROCARBUROS EN EL MARCO DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA CRÍTICA	79
---	----

Carlos Alexander Guerrero Quitiaquez

Boris Fernando Candela Rodríguez

5. ABORDAGEM CTS NA INTEGRAÇÃO CURRICULAR DO PARANÁ INTEGRAL: OFICINAS TEMÁTICAS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS	97
--	----

Angélica Cristina Rivelini-Silva

Márcia Aparecida dos Santos

6. LA GAMIFICACIÓN PLUGGED EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA.....	115
--	-----

Elena Patricia Urquizo Cruz

Belén Alexandra Sanipatín Urquizo

Montserrat Catalina Orrego Riofrío

7. ESCREVER SAR CURRÍCULOS OU OUTROS MODOS DE NARRAR OS SILENCIAMENTOS DE CORPOS QUEERS NA LICENCIATURA EM QUÍMICA 133

Andressa Geovana Sitônio Barbosa Soares
Franklin Kaic Dutra-Pereira

8. DISEÑO DE UN INSTRUMENTO SOBRE NATURALEZA DE LA QUÍMICA: ARTICULANDO FILOSOFÍA, HISTORIA Y ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA 151

Fredy Ramon Garay Garay
Letícia dos Santos Pereira

9. ETNOQUÍMICA E DECOLONIALIDADE: O QUE PODEM OS ARTESÃOS LOUCEIROS NO ENSINO DE QUÍMICA? 167

Quézia Raquel Ribeiro da Silva
Francisco Ferreira Dantas Filho

10. POTENCIALIDADES DOS ESTUDOS DE CASO PARA UMA EDUCAÇÃO DECOLONIAL, INTERCULTURAL E CRÍTICA NA AMÉRICA LATINA: DESDOBRAMENTOS DE UMA NARRATIVA 185

Gabriel Inácio da Silva
Andrei Steveen Moreno-Rodríguez
Claudio Gabriel Lima Junior

AUTORAS E AUTORES 201

APROXIMAÇÕES LATINO-AMERICANAS À PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA: sentidos atribuídos à Educação Química

Robson Simplicio de Sousa¹

A Pesquisa em Educação Química (PEQ)² agora está bem estabelecida como um campo independente (Taber, 2019). Na América Latina, ela vem sendo consolidada nos últimos 50 anos como no Brasil (Chassot, 1995, Bejarano, Carvalho, 2000, Schnetzler & Antunes-Souza, 2018), no Chile (Balocchi, Martínez & Cerón, 2000), no Uruguay (Franco & Nieto, 2020), na Argentina (Santos, 2015a) e na Costa Rica (Sandi-Urena, Romero & Chacón, 2018). Contudo, poderíamos dizer que é consensual o que entendemos por PEQ? Há espaço para questionarmos os sentidos atribuídos à PEQ em nossa comunidade de pesquisa? É possível delimitarmos um consenso acerca do que a comunidade de pesquisa entende por PEQ? Afinal, o que vem a ser PEQ a partir da pesquisa latino-americana?

Neste capítulo, identificamos periódicos latino-americanos de Educação em Química que nos dão pistas para lidarmos com os questionamentos acima. Portanto, focamos em editoriais publicados nos números inaugurais desses periódicos em busca dos possíveis sentidos atribuídos pelas comunidades constituídas que se dedicam à pesquisa em Educação Química. Para alcançar o objetivo, assim estruturamos o texto: (i) introduziremos o que a literatura tem apontado como Educação Química para, a partir disso, (ii) apresentaremos alguns debates do que constitui a PEQ. Posteriormente, (iii) identificaremos

-
- 1 Professor Adjunto do Departamento de Educação, Ensino e Ciências da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil.
 - 2 Taber (2019) usa a sigla CER, em inglês, *Chemistry Education Research* para designar a Pesquisa em Educação Química. Adotaremos a sigla PEQ ao longo do texto.

periódicos latino-americanos de Educação Química que serão (iv) analisados a partir dos primeiros editoriais em relação a suas respectivas finalidades e explicitação do que apresentam como (Pesquisa em) Educação Química. Finalizaremos com (v) algumas considerações.

Educação Química: da Química, da Educação ou da Fronteira?

É preciso informar que este texto é escrito a partir de um horizonte brasileiro do autor à Educação Química que se esforça para considerar a ampla literatura da área. O trato da literatura de Educação Química em língua portuguesa, especialmente brasileira, e língua inglesa perpassa o que se apresenta nestas páginas. Ao mesmo tempo, temos em mente que este trabalho constitui um primeiro movimento de olhar para as produções latino-americanas hispanofalantes até o fim deste texto. Iniciaremos pela discussão do que vem a ser Educação Química para, a partir disso, olharmos mais especificamente para a PEQ. Por uma limitação de espaço e despreensão de fazer um recuo histórico exaustivo, partimos do que nos traz Frazer (1982) na década de 1980:

[...] educação química é uma área de estudo sobre ensino e aprendizagem de química em todos os níveis, onde a melhoria de ambos se constitui no objetivo fundamental das pesquisas na área e onde os problemas pesquisados são formulados por professores de química. (p. 127)

Nesta perspectiva, a Educação Química já se apresenta como pesquisa, “área de estudo”, vinculada necessariamente a melhorar o ensino e a aprendizagem em Química. Há, com isso, uma distinção entre Educação Química e Ensino de Química. Essa vinculação de Educação Química à pesquisa e sua distinção de Ensino de Química foram marcadas quase duas décadas depois por Bejarano e Carvalho (2000):

Sempre que nos referirmos às pesquisas em ensino de Química, usaremos a expressão Educação Química. Quando usarmos a expressão ensino de Química estaremos falando do fenômeno de se ensinar Química, sem necessariamente associá-lo a preocupações de pesquisa. (p. 160)

Historicamente, as investigações sistemáticas sobre ensino e aprendizagem em Química eram quase inexistentes até meados do século XX e, como nos trazem Cooper e Stowe (2018), vinculá-las à “pesquisa em educação” carregava, muitas vezes, conotações negativas. É por isso que, na década de 1990, a área de Educação Química passa a ser admitida entre as áreas que investigam sobre a Química, “embora distinga-se das demais áreas desta ciência (Química Orgânica, Química Analítica, Físico-Química etc.), não só pelo seu objeto de estudo e de investigação, mas também pelo pouco tempo de sua constituição como área” (Chassot, 1995, p. 45). Reconhecer a Educação Química como uma área da Química foi uma das defesas da conferência de Frazer (1982) no primeiro Encontro Nacional de Ensino de Química, no Brasil. Havia, portanto, um afastamento da “pesquisa em educação” em direção a uma Pesquisa em Educação Química vinculada à pesquisa em Química.

Entretanto, a PEQ difere da pesquisa em Química, porque, em geral, os fenômenos estudados são compostos de pessoas em vez de moléculas, ou seja, a pesquisa é focada em como os alunos aprendem sobre o comportamento de átomos e moléculas ao invés de estudar diretamente os átomos e moléculas em si. Logo, as teorias que orientam a pesquisa, as metodologias experimentais e os instrumentos de coleta de dados devem diferir daqueles utilizados na pesquisa tradicional em Química (Cooper & Stowe, 2018). Assim, a Educação Química claramente não é uma ciência natural, pois se concentra em fenômenos sociais e não-naturais (Taber, 2019).

No Brasil, desde meados da década de 1990, Chassot (1995) defende que a área de Educação Química se constitui em um “fazer educação através da Química” que

significa um continuado esforço em colocar a ciência a serviço do mundo da vida na interdisciplinaridade, no intercâmbio das ciências entre si. A ênfase nos conteúdos em si, como se fosse uma coisa à parte e existente em si e por si mesma, é substituída pela ênfase no processo da Educação, no qual, desde o ensino fundamental, os conhecimentos de Química servem de instrumento para os educandos crescerem na capacidade de domínio sobre a natureza, subordinando-o à emancipação de homens e mulheres, não à subordinação deles. Este é fundamentalmente o campo de investigação daqueles que são educadoras químicas e educadores químicos. (p. 47)

De lá para cá, a Educação Química se desenvolveu internacionalmente e está se tornando reconhecidamente um campo de investigação com caráter e identidade próprios (Taber, 2019), assim como a Educação em Ciências lentamente se estabeleceu como um campo de pesquisa internacional (Fensham, 2004). Contudo, para além da vinculação da Educação Química à pesquisa - pesquisa em ensino e aprendizagem de Química que se converte em “pesquisa em Educação Química”, Chassot (1995) a assume como uma fronteira entre Química e Educação, mas com a finalidade última de educar.

A área de Educação Química é uma fronteira entre a Educação e a Química, que se preocupa prioritariamente com o significado do ensino de Química nos currículos de diferentes graus de ensino. Educador químico é o profissional que possui formação acadêmica em Química e que usa esta ciência para fazer Educação, através do ensino e/ou realizando pesquisas para aperfeiçoar este fazer Educação. (p. 44-45)

Isso se aproxima à compreensão de Educação em Ciências apresentada por Schulz (2014), em que a Educação em Ciências é antes de tudo Educação, uma ciência humana que tem como foco a ciência natural. Sousa e Galiuzzi (2018) parafrasearam esta compreensão assumindo que a Educação Química é, antes de tudo, uma ciência humana, a Educação que tem como foco a Química. Este debate em torno de uma Educação Química para formação humana vem sendo vinculada à perspectiva de *Bildung*³. Para Sjöström (2013),

[...] a Educação Química crítica e orientada para *Bildung* é sobre problematização, compreensão de incertezas e equilíbrio entre os benefícios e riscos da química; ela lida com aspectos éticos e sociais no ensino. Com esse tipo de educação química, os professores de química - além de amplo conhecimento de conteúdo em química - também precisam de amplo conhecimento sobre química (meta-perspectivas). Além disso, eles precisam desenvolver uma identidade profissional que difere da identidade dos químicos. (p. 1886)

A partir de Sousa e Galiuzzi (2017), em uma perspectiva hermenêutica de Educação em Ciências, podemos interpretar a Educação Química como

3 Sobre a tradição da *Bildung* articulada à Educação em Ciências, ver Carmo e Sousa (2024).

uma área da Educação cujas proposições acordadas socialmente estão direcionadas à formação de sujeitos (*Bildung*) que interpretem tradições históricas da Química, a partir de suas experiências ontológicas. Neste viés, o Ensino de Química se constitui em elaborações e ações didático-pedagógicas que têm como intencionalidade alcançar os propósitos da Educação Química com sujeitos imersos em processos formativos.

Apresenta-se até aqui que a Educação Química abarca uma vinculação à pesquisa nos processos de ensino e de aprendizagem em Química, ao mesmo tempo que é um horizonte formativo. Interpretamos, a partir disso, que, no primeiro, é possível associar a Educação Química a um caráter mais pragmático ao assumi-la mais como processo investigativo com objetivo de pesquisa definido. No segundo, um caráter mais formativo, à medida que se vincula aos processos de ensino e aprendizagem não como objeto de domínio investigativo, mas como meio para educar o outro. Como mostraremos, a seguir, a perspectiva de Educação Química como PEQ é dominante na literatura.

A pesquisa em Educação Química

É, de fato, compreensível que haja uma vinculação da Educação Química à pesquisa nos processos de ensino e aprendizagem de Química. Afinal, ensino e aprendizagem têm sido conjuntamente abordados como dimensões do domínio da Educação⁴. Frazer (1982, p. 127) aponta que a pesquisa em Educação Química: “i) consiste no aperfeiçoamento do ensino e aprendizagem de química; ii) utiliza conhecimentos químicos; iii) utiliza teorias da psicologia, sociologia, filosofia etc.”. Uma das sugestões do autor para melhorar a PEQ é “reconhecer a educação química como uma área da química” (Frazer, 1982, p. 127). A vinculação da Educação Química à Química tem como consequência a associação da PEQ à pesquisa em Química. Isso porque, naquele contexto, “a pesquisa em educação em química não era considerada um subcampo da química e não havia praticantes em tempo integral dela” (Cooper & Stowe, 2018, p. 6056). A associação à Química era a base da PEQ, assumindo que “os métodos de educação química são derivados da estrutura, lógica e métodos da própria Química. Nenhuma outra disciplina pode substituir a ciência química como base da metodologia da educação química” (Kornhauser, 1979, p. 32).

4 Embora haja quem discorde dessa vinculação. Ver Biesta (2015).

Ainda assim, não era possível negar que a PEQ - assim como a Educação Química em si - é influenciada por outros campos do conhecimento, assumindo já nas décadas de 1970-1980 um caráter interdisciplinar: “É preciso esperar que a pesquisa em educação química se torne cada vez mais interdisciplinar por natureza, combinando química com educação e outras disciplinas” (Kornhauser, 1979, p. 39). Assim, também trazia Frazer (1982, p. 126) que “[...] as pesquisas em educação química são declaradamente baseadas em química, mas os métodos e resultados de filosofia, psicologia, sociologia, etc., são apropriadamente aplicados a problemas particulares”. A partir disso, Chassot (1995) nos situa de que o objeto de investigação da Educação Química,

principalmente pela sua interdisciplinaridade não lhe confere o *status* de uma pesquisa marcadamente quantitativa (e positivista), ainda tão valorizada pelas demais áreas da Química e que foi o trunfo da Química para ascender ao rol das ciências após o advento da revolução lavoisieriana. (p. 46)

Em 2000, no Brasil, a pesquisa em Educação Química ainda era considerada recente, demandando consolidação da comunidade de pesquisa em ensino de Química (Bejarano & Carvalho, 2000). A consolidação da pesquisa em Educação Química teve como fenômeno central a prática do ensino de Química (Taber, 2019).

Como área de prática, a educação química pode ser geralmente equiparada ao ensino da disciplina curricular «química». [...] logicamente, os focos primários da PEQ são o ensino e a aprendizagem da química. O escopo mais amplo da PEQ abrange áreas de investigação ligadas a esses focos. Isso incluiria questões como o currículo de química (o que se propõe a ser ensinado e aprendido; como o conhecimento químico disciplinar é representado no currículo); como a aprendizagem de química é avaliada; os aspectos específicos da disciplina de como os professores são preparados e desenvolvidos em seu trabalho; a elaboração de recursos didáticos (como livros didáticos e ferramentas digitais) que representam o conhecimento químico fundamentados pelo conhecimento dos processos de aprendizagem humana ou para apoiar pedagogias específicas. (p. 5, grifo do autor)

Taber (2019) diferencia dois tipos de Pesquisa em Educação Química: a PEQ *colateral* e a PEQ *incorporada*. A Pesquisa em Educação Química “colateral” é compreendida como uma investigação que tem lugar nos contextos de ensino e aprendizagem de Química ao abordar questões educativas gerais ao refletir sobre as preocupações dos profissionais que investigam a sua prática para ver se podem aplicar no seu próprio ensino. Nesse tipo de PEQ, os resultados apresentados são amplamente generalizáveis para diferentes contextos de ensino que, por acaso, derivam de um contexto de ensino de Química. Para Taber (2019), este tipo de pesquisa é metaforicamente considerada uma *mistura* de pesquisa educacional com Química, pois esses componentes podem ser separados. Já a Pesquisa em Educação Química “incorporada” vincula aspectos específicos do assunto específico que está sendo ensinado à questão educacional geral, não apenas como implementar uma abordagem de ensino, mas como melhorar as possibilidades da aprendizagem ao introduzir um tópico de conteúdo químico. Neste caso, os resultados dependem das peculiaridades do conteúdo disciplinar específico (em que esse conteúdo se enquadra na disciplina de Química). Metaforicamente, para Taber (2019), este seria um composto, uma PEQ com características próprias.

Podemos questionar se a PEQ, necessariamente, precisa estar restrita à discussão do tratamento de conteúdos de Química nos processos de ensino e aprendizagem - como é a PEQ incorporada de Taber - para ser considerada “digna” de ser intitulada “Pesquisa em Educação Química”. Isso implicaria desconsiderarmos as dimensões de pesquisa, por exemplo, da História da Química, da Sociologia da Química, da Filosofia da Química, da relação estética e ética com os fenômenos químicos que influenciam nossas experiências com o mundo ao nos educarmos sobre e a partir da Química. Essas dimensões não são ornamentais. Os conteúdos, os conceitos, os modelos e as abstrações sistematizados e validados pela Química compõem elementos importantes da Educação Química que não podem ser desconsiderados no Ensino de Química. Entretanto, é a partir das nossas experiências com o mundo que eles passam a ser mobilizados, do contrário, estaremos fomentando uma *reversão ontológica* (Dahlin, 2003) na Educação Química. Logo, para a Pesquisa em Educação Química, esta constitui uma das possibilidades de investigação, a que está na relação entre os conceitos químicos e os processos de ensino e de aprendizagem em Química. Outras tantas dimensões podem ser implicadas na

PEQ, não como “colaterais”, “em direção paralela”, pois seus efeitos também são em função de contribuir à Educação Química.

Em linha semelhante Sevian (2017),

[...] consideremos a PEQ como uma disciplina que emergiu por meio da interdisciplinaridade que se cruza com química, pesquisa em Educação em Ciências, ciências da aprendizagem, pesquisa em educação, cognição, filosofia, psicologia, sociologia, ciência informal, biologia, física, geociências, ciências ambientais e outros. O surgimento da PEQ envolve o desenvolvimento de especializações de pesquisa e vários diferentes centros de consenso. Estou preocupada que o apelo de Taber para restringir a PEQ a atividades específicas corra o risco de restringir o surgimento da PEQ como disciplina. O que ele argumenta ser *PEQ colateral* pode ser visto como excluindo pesquisadores cujas estruturas teóricas e bases de pesquisa são, por exemplo, mais influenciadas pela pesquisa em educação e menos influenciadas pela química. (p. 302, grifo do autor)

Isso está em consonância com Cooper e Stowe (2018) e com Schnetzler e Souza (2018) ao afirmarem que um conhecimento profundo dos princípios da Química é essencial à PEQ, mas não é suficiente, pois uma compreensão dos métodos e princípios da Educação em Ciências e das Ciências Humanas também é necessária. Os pesquisadores da Educação Química são qualificados de forma única para pensar profundamente sobre como é a especialização em Química e como ela pode ser desenvolvida. Adicionamos dimensões como as históricas, sociais, filosóficas, éticas, estéticas que podem nos ajudar a elaborarmos compreensões mais ampliadas à Educação Química por meio da pesquisa. Afinal, a Educação Química é, metaforicamente, uma área com características de fronteira, influenciada pelas regiões que transitamos.

Um contexto de pesquisa em Educação Química na América Latina

Até agora, articulamos referenciais brasileiros e estrangeiros em língua inglesa que nos ajudaram a esboçar uma paisagem sobre a Pesquisa em Educação Química. Pouco consideramos as perspectivas latino-americanas de Educação Química para além da brasileira. O filósofo mexicano Maurício

Beuchot (2024, p. 61, tradução nossa) justifica assim a incorporação da Filosofia dos colonizadores na América Latina: “temos que filosofar enraizados no nosso contexto cultural nacional, mas também é verdade que não podemos nos desligar de outros países”. E complementa que “libertar-nos da referida colonização não consiste em romper com a filosofia europeia ou americana, mas aproveitar o que delas advém para fazer a nossa própria filosofia” (Beuchot, 2024, p. 61, tradução nossa).

Buscamos percorrer este caminho para chegarmos a olhar para o nosso contexto de Pesquisa em Educação Química. Trata-se de um exercício inicial de nos localizarmos na constituição da Pesquisa em Educação Química Latino-americana. Para isso, optamos por analisar o primeiro editorial publicado em periódicos latino-americanos de Educação Química que estivessem disponíveis on-line. Entendemos que eles carregam as intenções de uma comunidade de pesquisa que justifica sua existência como campo investigativo que atribui para si objetivos ao publicizar as produções e que carregam uma perspectiva explícita ou implícita de (Pesquisa em) Educação Química.

No contexto brasileiro, diferentes periódicos⁵ foram/são dedicados à Educação Química: Química Nova na Escola (QNEsc), Revista Brasileira de Ensino de Química (ReBEQ), Revista Debates em Ensino de Química (Redequim), Revista Educação Química em Ponto de Vista (EQPV), Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química (ReSBEnQ), Revista Eletrônica de Ensino de Química, Revista Vivências em Educação Química. A mais antiga revista brasileira de Educação Química é a QNEsc, editada desde 1995- atual pela Divisão de Ensino da SBQ. A revista mais recente é editada pela SBEnQ, a Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química (ReSBEnQ), desde 2020- atual.

Para além da PEQ e do Ensino de Química brasileiros, na América Latina, encontramos, na Argentina, a *Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina* (ADEQRA) que possui quase quatro décadas de existência e, no Uruguai, existe a *Asociación de Educadores en Química* (ADEQ) iniciada em 1988. Ambas as associações possuem periódicos específicos, respectivamente, na Argentina, de 1990-atual, a ADEQRA edita a *Educación en*

5 A busca foi realizada no Portal do International Standard Serial Number (ISSN), banco de dados mundial de registros bibliográficos do ISSN. Recuperado em dezembro de 2024 de <https://road.issn.org/>.

la *Química* (EdenlaQ) (ISSN: 0327-3504 / 2344-9683); a ADEQ, no Uruguai, editou de 1988 a 2017 a *Revista de ADEQ* (ISSN: 2301-0991). Além das associações, na Argentina, a Universidad Nacional de San Luis editou o *Anuario latinoamericano de educación química* (ISSN: 0328-087X) de 1988 a (?)⁶; no Uruguai, a *Administración Nacional de Educación Pública* (ANEP) publicou de 2017 a 2021 a *Revista electrónica enseñanza de la química* (ISSN: 2393-7475).

No Chile, distintas organizações tiveram influência nas produções em Educação Química, a saber: o *Centro de Perfeccionamiento Experimentación e Investigaciones Pedagógicas* que editou a *Revista chilena de educación química* (ISSN: 0716-0275) iniciada em 1976, com último ano de publicação não identificado; a *Federación Latinoamericana de Asociaciones Químicas* a partir de 1989-(?) editou o *Noticias panamericanas en educación química* (ISSN: 0716-7113); em 1991-(?), a *Sociedad Chilena de Química* editou *Temas de química para la educación básica* (0716-8845); a *Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación* editou a *Revista Quiminotas* (ISSN não localizado) de 2012 a 2015.

No México, a conhecida revista *Educación Química* (ISSN: 0187-893X / 1870-8404) é editada desde 1989 até hoje pela *Facultad de Química* da *Universidad Nacional Autónoma de México*. Entretanto, identificamos um periódico iniciado em 1966 e findado em 1974 *Revista tendencias en docencia e investigación en química* (ISSN: 2448-6663) editado pela *Sociedad Química de México*. Além dessas, a *Revista tendencias en docencia e investigación en química* (ISSN: 2448-6663) foi editada pela *Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco*, de 2017 a 2023.

Não foi possível identificar periódicos de Educação Química de outros países latino-americanos no Portal do *International Standard Serial Number* (ISSN). Foram excluídos da busca ISSNs de Anais de eventos em Educação Química ou quando o ISSN não tem explicitamente no título vínculo com a Educação Química ou Ensino de Química.

No Quadro 1, apresentaremos os periódicos latino-americanos de Educação Química com o primeiro editorial disponível on-line. Foram cinco periódicos brasileiros, dois mexicanos e três uruguaios, totalizando dez

6 Representaremos com “(?)” caso não tenha sido possível localizar alguma data.

editoriais⁷. O periódico mais antigo localizado é a Revista de ADEQ, do Uruguai, de 1988. O mais recente é o periódico brasileiro ReSBEnQ, de 2020. Temos, assim, um intervalo de 32 anos entre as publicações. Assumimos as limitações do que apresentaremos, mas não temos a pretensão de uma análise exaustiva, contudo uma aproximação aos periódicos latino-americanos.

Quadro 1. *Periódicos latino-americanos de Educação Química com o primeiro editorial disponível*

País	Periódico (ISSN)	Editoração	Período
Brasil	Química Nova na Escola (QNEsc) (2175-2699 / 0104-8899)	Sociedade Brasileira de Química	1995 a atual
	Revista Brasileira de Ensino de Química (ReBEQ) (1809-6158)	Editora Átomo	2006 a 2018
	Redequim - Revista Debates em Ensino de Química (2447-6099)	Universidade Federal Rural de Pernambuco	2015 a atual
	Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química - ReSBEnQ (2676-0290)	Sociedade Brasileira de Ensino de Química	2020 a atual
	Revista Vivências em Educação Química (2448-041X)	Faculdade Pio Décimo	2015 a 2019
México	Educación Química (0187-893X / 1870-8404)	Universidad Nacional Autónoma de México	1989 a atual
	Revista tendencias en docencia e investigación en química ⁸ (2448-6663)	Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco	2015 a 2023

7 Muitos periódicos não se encontram disponíveis on-line, pois a publicação era impressa ou o sítio eletrônico não está mais ativo. Outros não possuem editorial no primeiro número. É o caso da *Educación en la Química* (EdenlaQ), Argentina, cujo primeiro número não se encontra on-line nem possui editorial, conforme contato via e-mail com a *Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina* (ADEQRA). Outro contato foi realizado com a Biblioteca Nacional Digital do Chile em busca da *Revista Chilena de Educación Química* (1976), *Noticias panamericanas en educación química* (1989) e *Temas de la química para la educación básica* (1991), sem sucesso.

8 Editorial vinculado à divulgação do VI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química (VI CIDIQ) de 2015. Editorial sem discussão de Educação Química.

Uruguai	Revista de Adeq (2301-0991)	Asociación de Educadores en Química (Adeq)	1988 a 2017
	V.I.T.R.I.O.L.- Revista de la Asociación de Educadores en Química ⁹	Asociación de Educadores en Química (Adeq)	1998 a 2008
	Revista electrónica enseñanza de la Química (2393-7475)	Administración Nacional de Educación Pública (Aneq)	2017 a 2021

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Portal do
International Standard Serial Number (ISSN).

Iniciaremos pelas publicações brasileiras. A Revista Química Nova na Escola (QNEsc), iniciada em 1995, teve seu primeiro editorial assinado por Nelson Orlando Beltran. O edital parte de uma perspectiva de formação para a cidadania para a tomada de decisões diante de problemas da modernidade. Introduz a problemática que embora muitas pessoas passem pelo processo de escolarização, não conseguem se posicionar a partir do conhecimento de Química. A Química, neste contexto, acaba sendo assumida como ou responsável por efeitos danosos ou como uma solução definitiva. A QNEsc se apresenta como uma revista para subsidiar o trabalho e a formação de educadores de Química em termos dos processos de ensino e aprendizagem para lidar com essa formação para a cidadania (Beltran, 1995)¹⁰.

A Revista Brasileira de Ensino de Química (ReBEQ) se coloca como uma revista direcionada ao Ensino de Química, comprometida com a divulgação científica e com a formação de pesquisadores, professores e estudantes da área de ensino, via intercâmbio de experiências que melhorem a qualidade do processo de ensino/aprendizagem de Química, no Brasil. A ReBEQ busca com a publicação diminuir as diferenças entre os que produzem conhecimento e aqueles que fazem uso deste (Rebeq, 2006, p. 7).

No editorial da Revista Debates em Ensino de Química (Simões-Neto & Melzer, 2015) surge no âmbito do crescimento da comunidade de pesquisadores em ensino de Química no Brasil - com novos programas de pós-graduação, consolidação dos existentes e o incremento de participantes em eventos

⁹ Editorial sem discussão de Educação Química.

¹⁰ Quando o editorial estiver assinado, utilizaremos o nome do autor ao invés do nome/sigla do periódico.

da área. Os editores justificam a criação da revista para ampliar a comunicação e o debate acerca das pesquisas realizadas no país, para se somar aos periódicos já existentes. A publicação tem como escopo trabalhos relacionados ao ensino de Química e áreas afins, em qualquer modalidade da educação.

A ReSBEnQ congrega pesquisadores, professores e estudantes que atuam na comunidade de pesquisa em Educação e Ensino de Química no Brasil, para expressar conhecimentos, anseios, desafios e inovações propostas por especialistas de um campo de conhecimento interdisciplinar que tem como centralidade as questões relativas ao ensino e aprendizagem da Química e suas implicações sociais nas vidas das pessoas. Ela foi criada dentro da Sociedade Brasileira de Ensino de Química, que reúne pesquisadores e educadores químicos para instituir maior autonomia, dar identidade e representatividade a essa comunidade com mais de 40 anos. A área surge ligada à Didática das Ciências, o que implicou no ensino de Química para a transformação do conhecimento químico em conhecimento escolar. Isso levou à criação de um novo campo de estudo e investigação em que *o que*, *o como* e *o por quê* ensinar Química são o cerne das pesquisas. A revista, especializada em Educação e Ensino de Química, surge, portanto, no contexto de amadurecimento da comunidade e da institucionalização da área (Resbenq; Sbenq, 2020, n.p.).

A Revista *Vivências em Educação Química* (Reveq) tem como intenção veicular textos no cenário acadêmico dos pesquisadores e professores do Ensino Fundamental, Médio e Superior com experiências exitosas de sala de aula, tendo como primazia a qualidade de ensino e efetivação da aprendizagem em Ciências da Natureza, conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, as Diretrizes Curriculares de Química, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. A Reveq pretende reconhecer as pesquisas no âmbito da docência em Química e em áreas afins (Santos, 2015b, n.p.).

A Revista *Educación Química* é uma revista mexicana de Educação Química, apresentando explicitamente o que considera como Educação Química. Para Ruiz (1989, p. 2), trata-se de “um empreendimento multidisciplinar que requer coordenação entre as necessidades do setor de produção e serviços químicos, com o universo de instituições de ensino médio, superior e de pós-graduação do país”. Assim, a revista tem o objetivo de preencher a lacuna de comunicação e expressão existente entre professores, alunos

e profissionais de Química preocupados com a educação e busca fornecer um fórum de discussão, orientação e análise para melhorar o processo de ensino-aprendizagem da Química. Assume o título “Educação Química”, pois nele está imediatamente expresso seu conteúdo, que consiste em que professores explicitem novos enfoques do desenvolvido em aula ao abordar a Química e transmitam seus achados, alcançando outros docentes e alunos que queiram vencer as dificuldades de ensino e aprendizagem dessa disciplina. A revista é um meio para difundir resultados obtidos no campo da investigação educativa com registro comum e sistemático para consulta dos profissionais. O editorial defende que uma desvinculação entre os níveis de educação básica e superior deve ser eliminada, que pode ser vinculada pela Educação Química a partir da coesão da comunidade de educadores de Química que neles trabalham (Ruiz, 1989).

A Revista de Adeq, uruguaia, se assume como uma colaboração de professores uruguaios. O interesse está na reflexão das inquietações e nas aspirações de professores de Ciências do país que, contextualmente, passavam por transformações e reformas, dos quais o ensino de Química não está alheio. Parte do pressuposto de que muitos docentes se questionam acerca de seu trabalho, dos conteúdos curriculares, dos elementos que orientam o que acontece didaticamente para alcançar não somente o saber, mas também o saber ser. Nesse sentido, a revista se apresenta como uma favorecedora do debate nacional no movimento de renovação didática e como lugar de compartilhamento de experiências, preocupações e inquietações com os demais docentes. Situa-se no desafio de realizar este compartilhamento pela falta de costume que esses possuem em comunicar por escrito as experiências, pela subestimação das possibilidades, pela imobilidade que é apresentada pela mídia. Espera-se, com a revista, criar espaços de comunicação e participação para contribuir para a melhora do ensino de Química (Revista de Adeq, 1988).

Ainda no Uruguai, a Revista *Enseñanza de Química* pretende dar visibilidade às atividades de ensino, pesquisa e extensão realizadas por docentes e estudantes. A finalidade da revista é divulgar as práticas nos distintos níveis educativos, atividades e análises de temáticas transversais no nível universitário. No editorial, Rebollo e Ortega (2017) apontam para a importância da transformação da formação dos educadores para atender três pilares: docência,

investigação e extensão. Segundo os autores, as contribuições na revista buscam melhorar a qualidade da educação em/e através da Química.

Diante de sínteses elaboradas a partir de cada editorial disponível, alcançamos delinear alguns aspectos em comum. Um deles é em relação à finalidade que esses periódicos de Pesquisas em Educação Química assumem ao iniciar seus trabalhos. De modo geral, esses periódicos latino-americanos de Educação Química buscam congrega pesquisadores, professores e estudantes que atuam na comunidade de pesquisa em Educação e Ensino de Química. O objetivo é expressar conhecimentos, anseios, desafios e inovações propostas por especialistas de um campo de conhecimento interdisciplinar que tem como centralidade as questões relativas ao ensino e a aprendizagem da Química e à análise de temáticas transversais para melhorar a Educação em Química e através da Química. Com isso, visam preencher a lacuna de comunicação entre professores, alunos e profissionais da Química preocupados com a educação, diminuindo as diferenças de quem produz e de quem usa o conhecimento químico. Assim, buscam fornecer um fórum de discussão, orientação e análise para melhorar o ensino e a aprendizagem da Química.

Nos periódicos latino-americanos de Educação Química analisados, identificamos sentidos atribuídos à Pesquisa em Educação Química, à Educação Química e ao Ensino de Química. As Pesquisas em Educação Química e “em Ensino de Química” são consideradas campos de conhecimento interdisciplinares que têm como centralidade as questões relativas ao ensino e a aprendizagem da Química e suas implicações sociais nas vidas das pessoas. Isso porque a Educação Química lida com uma formação para a cidadania.

Na Pesquisa em Educação Química, os professores explicitam, por meio de resultados sistematizados de investigações educativas, enfoques de desenvolvimento de suas aulas ao abordarem a Química e transmitem seus achados, alcançando outros professores e estudantes que queiram vencer as dificuldades de ensino e de aprendizagem dessa disciplina. Tanto a Educação Química quanto o Ensino de Química lidam com processos de ensino e aprendizagem: a primeira é um empreendimento multidisciplinar que requer coordenação entre as necessidades do setor de produção e de serviços químicos, com o universo de instituições de Ensino Médio, Superior e de Pós-Graduação do país; já o segundo está vinculado aos elementos didáticos para alcançar o saber, mas também para lidar com o saber ser.

Algumas Considerações

Da análise realizada, mostramos que a consolidação da área de Educação Química ficou evidenciada textualmente pela congregação de pesquisadores da comunidade de pesquisa em Educação Química, ou seja, em termos de constituição de campo de pesquisa, os periódicos latino-americanos ajudaram nessa consolidação nesses quase 40 anos. Isso se deu a partir do fomento desses periódicos à comunicação entre os profissionais dessa comunidade que se preocupam que a produção acadêmica seja incorporada no fazer educativo. A finalidade desses periódicos está em consonância com os referenciais apresentados neste texto desde a década de 1970 e assumem como foco na Pesquisa em Educação Química a melhoria do ensino e aprendizagem em Química.

Nos editoriais analisados, ficou explícito o caráter interdisciplinar, transversal e multidisciplinar à Pesquisa em Educação Química, afastando-se do foco restrito ao campo da Química como defendido por parte da literatura apresentada. É evidente a indissociação dos termos “Educação Química” e “Ensino de Química”, muitas vezes, utilizados como sinônimos. Entretanto, a Pesquisa em Educação Química (ou Ensino de Química, como trazem alguns editoriais) apresenta uma preocupação com as implicações sociais do ensino e aprendizagem em Química. Com isso, há uma vinculação do processo educativo em Química ao mundo-vida - como nos traz Chassot (1995) - contemplando as necessidades de quem produz Química, quem a ensina, quem aprende e quem pesquisa. Por fim, ficou evidente que no processo de ensino e de aprendizagem em Química não é suficiente se dedicar ao saber, mas o que se é a partir do que se sabe. Isso vincula o ensinar para educar em/e através da Química, contemplando, assim, aspectos epistemológicos e ontológicos.

Referências

Balocchi, E., Martínez, M. M. & Cerón, R. (2000). El desarrollo de la educación química en Chile. Un análisis retrospectivo y prospectivo. *Educación Química*, 11(1), 150-154.

Bejarano, N. R. R., & Carvalho, A. M. P. (2000). A educação química no Brasil. Uma visão através das pesquisas e publicações da área. *Educación Química*, 11(1), 160-167.

Beltran, N. O. (1995). (2024, 12 de dezembro). Editorial. *Química Nova na Escola*, 1, n.p. <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/editor.pdf>.

Beuchot, M. (2024). Sobre la Hermenéutica Analógica como Saber de Frontera y del Sur. In Beuchot, M., & Escárcega, R. M. *Hermenéutica analógica y descolonialidad*. pp. 61-78. Chih./Zac.: Celapec/Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”.

Biesta, G. (2015). Freeing teaching from learning: Opening up existential possibilities in educational relationships. *Studies in philosophy and education*, 34, 229-243.

Carmo, A. P. C., & Sousa, R. S. (2024). A Tradição da *Bildung* na Educação em Ciências e a Hermenéutica Filosófica como Horizonte. *Investigações em Ensino de Ciências*, 29(3), 215-233. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2024v29n3p215>

Chassot, A. (1995). *Para que (m) é útil o ensino?: alternativas para um ensino (de química) mais crítico*. Editora da Ulbra.

Cooper, M. M., & Stowe, R. L. (2018). Chemistry education research - From personal empiricism to evidence, theory, and informed practice. *Chemical reviews*, 118(12), 6053-6087.

Dahlin, B. (2003). The ontological reversal: a figure of thought of importance for science education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 47(1), 77-88.

Fensham, P.J. (2004). *Defining an identity: The evolution of science education as a field of research*. Springer Science & Business Media.

Franco, M., & Nieto, M. (2020). Evolución de la Educación Química en nuestro país: una mirada desde la enseñanza y la Didáctica. *Educación en Ciencias Biológicas*, 5(1), 1-8.

Frazer, M. (1982). A pesquisa em educação química. *Química Nova*, 1, 126-128.

Kornhauser, A. (1979). Trends in research in chemical education. *European Journal of Science Education*, 1(1), 21-50.

Rebeq, Coordenação Editorial. (2006). (2024, 12 de dezembro). Editorial. *Revista Brasileira de Ensino de Química*, 1(1), 7. https://issuu.com/atomoealinea/docs/rebeq_v1_n1.

Rebollo, C., & Ortega, A. (2017). (2024, 12 de dezembro). Editorial. *Revista Enseñanza de Química*, 1(1), 6-7. https://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_quimica/article/view/607/399

Resbenq, Editores, & Sbenq, Diretoria. (2020). (2024, 12 de dezembro). Editorial. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química*, 1(1), n.p. <https://sbenq.org.br/revista/index.php/rsbenq/article/view/9/25>.

Revista de Adeq. (2024, 12 de dezembro). Editorial. *Revista de ADEQ*, 1(1), 1. <https://adeq.edu.uy/wp-content/uploads/2021/09/Asoc.-de-Educadores-en-Quimica-Ano-I-No-1.pdf>

Ruiz, G. A. (1989). (2024, 12 e3 dezembro), Editorial. *Educación Química*, 1(1), pp. 2-3. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/67037>

Sandi-Urena, S., Romero, R. M., & Chacón, J. L. (2018). Chemical Education Research as an Emergent Scholarly Field in Costa Rica. In *International Perspectives on Chemistry Education Research and Practice*. 9-25. American Chemical Society.

Santos, B. F. (2015a). El proyecto 30, el inec y la reforma curricular para la enseñanza de la química en la Argentina, 1960-1979. *Pedagogía y saberes*, 42, 131-143.

Santos, L. D. (2015b). Editorial. *Revista Vivências em Educação Química*, 1(1), n.p.

Schnetzler, R. P., & Antunes-Souza, T. (2018). O desenvolvimento da pesquisa em educação e o seu reconhecimento no campo científico da química. *Educação Química em Punto de Vista*, 2(1), 1-19.

Schulz, R. M. (2014). Philosophy of education and science education: A vital but underdeveloped relationship. In Matthews, M. R. (Ed.). *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1259-1316). Dordrecht: Springer.

Sevian, H. (2017). Letter to the Editor. *Educación Química*, 28(4), 302-303.

Simões-Neto, J. E., & Melzer, E. E. M. (2015), Editorial. *Redequim - Revista Debates em Ensino de Química*, 1(1), 4.

Sjöström, J. (2013). Towards Bildung-Oriented Chemistry Education. *Science & Education*, 22, 1873-1890. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9401-0>

Sousa, R. S., & Galiuzzi, M. C. (2017). Traços da hermenêutica filosófica na educação em ciências: possibilidades à educação química. *Alexandria*, 10(2), 279-304.

Sousa, R. S., & Galiuzzi, M. C. (2018). A tradição de linguagem em Gadamer e o professor de química como tradutor-intérprete. *ACTIO: Docência em Ciências*, 3(1), 268-285.

Taber, K. S. (2019). Progressing chemistry education research as a disciplinary field. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 5.

PENSAR SOBRE EL MUNDO Y PROMOVER UNA EDUCACIÓN QUÍMICA CIUDADANA: Reflexiones desde la teoría de la complejidad

*Mario Quintanilla Gatica*¹¹

*Marina Masullo*¹²

Introducción¹³

La enseñanza de las ciencias en general, y de la química en particular, son parte integral de la alfabetización científica, claves para alcanzar una adecuada educación ciudadana (Área & Guarro, 2012; Contreras, 2017; Izquierdo, 2022) acorde a los tiempos y a las sociedades tecnocientíficas en las que habitamos. Las personas deben tomar decisiones ligadas a cuestiones sociotecnocientíficas de distinta magnitud, desde la compra de un electrodoméstico eficiente, el consumo de un medicamento, hasta el cuidado del medioambiente. En este contexto, el currículo escolar es un cruce de diversas prácticas de naturaleza social que define las finalidades de la enseñanza y el aprendizaje. Además de ser un mediador de la cultura, actúa como instrumento de acción e intervención social en los escenarios escolares. Aquel relaciona contenidos intelectuales y procedimentales a aprender con contenidos axiológicos que están orientados a la concreción de un proyecto global educativo cultural para sus estudiantes y, en última instancia, para la sociedad (Osorio Villegas, 2014). Cada una de

11 Profesor Asociado de la Facultad de Educación en la Universidad Católica de Chile.

12 Profesora Titular del Departamento de Enseñanza de Ciencia y Tecnología en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

13 Algunas reflexiones que compartimos en este capítulo fueron inspiradas en el artículo: Química, ciudadanía y sociedad. Un desafío prometedor para la enseñanza de las ciencias en Chile Quintanilla, Merino, Marzábal, publicado en la revista catalana *Educación Química* (2022), pp. 41-48.

estas decisiones reviste un proceso complejo en el que intervienen conceptos científicos y no científicos (económicos, culturales y axiológicos). Sin embargo, ¿qué puede aportar realmente **la química** a la educación **científica** de los escolares chilenos? En la educación obligatoria, las ciencias contribuyen a que el estudiantado transfiera y aplique conocimientos científicos, identifique problemas, arribe a conclusiones basadas en evidencias y sepa comunicarlas, comprenda, analice críticamente, y tome decisiones sobre el mundo natural y los cambios producidos en él, asociados a la actividad humana (Domènech-Casal, 2018; González-Weil et al., 2014).

En este capítulo, nos interesa articular diferentes dimensiones y experiencias del aula, así como de la investigación en didáctica de la química, que son prometedoras de articular y hacer confluír aspectos axiológicos, sociocientíficos, epistemológicos, sociológicos, didactológicos, culturales, territoriales y lingüísticos, como lo hemos venido adelantando en otras publicaciones recientes (Quintanilla & Adúriz, 2024). En la primera sección, nos referimos a la enseñanza de las ciencias en Chile. En la segunda parte, reflexionamos sobre los aportes de la Teoría de la complejidad para promover una ciencia ciudadana. En la sección tercera, realizamos una reflexión sobre la educación en ciencias desde la filosofía de las prácticas científicas. Finalmente, en el último apartado, planteamos algunas preguntas orientadoras recogidas y profundizadas desde reflexiones anteriores.

Enseñanza de las ciencias en Chile. Consideraciones iniciales

Los resultados de diferentes pruebas nacionales (DEMRE, 2018) e internacionales (OCDE, 2019) muestran con claridad que, hasta ahora, en las aulas de Chile no se está logrando el desarrollo de estas habilidades y aprendizajes. La enseñanza del conocimiento científico en las aulas promueve visiones distorsionadas sobre las ciencias y la práctica científica, lo que dificulta que los jóvenes mantengan el interés por aprender ciencias y la prosecución de carreras tecnocientíficas. También, hay evidencias del impacto social y cultural de la actividad científica y las visiones contradictorias coexistentes en relación a los beneficios y perjuicios del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad (Martins et al., 2020; Cuellar et al., 2021). Los estudios sobre las visiones del profesorado y del estudiantado en Chile continúan dejando en evidencia

representaciones neutras, superficiales, ahistóricas y descontextualizadas acerca de la ciencia en todos los niveles educativos. Estas visiones parciales, incompletas y, en ocasiones, reduccionistas sobre la actividad científica no contribuyen a valorar la importancia de los conocimientos científicos para la participación de la ciudadanía. Al mismo tiempo, otorgan escaso valor al análisis crítico de las prácticas de la ciencia (Quintanilla et al., 2020).

Las evidencias recogidas en los últimos años, en torno a estas visiones de estudiantes y profesores, pusieron de manifiesto la necesidad de superar las limitaciones impuestas por el currículum escolar de ciencias vigente: una visión alfabetizadora excesivamente funcional. En ella, el conocimiento es predominantemente memorístico (Navarro & Förster, 2012) y la insuficiente capacitación en ciencias de los estudiantes de formación técnico profesional y artística, que representan el 40% de la población escolar, limitan sus oportunidades de participación ciudadana futuras. En respuesta a estos obstáculos, en 2019 se llevó a cabo una importante reforma curricular que introdujo una nueva asignatura: Ciencias para la Ciudadanía (en adelante, CPC), como parte de la escolaridad obligatoria en los dos últimos años para todas las modalidades educativas (científico-humanista, técnico-profesional y artística).

Este cambio curricular, si bien está fundamentado en un principio de equidad (MINEDUC, Bases Curriculares 2019, on-line, p. 16), implica un menor desarrollo de conceptos de la química como sustancia, cambio químico o termodinámica (Raviolo et al., 2011; Marzábal et al., 2021). Como consecuencia de esta aparente reducción de la química en el currículo, puede parecer que las clases quedan *empobrecidas*. Sin embargo, la nueva asignatura CPC constituye una oportunidad para continuar consolidando nociones claves de la química escolar, visibilizando su relevancia para la participación democrática en los diversos territorios de Chile.

Es necesario detenerse un momento para analizar si la aparente reducción de conceptos en CPC efectivamente conlleva un empobrecimiento de la enseñanza de la química. Para ello, es imprescindible preguntarnos cómo se definen, cuántos y cuáles saberes (leyes, teorías, modelos científicos) y si son suficientes. Históricamente, los currículos científicos escolares han estado influenciados por la lógica de las disciplinas y su modo de construcción (León Trueba, 2009). Desde una perspectiva empírica inductivista, los programas de las disciplinas escolares evidencian un predominio de conceptos disciplinares en los que

el método científico es su forma de producción. Así, la ciencia adquiere una apariencia neutral y objetiva, sólo sujeta a valores epistémicos, lo que da a la ciencia escolar una imagen rígida. La influencia de la epistemología clásica, en la que la actividad científica se desarrolla en dos contextos: de descubrimiento y de justificación, fue determinante en la enseñanza de las ciencias. En consecuencia, con la epistemología del Círculo de Viena y de Berlín, sólo el contexto de justificación es el campo de estudio de la epistemología, refiriéndose a los productos acabados y validados (leyes, teorías y modelos científicos). Esta distinción entre los dos ambientes ha sido aceptada sin apenas objeciones durante varias décadas. El espacio de descubrimiento (cocina de la investigación en donde muchas cosas salen mal) no es tenido en cuenta por la epistemología, porque es un espacio restringido a la sociología, la historia o la antropología de las ciencias, lo que incidió en la ciencia escolar. Si bien, en los últimos años, la investigación en didáctica de las ciencias concede valor a la historia de las ciencias, no necesariamente se ha visto reflejado en los currículos escolares que continúan siendo rígidos y enciclopedistas. Contrariamente a esta concepción, que tuvo y tiene gran influencia, hay que considerar que la ciencia es una actividad, y que los estudios sobre la ciencia, en los cuales participan historiadores, sociólogos, antropólogos, psicólogos, filósofos y otros profesionales, no pueden restringirse únicamente a los aspectos cognoscitivos de la actividad científica (Echeverría, 1995).

Ciencias para la Ciudadanía desde la perspectiva de la complejidad

La asignatura de *Ciencias para la Ciudadanía* (CPC) busca promover una comprensión integrada de fenómenos complejos y problemas que ocurren cotidianamente. Asimismo, procura contribuir a una ciudadanía alfabetizada científicamente, con capacidad de pensar de manera crítica, de participar y tomar decisiones informadas y responsables basándose en el uso de evidencia. En este sentido, la asignatura promueve la integración entre disciplinas (biología, física y química) y su articulación con otras áreas del saber, como la matemática. Para lograr ello, se pretende que el estudiantado adquiera la capacidad de aplicar las ideas, prácticas, formas de razonamiento y valores de las ciencias, para comprender experiencias y situaciones cercanas, para luego

proponer soluciones creativas y viables a problemas que puedan afectar a las personas, la sociedad y el ambiente.

Si a CPC la representáramos con una obra de arte, más precisamente una pintura, *Galatea de las esferas* de Salvador Dalí (1952) sería la indicada¹⁴:



En ella, podemos observar el rostro de Gala, esposa de Dalí. Imaginemos que se la quisiera estudiar en profundidad desde la concepción de la epistemología clásica y desde la epistemología de las prácticas científicas. Probablemente, el resultado sería diferente. La primera la descompondrá en partes, analizará en profundidad cada una de las esferas, y perderá de vista el rostro de Gala. La segunda, parte de una visión holística; quizás, comenzaría por el rostro de la esposa de Dalí, tratando de dar cuenta de los motivos de la expresión que se advierte.

Morin (2001) alude al concepto de inteligencia ciega, la que considera una nueva ignorancia ligada al desarrollo mismo de la ciencia (fundada en la epistemología clásica), en la que no se consideran los conjuntos y las totalidades. Aísla todos sus objetos de sus ambientes, lo que provoca un progreso ciego e incontrolado del conocimiento científico, que es incapaz de reconocer y comprender la complejidad. No obstante, ¿qué es la complejidad? Se define como un tejido (*complexus*: lo que está creado en conjunto) de componentes heterogéneos inseparablemente asociados; es lo uno y lo múltiple. Es ese conjunto de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que

14 Fuente: <https://historia-arte.com/obras/galatea-de-las-esferas>

constituyen nuestro mundo fenoménico. Es por eso que la complejidad se presenta como lo enredado, el desorden, la ambigüedad, la incertidumbre (Morin, 1999).

La asignatura CPC se organiza en módulos, que sitúan el aprendizaje en ideas claves y competencias científicas, inspirados en el marco actual de la evaluación PISA (OECD, 2019): ambiente y sostenibilidad; bienestar y salud; seguridad, prevención y autocuidado, y tecnología y sociedad. En la tabla 1, se explicita los objetivos de aprendizaje asociados a los 4 *módulos formativos de la asignatura*.

Tabla 1. Módulos de contenidos específicos y objetivos de aprendizaje para la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía

Módulo	Objetivos de aprendizaje
M1 Ambiente y sostenibilidad	1. Investigar el ciclo de vida de productos de uso cotidiano y proponer, basados en evidencia, estrategias de consumo sostenible para prevenir y mitigar impactos ambientales 2. Diseñar proyectos locales, basados en evidencia científica, para la protección y utilización sostenible de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros 3. Modelar los efectos del cambio climático en diversos ecosistemas y sus componentes biológicos, físicos y químicos, y evaluar posibles soluciones para su mitigación
M2 Bienestar y salud	4. Analizar, sobre la base de la investigación, factores biológicos, ambientales y sociales que influyen en la salud humana (como la nutrición, el consumo de alimentos transgénicos, la actividad física, el estrés, el consumo de alcohol y drogas, y la exposición a rayos UV, plaguicidas, patógenos y elementos contaminantes, entre otros) 5. Investigar y comparar diversas medicinas (incluyendo la convencional, la tradicional de nuestros pueblos originarios y la complementaria alternativa), considerando su origen, conocimientos y prácticas para la resolución de problemas de salud cotidianos 6. Analizar, a partir de evidencias, situaciones de transmisión de agentes infecciosos a nivel nacional y mundial (como virus de influenza, VIH-sida, hanta, hepatitis B, sarampión, entre otros), y evaluar críticamente posibles medidas de prevención, como el uso de vacunas

<p>M3 Seguridad, Prevención y autocuidado</p>	<p>7. Investigar sustancias químicas de uso cotidiano en el hogar y el trabajo (medicamentos, detergentes y plaguicidas, entre otros), analizando su composición, reactividad, riesgos potenciales y medidas de seguridad asociadas (manipulación, almacenaje y eliminación)</p> <p>8. Diseñar, evaluar y mejorar soluciones que permitan reducir las amenazas existentes en el hogar y en el mundo del trabajo (en sistemas eléctricos y de calefacción, y exposición a radiaciones, entre otros) para disminuir posibles riesgos en el bienestar de las personas y el cuidado del ambiente</p> <p>9. Analizar, a partir de modelos, riesgos de origen natural o provocados por la acción humana en su contexto local (como aludes, incendios, sismos de alta magnitud, erupciones volcánicas, tsunamis e inundaciones, entre otros) y evaluar las capacidades existentes en la escuela y la comunidad para la prevención, la mitigación y la adaptación frente a sus consecuencias</p>
<p>M4 Tecnología y sociedad</p>	<p>10. Diseñar proyectos tecnológicos que permitan resolver problemas personales y/o locales de diversos ámbitos de la vida (como vivienda y transporte, entre otros)</p> <p>11. Explicar, basados en investigaciones y modelos, cómo los avances tecnológicos (en robótica, telecomunicaciones, astronomía, física cuántica, entre otros) han permitido al ser humano ampliar sus capacidades sensoriales y su comprensión de fenómenos relacionados con la materia, los seres vivos y el entorno</p> <p>12. Evaluar alcances y limitaciones de la tecnología y sus aplicaciones, argumentando riesgos y beneficios desde una perspectiva de salud, ética, social, económica y ambiental</p>

Los cuatro módulos de la asignatura están, de manera clara, orientados hacia contenidos CTS y los objetivos de aprendizaje tributan a ellos: salud, ambiente, enfermedades, productos químicos de uso frecuente y transgénicos, usos de la tecnología, entre otros. Aun cuando se sitúan en contextos pertinentes, la mayoría de los objetivos de aprendizaje siguen siendo de carácter instrumental y conceptual. Ninguno considera una *orientación competencial explícita*, como explicar fenómenos, justificar o argumentar sobre problemas sociocientíficos (Quintanilla, 2022a). En consecuencia, se declara un currículo ‘inspirado’ en temas relevantes de ciencia, tecnología y sociedad, pero carente de una razonable promoción de habilidades cognitivo-lingüísticas o competencias científicas, favorecedoras del pensamiento crítico y la participación ciudadana.

Aun cuando la asignatura CPC se orienta hacia un aprendizaje más situado y aplicado, integra las disciplinas científicas para construir una mirada interdisciplinar (MINEDUC, 2019). La coexistencia de contradicciones en este nuevo currículo desafía al profesorado de ciencias, para una gestión de aula que promueva estas nuevas finalidades de una química ciudadana. Dado

que la incorporación de CPC ha sido justificada como una contribución para atenuar la reducida alfabetización científica de la sociedad chilena, entonces, ¿cuál de las distintas aproximaciones a esta nueva asignatura sería más razonable? Responder esta interrogante requiere una revisión reflexiva sobre la concepción epistemológica por parte del docente, aunque también por parte de los diseñadores del currículo. Asimismo, surge otra interrogante: ¿se requieren nuevas formas de concebir la construcción de los conocimientos científicos para planificar y evaluar los aprendizajes? La respuesta es contundente: sí.

Educar las ciencias desde una filosofía de las prácticas científicas

La epistemología clásica sostuvo la distinción entre el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación. El segundo resulta su objeto de estudio y análisis, lo que reduce a las ciencias a leyes y teorías (enunciados generales). Esto resulta insuficiente para abarcar la complejidad de la actividad científica. En el marco de la CPC, se espera una aproximación a una química integral y aplicada, junto con las otras ciencias naturales, en la que las ciencias y las comunidades científicas no sean sólo productores de leyes y teorías. La propuesta de Echeverría (1995), inscrita en la filosofía de las prácticas científicas de corte axiológico, distingue cuatro ámbitos en los que se desempeña la actividad científica: los contextos de educación, investigación e innovación, evaluación y aplicación. Los cuatro interactúan entre sí y se influyen mutuamente: son interdependientes. Sin embargo, conviene distinguirlos para analizar la actividad científica en su auténtica complejidad. En el contexto escolar, promoverá diferentes estrategias que permitan contemplar una gama de actividades, que supere el estudio memorístico de leyes y fórmulas y la actividad experimental como mera verificación de los principios estudiados. A continuación, se detalla cada contexto.

Contexto de educación: La ciencia actual es una construcción social altamente artificializada, que se aplica a los más diversos ámbitos para producir transformaciones. Los seres humanos pueden adherir o no a dicha actividad colectiva, pero cada individuo siempre se enfrenta en su fase de formación a una ciencia previamente constituida, que debe aprender antes de poder juzgar sobre su mayor o menor validez y utilidad. En el ámbito escolar, se corresponde

con aquellos saberes disciplinares que son fundamentales para comprender el mundo natural, requiere la enseñanza, el aprendizaje de sistemas conceptuales y lingüísticos para que cada individuo demuestre que tiene una competencia en el manejo de representaciones e imágenes científicas, notaciones, técnicas operatorias, problemas, manejo de instrumentos, sígnicos y operatorios. No basta con poseer los conceptos o saberse de memoria las leyes básicas de una determinada teoría, sino que hay que interiorizar el porqué de aquellas, así como las técnicas de escritura, observación, medición, cálculo y experimentación que van ligadas a esta. Conviene tener presente, además, que la difusión y la divulgación científica, a través de revistas, videos, programas de radio y televisión, *podcast*, imágenes, y otros medios, puede ser incluida en este primer ámbito de la actividad científica. Es la divulgación científica una de las responsables de generar una imagen social de la ciencia, la investigación y del progreso científico.

Contexto de investigación e innovación: Produce invenciones y novedades, teorías y modelos, que incluye los fracasos y errores. La actividad teórica es sólo uno de los componentes de la actividad científica en el ámbito de investigación e innovación. Los laboratorios y los locales de estudio de los tecnocientíficos son el escenario fundamental en que ocurre la producción de conocimiento (teórico, empírico, informativo, técnico, etc.). No obstante, también está integrado por un importante componente de construcción de nuevos artefactos, que abarca desde una nueva notación matemática hasta un nuevo instrumento de medida o una nueva clasificación, pasando por un nuevo software o un virus desconocido. No hay que pensar que la actividad científica en este segundo ámbito está centrada sólo en la investigación sobre la naturaleza. La realidad que se explora siempre está preconstruida socialmente; es artificial por su propia construcción: cultivos agrícolas, ciudades, ordenadores, mercados, y otros. La epistemología clásica, de tendencia empirista, se ha centrado en las teorías; por eso, han preferido hablar de descubrimientos, más que de invenciones y creaciones. Al proponer el término *innovación* en este contexto, se engloban ambos aspectos de la investigación científica: los descubrimientos y las invenciones.

Contexto de evaluación: En la epistemología clásica, se denomina contexto de justificación. Tradicionalmente, está basado en una fundamentación metodológica y racional de la ciencia. Independientemente de que dicha

justificación fuera lógico-deductiva, inductivista, probabilista, verificacionista, falsacionista o de cualquier otro tipo, lo cierto es que, si se admite que en el segundo contexto también se contempla la investigación así como la innovación, el contexto de justificación de las teorías sería insuficiente. Por ello, se propone hablar del contexto de valoración o evaluación de la actividad tecnocientífica, y no sólo de la justificación del conocimiento científico. Tan importante es valorar el descubrimiento de un nuevo hecho empírico como evaluar el interés de una nueva formalización o simbolización. En el caso de los ingenieros y de los inventores, sus prototipos, sus diseños y sus planos han de ser valorados en función de su viabilidad, de su aplicabilidad, de su competitividad frente a propuestas alternativas, y en general en función de su utilidad.

La actividad científica no sólo busca “hechos nuevos y sorprendentes”, sino también “artefactos e instrumentos nuevos y sorprendentes”. El progreso de las ciencias no sólo está vinculado al avance del conocimiento humano, sino que la mejora de la actividad científica es otra de las componentes fundamentales del progreso de la tecnociencia.

También en este tercer contexto, la actividad científica está fuertemente mediatizada por la sociedad, y no sólo por la comunidad científica. Se trata de lograr una aceptación de los nuevos hechos, hipótesis, problemas, teorías, descubrimientos e innovaciones. Los congresos, las sociedades científicas, las revistas especializadas, los manuales y libros de texto son expresiones paradigmáticas de este tercer ámbito, pero también lo son los diseños, las maquetas, los prototipos, las simulaciones, los informes, las evaluaciones e incluso la toma de decisiones sobre lo que es aceptable o no para ser presentado como una novedad tecnocientífica de interés. La comunidad científica desempeña, sin duda, una función primordial, pero se advierte ya la presencia de agentes sociales externos a ella, en particular en lo que se refiere a la valoración de las innovaciones. La habilidad retórica, la adecuada presentación, la capacidad argumentativa y persuasiva e, incluso, ciertas técnicas de marketing y relaciones públicas constituyen con frecuencia variables decisivas para el éxito de una u otra propuesta. Los valores que determinan el ámbito de justificación y evaluación pueden ser cambiantes. El contenido empírico, la capacidad predictiva y explicativa, el rigor, la axiomatización, la consistencia, la formalización, la belleza, la potencialidad heurística, la resolución de problemas, la simplicidad y la generalidad son algunos de los valores clásicos para evaluar el conocimiento

científico. En el caso de la actividad tecnocientífica, la utilidad, la facilidad, el costo, la fiabilidad, la rapidez, la eficacia y la rentabilidad constituyen otros tantos valores que suelen ser tenidos en cuenta.

Al igual que en los ámbitos precedentes, siempre hay una sanción o juicio social sobre la actividad científica e innovadora. No sólo es la contrastación con la experiencia lo que determina la validez o invalidez de una novedad científica, sino también con otros agentes sociales, cuyos valores pueden ser cambiantes.

Contexto de aplicación: Los instrumentos, las técnicas, los métodos y los resultados de la actividad científica en los tres ámbitos anteriores experimentan modificaciones y cambios según se esté en uno u otro contexto. No es lo mismo elaborar una teoría en el laboratorio o en el gabinete que presentarla ante la comunidad científica, enseñarla en las aulas o divulgarla al público en general. En el caso del ámbito de aplicación, las producciones y artefactos científicos sufren cambios todavía más profundos, vinculando actividades científicas muy diversas al producir transformaciones eficaces sobre el medio en que se quiere actuar. Los diversos aparatos y máquinas que han ido surgiendo a lo largo de los dos últimos siglos muestran hasta qué punto las referencias a las teorías que los sustentan pueden parecer lejanas y difusas. El criterio de valor principal es la funcionalidad, pero cabe aplicar otros muchos: desde la rentabilidad económica hasta la utilidad social, pasando por la propia capacidad transformadora de la propuesta científica. La política y la gestión científicas pasan aquí a ser fundamentales, trátense de entidades públicas y privadas, pero la propia sociedad introduce sus criterios de aceptación de la actividad científica, que se ve ahora sometida a un juicio global externo. En el contexto de educación, se observa un predominio lingüístico. Sin embargo, las imágenes, los artefactos, los aparatos y su capacidad para resolver problemas sociales e individuales pasan a ser las formas de implantación de las ciencias o tecnociencias. En este último ámbito, debe incluirse la labor de asesoramiento en la toma de decisiones que llevan a cabo los expertos científicos. El escenario donde tiene lugar este tipo de actividad científica ya no es el aula, ni el laboratorio, ni la sala de congresos o la mesa de escritorio; los expertos trabajan en oficinas y en despachos, así como en salas de reuniones.

Preguntas orientadoras para guiar estos desafíos teóricos y metodológicos

Desde la perspectiva descrita, la implementación del nuevo currículo favorece las innovaciones en la enseñanza de la química que procuren una mayor vinculación de las 3 modalidades formativas con el abordaje de la resolución de problemas con las necesidades territoriales, ambientales y sociales del país. Todo ello sirve para la promoción de una participación ciudadana más activa, que contemple el desarrollo escuela-territorio y que proporcione oportunidades para una comprensión profunda del entorno, acorde a las necesidades del país y del ciudadano del siglo XXI (González-Weil et al., 2014). Entonces:

1. ¿Qué química esperamos que aprenda el estudiantado en esta nueva asignatura?;
2. ¿Qué estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la química serían apropiadas para esta nueva mirada – integral y aplicada – de las ciencias?

A continuación, las desarrollamos brevemente e intentaremos contribuir con nuestra aproximación y análisis de la propuesta, presentando algunos ejemplos.

1. ¿Qué Química esperamos que aprendan los estudiantes en esta nueva asignatura?

Desde la visión de la epistemología de las prácticas científicas, la CPC está orientada a la química y subespecialidades, que implique procesos en los cuatro contextos que propone Echeverría. A continuación, se detalla los aportes que se realizan desde las ciencias y cómo inciden en las prácticas escolares (tabla 2).

Tabla 2. Cuatro contextos de actividad científica y la CPC

Contexto	Educación	Investigación e innovación	Evaluación	Aplicación
Epistemología de las prácticas científicas Aportes desde la comunidad científica	Conocimientos específicos sobre las distintas temáticas, expresados en manuales, textos escolares, páginas web, etc. Materiales de divulgación en distintos soportes	Corpus disciplinario propiamente dicho Procedimientos, estrategias metodológicas diversas, uso de aparatos, modelos, simuladores, técnicas y procesos	Considerar aspectos epistémicos y no epistémicos, tales como la consideración de una teoría sobre otra, pero también las ventajas y desventajas en relación al costo beneficio Valor social	La transferencia de los conocimientos, métodos y aparatos, entre otros, producidos y su uso en acciones concretas Considerar beneficios y perjuicios que producen en el medio natural y social.
Los cuatro contextos de las prácticas científicas en la implementación de la CPC				
M1 Ambiente y sostenibilidad	Concepto de ambiente y de sostenibilidad Energías limpias Metodologías para su estudio Materiales de divulgación	Modelos y simuladores de cambio climático Límites de la sostenibilidad del planeta Investigaciones sobre cuidados de los suelos, el agua y el aire	Valorar las modificaciones ambientales que provocan los cambios químicos-físico-biológicos sobre el ambiente y la sostenibilidad	Valorar para quién o quiénes son los beneficios y los perjuicios Analizar las políticas públicas y las leyes reconociendo si son suficientes, adecuadas y aplicables
M2 Bienestar y salud	Concepto de salud y Bienestar Conceptos controvertidos: aborto, eutanasia, uso de THC Metodologías para su estudio Materiales de divulgación Debates y controversias	Modelos y simuladores de modificación de parámetros de salud frente a determinadas noxas Límites éticos vinculados a las temáticas. Ventajas y desventajas Estudios epidemiológicos regionales y locales	Valorar los criterios para reconocer fake news Considerar los intereses económicos detrás de cada postura	Analizar políticas públicas y leyes vigentes: receta de medicamentos genéricos vs marcas de los laboratorios Analizar el alcance de las políticas sanitarias (estatal o privado) Dilemas éticos vinculados a la interrupción voluntaria del embarazo, eutanasia

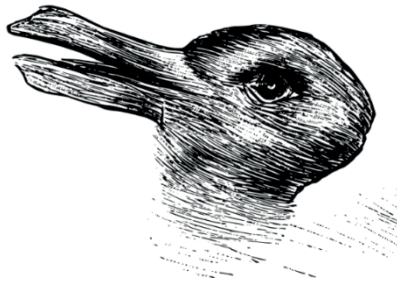
<p>M3 Seguridad, prevención y autocuidado</p>	<p>Composición, reactividad, de las diferentes sustancias que se emplean para la higiene, belleza y limpieza</p> <p>Fenómenos naturales y otros vinculados con la participación humana: Basurales a cielo abierto en el desierto de Atacama o incendios forestales</p>	<p>Modelos y simuladores que permitan reducir las amenazas existentes en el hogar y en el mundo natural y social</p>	<p>Valorar las políticas de prevención nacionales, regionales y locales</p> <p>Evaluar la actitud como consumidores y las implicancias en el medio natural y social</p>	<p>Investigar la aplicación y uso de sustancias químicas de uso cotidiano (medicamentos, detergentes y plaguicidas, entre otros)</p> <p>Identificar las políticas públicas y las leyes que legislan sobre las temáticas</p> <p>Normativas para evitar y prevenir catástrofes (incendios, inundaciones)</p>
<p>M4 Tecnología y sociedad</p>	<p>El listado de conceptos es casi infinito, por lo que los materiales de divulgación son necesarios para acercarse al gran público en relación con los adelantos producidos en las ciencias químicas</p> <p>Divulgación elaborada por la comunidad científica</p>	<p>Teorías y metodologías para estudio y análisis</p> <p>Modelos computacionales, simuladores, etc.</p> <p>Extracción de minerales</p> <p>Comercialización de kits</p>	<p>Valorar los peligros implicados en el uso de artefactos y metodologías que alteran la biodiversidad</p> <p>Discutir a quiénes pertenecen los conocimientos científicos y tecnológicos generados en un país</p>	<p>Políticas públicas respecto de ciencia, tecnología e innovación</p>

Aunque estos cuatro ámbitos se presentan como separados, ocurren de manera simultánea y están fuertemente interrelacionados entre sí. De hecho, interactúan y se influyen recíprocamente. Se enseñan aplicaciones de la ciencia también, diversas innovaciones teóricas, instrumentales o notacionales; o los diversos modos de evaluar dichas innovaciones, desde cómo verificar una predicción hasta cómo axiomatizar una teoría, pasando por el cálculo de los errores de una medición a partir de una teoría del error. El contexto de educación afecta a los otros tres contextos. Recíprocamente, las innovaciones, las diferentes aplicaciones y los nuevos criterios de evaluación modifican, tarde

o temprano, la actividad docente. La distinción de estos cuatro contextos no tiene, por consiguiente, una intencionalidad demarcacionista, sino más bien funcional. Los científicos dedicados a la enseñanza, a la innovación, a la evaluación y a la aplicación suelen estar separados entre sí, desde el punto de vista de sus prácticas cotidianas y de su ejercicio profesional. Sin embargo, el avance de la ciencia depende de todos y cada uno de ellos, y no sólo de los descubridores e innovadores. En consecuencia, una nueva aplicación puede ser más importante que una nueva axiomatización. Pues bien, también un nuevo método de enseñanza, o una adecuada retórica en el proceso de difusión social del conocimiento científico, pueden contribuir al progreso de la ciencia mucho más que la labor oscura en el laboratorio, que prescinde de toda mediación con los restantes contextos de la actividad científica (Echeverría, 1995). Otro aspecto importante es la interacción de la química con otras disciplinas, como biología, física, medicina, sociología y antropología.

Identificar oportunidades en estos módulos para promover esta perspectiva de una química ciudadana en el estudiantado es una oportunidad para que esta disciplina deje de ser percibida como un saber incomprensible, peligroso, poco motivador e inútil (Izquierdo, 2013). En consecuencia, los ciudadanos podrán identificar la gran cantidad de fenómenos químicos con los que convivimos, y el valor de la química para comprenderlos y actuar sobre ellos (Weinrich & Talanquer, 2016). Pensar en una química ciudadana supone hoy un desafío no solo conceptual y metodológico, sino que implica comprender la complejidad de las transformaciones sociales, políticas, culturales y económicas, en los que la química tiene *algo que decir*. En este sentido, el cambio curricular en Chile nos invita a reconocer las zonas de sacrificio del norte del país, donde abunda la contaminación de plomo, mercurio, molibdeno y arsénico; la explotación de las minas de cobre y los salares de litio, como recursos económicos clave para el presente y el futuro del país; la escasez y contaminación de los recursos hídricos causadas por la actividad agrícola en el centro de Chile; o la contaminación atmosférica en las zonas urbanas del sur del país por la combustión de leña usada para la calefacción de los hogares; como escenarios controversiales que favorecen los aprendizajes en química, lo que muestra su potencial para mejorar nuestra calidad de vida. A continuación, pasamos a revisar algunas estrategias y orientaciones para abordar en el marco de la asignatura de ciencias para la ciudadanía

2. ¿Qué estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la química serían apropiadas para esta nueva mirada integral y aplicada de las ciencias?



Una revista alemana publicaba la ilustración *Conejo y pato*, en *Fliegende Blätter*, el 23 de octubre de 1892, ¿Pico u orejas?, de autor desconocido.

Los docentes disponen de numerosas estrategias didácticas. De acuerdo a la propuesta curricular chilena, la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos asociados a los distintos módulos en que se estructura la asignatura serían las estrategias más apropiadas para propiciar aprendizajes de una química vinculada con los problemas ciudadanos o sociocientíficos. La resolución de problemas es una actividad habitual en el aula de ciencias a la que se dedica una parte considerable del tiempo de enseñanza-aprendizaje, cuya importancia queda patente desde diversos ámbitos. En los currículos oficiales, se ha incluido generalmente como *procedimiento de las ciencias*, al mismo nivel que la observación o la experimentación. Ocupa un papel destacado en los libros de texto, en los que la distinción entre ejercicios, preguntas y problemas en química no es relevante teóricamente, lo que constituye también un problema en sí mismo para la evaluación de aprendizajes (Quintanilla, 2019). En la cultura tradicional del profesorado de ciencias, la presencia de ejercicios y problemas es muy significativa; existe, incluso, manuales especializados y volúmenes dedicados íntegramente a la resolución de problemas.

En términos tradicionales, en la cultura pedagógica y psicológica, un problema suele ser definido como un obstáculo que se le presenta al estudiante, lo que hace difícil y complejo alcanzar un objetivo deseado, normalmente situado en los productos de la ciencia (cálculos estequiométricos, por ejemplo).

Es decir, hasta el presente, la solución de problemas científicos escolares ha sido utilizada de una manera muy limitada en el aprendizaje de la química. Con esto, centra la atención en ella como medio para que el estudiantado se apropie de conocimientos científicos y de procedimientos de acción más o menos generales, lo que deja a un lado la verdadera función de desarrollo que puede desempeñar el enfrentamiento a la resolución de problemas en la clase de química (Couso, Izquierdo y Merino, 2008; Quintanilla et al., 2010).

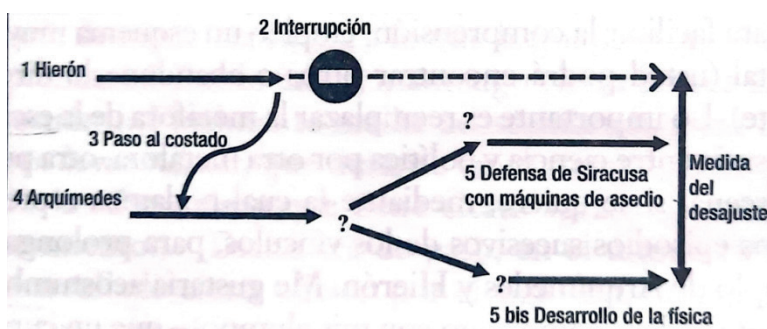
Estas dos concepciones brevemente referidas, resolver problemas de química o aprender a enfrentarse a su resolución, nos sirven como metáfora para situarnos, con matices teóricos y metodológicos, en una perspectiva de química para una ciudadanía más genuina y prometedora intelectualmente. Así, la resolución de problemas, como en el resto de actividades de enseñanza, evaluación y aprendizaje, tiene una influencia fundamental en el contexto individual o colectivo. En él, se plantea la resolución de un problema, su relevancia en el contexto sociocultural del estudiantado, su influencia en la motivación y el interés de los mismos, entre otros aspectos. Así, la verdadera revolución en el ámbito de la investigación en la resolución de problemas ha sido el empezar a comprender este proceso no sólo como una competencia a conseguir, sino también como una estrategia de enseñanza y aprendizaje para promover y desarrollar el pensamiento científico (Quintanilla et al., 2010). Por lo tanto, es válido aplicar estrategias conocidas, siempre y cuando se revisen las diversas concepciones, como las epistemológicas y psicopedagógicas, desde las que se diseñan las actividades. Entonces, donde antes se veía un pato, que ahora se vea un conejo.

Filósofos, como Bruno Latour, explican las tecnociencias desde una mirada socioantropológica:

“... las ciencias y las técnicas despiertan amores y aborrecimientos porque se presentan como disciplinas demasiado autónomas. Para la mayoría de las personas, no vale la pena interesarse en ellas precisamente porque no tienen relación con la vida cotidiana, la cultura, los valores, las humanidades, las pasiones políticas, en suma, todo lo que les interesa de verdad. A fuerza de ser autónomos, aquellos campos se han vuelto cuerpos ajenos”
(Latour, 2012)

Inspirados en el autor, se propone “los cosmogramas”, una estrategia didáctica de fácil aplicación con estudiantes de diferentes edades y niveles educativos, en la que no sólo se discute contenidos disciplinares, sino también las finalidades que se persiguen cuando los temas de química se aplican y transfieren a situaciones concretas, y el impacto que generan en la sociedad (Masullo, García, 2021). Reunir las ciencias y las técnicas con lo cotidiano requiere de un “proceso de traducción”, que se explica a través de un problema y su representación en un esquema, tal como se muestra a continuación.

Esquema 1: Esquema base de una operación de traducción

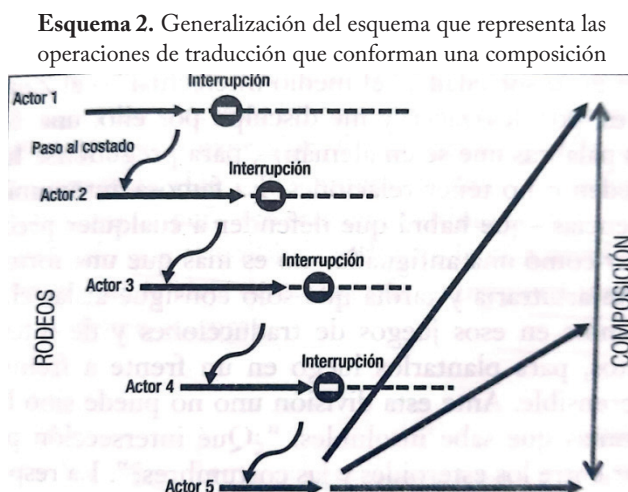


En el ejemplo, el rey de Siracusa, Hierón (1), tenía la preocupación de defender la ciudad de los invasores romanos (flecha en línea de puntos en el esquema). Aparece Arquímedes, quien le propone una traducción de su preocupación reformulando el problema: “usted no podrá defender Siracusa, por lo tanto no podrá completar su curso de acción (flecha de puntos), salvo que acepte dar un paso al costado y hacer un rodeo (3) por mis investigaciones en geometría y estática (etapas 2, 3 y 4). Entre Hierón y su meta, Arquímedes le propone desviar su camino y aceptar sus ideas sobre las máquinas de asedio (5). Así, se construyó la garra de Arquímedes, una especie de catapulta, para defender la ciudad.

Arquímedes perseguía su propio fin: el desarrollo de una investigación pura en geometría (5 bis). Ambos tenían su propio curso de acción con una finalidad concreta. Se entiende, entonces, que los rodeos o pasos al costado promueven la interacción entre los distintos actores y sus finalidades.

Bajo este ejemplo, un curso de acción está compuesto por una serie de rodeos, cuya interpretación requiere de la traducción.

En lo cotidiano, diversos actores, en los que cada uno tiene un curso de acción para lograr sus propios fines, se entrelazan, tal como se muestra en el esquema 2.



La ventaja de este esquema es que muestra que la ciencia y la política no son dos conjuntos separados. Hay dos tipos de actividades que, a grandes rasgos, van en la misma dirección. Las diferentes capas se multiplicarán, cada una correspondiente a un curso de acción diferente, precedido y seguido por numerosos rodeos. Cada rodeo modifica el objetivo inicial y compone una acción colectiva, lo que genera una composición. En los acontecimientos cotidianos, cada evento (artículo periodístico, un anuncio publicitario, una viñeta, un posteo y otros) se considera una composición, que puede analizarse aplicando los conceptos de traducción, cursos de acción, rodeos y composición que se aplican en la construcción de “Los cosmogramas”. Puede verse el ejemplo en el anexo.

Reflexiones finales

Resulta evidente que asistimos a nivel planetario a un ‘cambio de época’ y no a ‘una época de cambios’. En este contexto, el currículo escolar debe actualizarse, particularmente aquellos en que la articulación de la ciencia, la

tecnología, la sociedad y la cultura encuentran su convergencia más genuina y prometedora, para una intervención y transformación social urgente y necesaria, quizás como nunca antes en la historia humana. Se trata de una reflexión, discreta e inacabada, cuya pretensión es invitar a una comprensión más profunda que promueva nuevos procesos en la enseñanza y aprendizaje de la química, y en el desarrollo del profesorado.

Agradecimientos

Este capítulo sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del proyecto FONDEYT 1231325, financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) del Gobierno de Chile, del proyecto VRI interdisciplinario y del proyecto Novus Triada de la Universidad Católica de Chile, ambos liderados por el primer autor.

Referencias bibliográficas

Area, M., & Guarro, A. (2012). La alfabetización informacional y digital: fundamentos pedagógicos para la enseñanza y el aprendizaje competente. *Revista española de documentación científica*, (Monográfico), 46-74.

Contreras, S. (2017). Pensamiento y conocimiento pedagógico-curricular en los futuros profesores de ciencias chilenos: análisis de las creencias curriculares. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 295-300.

Couso, D.; Izquierdo, M.; Merino, C. (2008). La resolución de problemas. En Merino, C., Gómez, A., Adúriz-Bravo, A. (Eds.). *Áreas y Estrategias de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (p. 59-82). Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.

Cuellar, L., Merino, C., Marzabal, A., Quintanilla-Gatica, M. La formación continua del profesorado de ciencias en Chile. Contribuciones del enfoque C-T-S-A, promotor de una ciudadanía protagonista del siglo XXI. *Boletín de la AIA-CTS*, septiembre - 2021 | n.º 15, ISSN: 2183-5098, 73-7

Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educativo DEMRE (2018). Presentación de resultados prueba PSU 2018. Recuperado desde: <https://psu.demre.cl/estadisticas/documentos/informes/2018-presentacion-resultados-psu-p2018.pdf>

Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 15(1), 110501-110512.

Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la Ciencia*. Ed Akal. España

González-Weil, C., Gómez, M., Ahumada, G., Bravo, P., Salinas, E., Avilés, D., ... & Santana, J. (2014). Principios de Desarrollo Profesional Docente construidos por y para Profesores de Ciencia: una propuesta sustentable que emerge desde la indagación de las propias prácticas. *Estudios Pedagógicos* (Valdivia), 40 (ESPECIAL), 105-126.

Izquierdo, M. (2022). Química para el ciudadano. En: Quintanilla, M., Adúriz-Bravo, A. (ed.). *Enseñanza de las ciencias para una nueva cultura docente. Desafíos y oportunidades*. (p. 309-336). Santiago de Chile: Ediciones UC.

Izquierdo, M. (2013). School Chemistry: An Historical and Philosophical Approach. *Sci. Educ.*, nº 22, p. 1633-1653.

Latour, B. (2012). *Cogitamus: seis cartas sobre las humanidades científicas*. Paidós. Argentina.

León Trueba, A. I. (2009). Las disciplinas científicas: ¿referencia única para seleccionar contenidos para la educación científica básica en México? *Educación química*. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Martins, I., Quintanilla-Gatica, M., Amador, R., Cabrera, G., Daza, S., Ospina, N., Pereira, J. (2020). Breves aproximaciones sobre la historia, las tendencias y las perspectivas del movimiento CTS en América Latina. *Boletim da ALA-CTS* N.º 12 - Edição Especial, 99-104 (1)

Masullo, M., García, L. (2021). Cosmogramas como innovación para establecer relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad en la universidad. Propuestas innovadoras para la enseñanza de las Ciencias Experimentales: estudio de casos en distintos niveles de la República Argentina, Libro 29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. ISBN: 978-84-09-28033-9. https://www.researchgate.net/publication/350849262_Cosmogramas_como_innovacion_para_establecer_relaciones_entre_ciencia_tecnologia_y_sociedad_en_la_universidad

MINEDUC (2019). Bases Curriculares, <https://www.curriculumnacional.cl/614/w3-propertyvalue-120183.html>

Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. UNESCO. París

Morin, E. (2001). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa. España

Navarro, C., Förster, M. (2012). Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. *Pens. Educ.* (PEL), vol 49, nº1, p. 1–17

OECD (2019). “PISA 2018 Science Framework”, in *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f30da688-en>.

Osorio Villegas, M. (2017). El currículo: Perspectivas para acercarnos a su comprensión. *Zona Próxima*, núm. 26, pp. 140-151. Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte. <https://www.redalyc.org/journal/853/85352029009/html/>

Pedrinaci, E. (2008). ¿ Tiene sentido una materia como las Ciencias para el mundo contemporáneo?. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16(1), 9-16.

Pipitone, M. C. (2013). *Visión del profesorado sobre la implementación de una nueva asignatura: Ciencias para el mundo contemporáneo* (Doctoral dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona).

Quintanilla, M. & Adúriz-Bravo (2024). La actualidad del modelo cognitivo de ciencia escolar. *Tributo a Mercé Izquierdo*. Editorial Bellaterra. Santiago de Chile.

Quintanilla, M. (2022). Ciencia, ciudadanía y valores promotoras de una nueva educación para Chile. En: Romero, M. Tenorio, S. (Eds.) *Educación y Nueva Constitución. Repensar lo Educativo*. Fondo Editorial UMCE -CLACSO , Cap. Educación en Ciudadanía para el siglo 21, 371-400

Quintanilla M. (2022a). Las competencias de pensamiento científico en el aula. Aportes teóricos y metodológicos para promover y desarrollar aprendizajes de nivel superior. En: Quintanilla, M., Adúriz-Bravo, A. (ed.). *Enseñanza de ciencias para una nueva cultura docente. Desafíos y oportunidades*. Santiago de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. Cap. 1., 25-64

Quintanilla, M., Merino, C. & Marzábal, A. (2022). Química, ciudadanía y sociedad. Un desafío prometedor para la enseñanza de las ciencias en Chile. *Educación Química* (30) 41-48

Quintanilla, M. (2019). El lenguaje como problema y oportunidad de desarrollo del pensamiento científico. Aprender a leer el mundo a través de la ciencia. En Cabrera, G. (Ed) *Promoción y desarrollo de habilidades Cognitivo Lingüísticas. Aportes de Teoría y Campo* (p. 49-74). Editorial. Universidad del Valle. Colombia.

Quintanilla, M., Marzábal, A., Merino, C., Cuellar, L. (2020). La educación CTS en Chile. | Reflexiones, historia, tendencias y perspectivas de futuro. *Boletim da AIA-CTS*, nº 12, p.131-136.

Quintanilla, M., Joglar, C., Jara, R., Camacho, J., Ravanal, E., Labarrere, A., Cuellar, L., Izquierdo, M., Chamizo, J. (2010). Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio?. *Ens. Cien.*, vol. 28, nº2, p. 185-198

Raviolo, A., Garriz, A., Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, nº 8, p. 240–254.

Weinrich, M., Talanquer, V. (2016). Mapping students' modes of reasoning when thinking about chemical reactions used to make a desired product. *Chem. Educ. Res. Pract.*, nº. 17, p. 394–406.

ANEXO

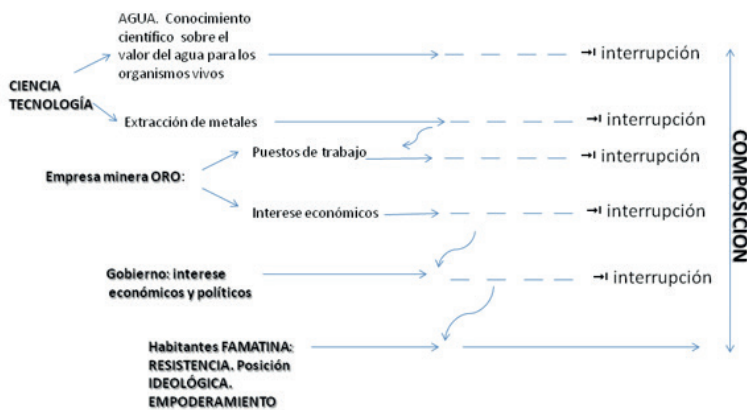
Una propuesta para realizar un trabajo práctico:

Reunidos en grupos pequeños:

- 1) Seleccionen un artículo periodístico de un diario local o nacional, o un anuncio publicitario, y subrayen (marquen) los pasajes que denotan un vínculo con las ciencias y las tecnologías.
- 2) Identifiquen los cursos de acción, las interrupciones y los pasos al costado.
- 3) Represéntelos en una hoja de papel.
- 4) Analicen la composición del evento
- 5) Discutan con el grupo clase.



Famatina es una ciudad en la que una empresa minera extrae oro a cielo abierto utilizando grandes cantidades de agua, lo cual incide en la región (semidesértica).



No hay una forma correcta ni única de cosmograma. Lo más importante es la discusión que tiene lugar en los grupos y con el grupo clase. Puede resultar reduccionista la representación en el papel cuando la situación es un problema complejo. En este ejemplo, faltan actores, finalidades y cursos de acción, pero el propósito es educar la mirada para “ver más allá” al ver una noticia o un posteo.

O QUINTAL DA EDUCAÇÃO QUÍMICA: o conto do Ipê, das ervas daninhas e do Tuiuiú

Vivian dos Santos Calixto¹⁵

A Educação Química configura-se como uma área de interface, entre a Educação e a Química. Emerge, no contexto brasileiro, na década de 1980 do século XX, catalisada pelas demandas inerentes a atuação do professor em sala de aula e seu desafio de ensinar conteúdos químicos (Schenetzler, 2020). Em sua gênese, assume intencionalidades mais centradas nos processos de ensinar e aprender Química. Na medida em que foi se consolidando e diversificando um horizonte plural e multicolorido passou a se desvelar. Para além de considerar os processos inerentes ao ensino e à aprendizagem incontáveis dimensões foram sendo incorporadas.

Quando mapeamos os primeiros doutores na área, identificamos um contexto em que buscar uma formação fora dos nossos limites geográficos foi necessário (Mello, Silveira, Teodoro e Corrêa, 2023; Teodoro, Mello & Silveira, 2024). Nesse escopo, alçar voos para fora do nosso país tornou-se uma realidade e, nesse movimento embrionário, muitas teorias e propostas metodológicas foram exportadas. Não havia ou não as identificavam em nosso espaço/tempo.

Entretanto, com o passar do tempo, o cuidado e o cultivo do solo pelos pioneiros, nossas particularidades e elementos característicos começaram a brotar. Sob o Ipê, ou seja, a experiência dos precursores, estabeleceu-se a sombra, a umidade e a fertilidade necessárias para que tantos outros elementos pudessem germinar no quintal que ali começava a se estruturar. De lá para cá,

15 Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (Facet) e Docente Permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECMat) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil.

tantas aprendizagens, pesquisas, reflexões, problematizações e delineamentos do que ainda há por investigar. Como exemplo, na contemporaneidade, tem emergido a questão da inteligência artificial e de como vamos interagir, analisar e interpretar as relações com esta nova ferramenta. Será ela uma erva daninha em nosso quintal ou uma ave como o Tuiuiú que permitirá alargar nossos horizontes e a extensão do nosso quintal?

Diante dessa conjectura, neste texto intencionamos, mediante a metáfora do quintal da Educação Química inspirada no poema de Manoel de Barros denominado de “Meu quintal é maior do que o mundo”, interpretar e compreender os desafios e as perspectivas da Educação Química. Para tanto, selecionamos três elementos, ou seja, três personagens, que oportunizam o trilhar do itinerário de compreensão supracitado. Dessas personagens, destacam-se o Ipê, as Ervas Daninhas e o Tuiuiú. Essas foram escolhidas, assim como o poema, mediante a sua correlação para com a cultura em que estamos imersas, no Mato Grosso do Sul. Entendemos que essa seja uma das aprendizagens que o Mapequim/AL tem nos oportunizado, a valorização da nossa identidade, como latino-americanos, brasileiros, sul-mato-grossenses. Passemos a apresentação de cada uma.

O Ipê, árvore frondosa, embeleza nosso estado e tantos outros no período de florada. Há aqueles que reclamam das flores que repousam sobre o solo - como se intencionassem tecer um tapete com temperança, cor e sabedoria - e há aqueles que admiram essa obra de arte natural. É assim a vida, como percebemos e interpretamos os fenômenos cotidianos. De origem Tupi, Ipê, árvore cascuda, com tronco imponente, copa altiva e tendendo a formação de uma espécie de meio círculo, não perfeito, irregular constituído por suas singularidades. Neste texto, sua contribuição assumirá a intenção de representar a tradição da história da Educação Química, que alicerça e potencializa nosso quintal.

As Ervas Daninhas estão presentes em qualquer quintal. Tratam-se de plantas silvestres que germinam em áreas cultivadas em que sua presença é indesejada. A elas, atribui-se uma espécie de má reputação, especificamente porque algumas espécies configuram-se como nocivas e prejudicam as plantas, que são alvo do cuidado e desejo daqueles que cultivam o espaço. Entretanto, nem toda Erva Daninha é prejudicial. Como exemplo, podemos mencionar a Urtiga, planta que nos recordamos da infância e das “queimaduras” que gerava

quando entrávamos em contato de forma acidental. Porém, essa pode ser utilizada no preparo de alguns medicamentos e, até mesmo, na culinária. Além disso, serve como um meio para preservar a umidade do solo e da erosão. Em nosso quintal, analisaremos em que proporção as ervas poderão se fazer presentes ou precisarão ser arrancadas do solo.

O Tuiuiú, também conhecido como Jaburu, é considerada a ave símbolo do Pantanal. Nos ares dessa região, é a maior e mais imponente ave com capacidade para voar, constituída por basicamente três cores: o branco, que predomina, o preto nas extremidades, cabeça e patas, e o vermelho como uma espécie de divisão entre o branco do seu corpo e o preto de sua cabeça. É belo e imponente, podendo atingir três metros de envergadura, com altura entre 1,4 e 1,6 metros e até 8 quilos. Ele foi escolhido por simbolizar nossa região, nossa cultura, identidade. Poderá assumir, neste texto, a personagem que representa o alçar voos que possibilitarão o ampliar de horizontes do quintal da Educação Química.

Manoel Wenceslau Leite de Barros foi/é um escritor muito importante para a cultura de Mato Grosso do Sul, mas não se restringe a esse espaço geográfico, a boniteza e a potência de seus escritos transcendem nossos limites geográficos. Cuiabano, formado em direito, herdeiro de uma fazenda no Pantanal e escritor, com reconhecimento pelas suas produções apenas na década de 1980. Pós-modernista, em distintas obras, ele retratou, com singularidade, a beleza da flora e fauna da região, assim como seu modo de ser e estar no mundo e o de muitos conterrâneos. Ousava ao propor palavras que representavam a estética da sua percepção.

Feita a apresentação do pano de fundo que estrutura a metáfora e reflexão deste texto, passaremos a exposição do poema que inspirou esse exercício de escrita. Em *O apanhador de desperdícios*, Manoel nos provoca a reflexão do que é prioridade, e nesse momento ousaria propor que pensemos nas prioridades da Educação Química. Vamos a apreciação das suas palavras.

Figura 1. Poema “O apanhador de desperdícios”

O apanhador de desperdícios

*Uso a palavra para compor meus silêncios.
Não gosto das palavras
fatigadas de informar.
Dou mais respeito
às que vivem de barriga no chão
tipo água pedra sapo.
Entendo bem o sotaque das águas
Dou respeito às coisas desimportantes
e aos seres desimportantes.
Prezo insetos mais que aviões.
Prezo a velocidade
das tartarugas mais que a dos mísseis.
Tenho em mim um atraso de nascença.
Eu fui aparelhado
para gostar de passarinhos.
Tenho abundância de ser feliz por isso.
Meu quintal é maior do que o mundo.
Sou um apanhador de desperdícios:
Amo os restos
como as boas moscas.
Queria que a minha voz tivesse um formato
de canto.
Porque eu não sou da informática:
eu sou da invencionática.
Só uso a palavra para compor meus silêncios.*

Fonte: Barros (2003).

Inspirada pela escrita de Manoel, desafia-mo-nos a organizar este texto. Talvez, porque reconheça em algumas de suas provocações e pela maneira de perceber o ser e o estar no mundo. Escrever sempre potencializou a organização dos meus silêncios, permeados por incontáveis pensamentos que, por vezes, causavam/causam confusão. Nesse processo quando escrevemos, organizamos para além das ideias, mas a nossa própria mente.

Como diria Marques (2008), autor que me acompanha desde os primeiros anos da graduação, ao escrever nos achamos, desenvolvemos e possamos dizer. Ou nas palavras de Clarice Lispector “Sou uma mulher que escreve porque, para mim, escrever é como respirar, faço para sobreviver”. Em sua crônica *Respiração*, de 1969, ela define escrever como “[...] saber respirar dentro da frase. É pôr algum silêncio tanto nas linhas como nas entrelinhas para que o leitor possa respirar comigo, sem pressa, adaptando-se não só ao seu ritmo como ao meu, numa espécie de contraponto indispensável”¹⁶.

16 Recuperado em 15 de novembro de 2024, de <https://ims.com.br/por-dentro-acervos/caderno-de-arabescos-clarice-lispector/>.

Ante o exposto, neste texto assume-se a tarefa de comunicar, a partir de minhas percepções, dos encontros empíricos e teóricos, os possíveis desafios e perspectivas da Educação Química. Palavras que são conceitos, desafios e perspectivas. Soam como elementos complementares, não divergentes. Interpretar e compreender nossos desafios potencializa o desvelar das perspectivas que podem ser assumidas. Vamos aos três elementos do nosso quintal...

O frondoso Ipê

Foi de sua semente, depositada no solo, envolta por uma amálgama de sentimentos, que englobava esperança e coragem, germinando o imponente Ipê. Dele, originou-se o quintal. Sua sombra oportunizou a preservação da umidade do solo, suas folhas e flores fertilizaram a terra e atraíram visitantes, dentre eles o Tuiuiú, e potencializaram a existência de tantos outros elementos do quintal. Aí está a gênese deste espaço belo, diverso, com aromas, sabores e experiências singulares.

O campo do Ensino de Química emerge da inquietação daqueles que assumem como *locus* de atuação a sala de aula, e ao vivenciar essa realidade se sentem provocados a pensar as nuances constituintes desse espaço/tempo. Do cotidiano em sala de aula, desvelam-se percepções em torno de que saber o conteúdo de Química não é suficiente para que nossas ações, no espaço escolar, atinjam a sua potência máxima.

As problematizações em torno da utilidade da Química, como as propostas por Chassot (1995), por exemplo, nos mobilizam, enquanto área, a refletir em torno das intencionalidades que movem nossos saberes e fazeres. Questionava-se, nesse interstício temporal, a perspectiva de transmissão dos conhecimentos, a Educação Bancária, densamente criticada por Freire (1996, 2005).

Estremecem-se algumas bases, como, por exemplo, a perspectiva propedêutica do ensino, visando o preparo para o vestibular. Nesse contexto, argumentamos que a intencionalidade do Ensino de Química deveria estar mobilizada pela articulação para com o contexto dos nossos estudantes, para a vida. O cotidiano, que com o adensamento das investigações passou a ser compreendido como esfera da contextualização, foi se germinando como defesa e mote da comunidade. Esse princípio foi se operacionalizando, inclusive, em

alguns documentos normativos relevantes, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1999).

Mas não paremos por aí, a inquietude e o efervescer de questionamentos e problematizações catalisaram distintos estudos, os quais complexificaram o entendimento de cotidiano, contextualização e aglutinaram ao argumento a perspectiva da formação para cidadania (Santos & Schnetzler, 1997). A esse conjunto de ramificações, que potencializaram o brotar do Ipê, somaram-se debates e argumentos complementares, tais como as proposições construtivistas (Moraes et al., 2003), a pesquisa como princípio pedagógico, o Educar pela Pesquisa (Galiuzzi, 2011) e a formação do professor como pesquisador de sua prática (Maldaner, 2000). Essas e tantas outras contribuições, que podem estar sendo ocultadas nessa escrita, promoveram a diversificação das ramificações que oportunizaram a ampliação do Ipê e do quintal.

Nesse movimento, o Ipê foi ganhando altura, fortaleceu, diversificou e adensou sua copa, ampliando sua sombra, tornando o solo mais fértil e preparando-se para a florada e os frutos. Suas vertentes já não se restringiam aos processos de ensinar e aprender, distintas linhas foram emergindo, a formação de professores, o currículo, as políticas públicas, avaliação, História, Filosofia... e tantas outras possibilidades.

Os desenhos, teórico/metodológico, das investigações foram se complexificando, ampliando e diversificando o espectro de possibilidades. Até mesmo o “nome” da área foi problematizado, há aqueles que argumentam em torno do Ensino de Química e aqueles que propõem Educação Química. Na medida em que nossas lentes extrapolam o contexto da sala de aula, o mundo da escola, rumo ao contexto global, o mundo da vida defende-se a utilização do termo Educação Química (Chassot, 1995).

Em reflexão, que inspira a compreensão supramencionada, Cachapuz, Praia e Jorge (2004) argumentam que:

[...] o modo como se ensina as Ciências tem a ver com o modo como se concebe a Ciência que se ensina, e o modo como se pensa que o Outro aprende o que se ensina (bem mais do que o domínio de métodos e técnicas de ensino), torna-se pertinente aprofundar aspectos tendo em vista a formação epistemológica dos professores bem como aspectos relativos à concepção de aprendizagem. É da

nossa experiência como formadores de professores e como investigadores que tais vertentes da formação são tradicionalmente obstáculos para o entendimento de Ciência, de Educação em Ciência e de ensino das Ciências que aqui se defenderam. (p. 378)

Diante do exposto, quando consideramos o Ensino de Química assumimos como foco o modo como se ensina a Química, enquanto na Educação Química nos centramos na compreensão da Química que se ensina. Nesse processo, o Ipê segue a expandir sua copa, ampliando sua sombra e, com isso, a fertilidade da terra. Torna-se ponto de parada, de contemplação e aprendizagem, energizando aqueles que buscam inspiração e segue potencializando a florada da/na Educação Química. Constitui-se como âmago do nosso quintal, de sua semente floresceu a frondosa e imponente árvore que possibilitou a nossa área.

Muitos nomes poderiam ser mencionados como aqueles que são nosso Ipê, nesse momento gostaria de destacar um destes, o professor Roque Moraes. Foi/é inspiração para nossa comunidade, em seus escritos, desde o debate em torno do construtivismo, o educar pela pesquisa, a escrita em sua função epistêmica, a pesquisa qualitativa, a fenomenologia, a hermenêutica e a Análise Textual Discursiva. Mas não paremos por aí, à medida que acessamos seus textos e os assumimos como espaço/tempo de estudo, seguimos em movimento de aprendizagem, inspiração e contemplação. Ensinou-nos que ser professor de Química é antes de tudo ser aluno. Nisso se desafiava a realizar as atividades que propunha a seus estudantes. Assumiu a postura de professor com maestria, inspirou/inspira gerações, pela imponência e humildade intelectual.

No entanto, com o avançar dos limites geográficos do quintal, muitos elementos foram sendo incorporados a essa paisagem. Dentre eles, há aqueles incontestavelmente belos e os que demandam análise e avaliação. As Ervas Daninhas se inserem nesse contexto, vamos a elas...

As Ervas Daninhas

Não há quintal, ou jardim, que não seja habitado, ora ou outra, por elas, as Ervas Daninhas. Vocês podem considerá-las como algo que estagna ou mobiliza. Aqui, vamos assumi-las como motor do movimento. Que provocam a

desacomodação, a contestação e o delineamento de estratégias que oportunizem o revirar do solo e começar outros plantios.

Como mencionado outrora, as Ervas Daninhas podem assumir funções de potência, especialmente quando consideramos seu papel na preservação do solo, conservando umidade, por exemplo. Nesse cenário, gostaria de provocá-los a pensar nelas como elementos que catalisam o questionamento e provocam o contínuo exercício de argumentar e propagar os princípios disseminados pelo nosso Ipê, a tradição da Educação Química.

Inauguremos esse debate em torno de um desafio, emergente do cenário, complexo e plurifacetado, em que estamos imersos nas últimas décadas, as (contra)reformas curriculares. Ao adotar o conceito de (contra)reformas inspiramo-nos e ancoramo-nos na proposição e problematização tecida por Ramos e Frigotto (2017), especialmente quando argumentam que as mesmas intencionam salvaguardar os domínios do capital e, para isso, intervêm no sistema educativo. Para além de adjetivá-las como anacrônicas e nefastas, podemos discorrer que se inspiram no neoliberalismo. Catalisadas por um cenário de ataque a democracia, denominado por Saviani (2020) como golpe jurídico-midiático-parlamentar e por Diniz-Pereira (2021) como golpe político, parlamentar, jurídico, midiático e sexista. Nesse contexto, a privatização do sistema educacional assombra nossas instituições e o apagamento dos conteúdos, denominado por Sússekind (2019) como epistemicídio, tornou-se realidade cotidiana.

Entre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Brasil (2018), o Novo Ensino Médio (NEM), Brasil (2017), e a Base Nacional da Formação de Professores (BNC-Formação), Brasil (2019), um conjunto, significativo, de elementos podem ser indicados no sentido de explicitar o modo de ser e estar em sociedade que experienciamos. Começemos pela BNCC, que perpassou os anos e assumiu diferentes tonalidades, mais e menos democráticas. Recordamos de, em 2015, estar em sala de aula no curso de Licenciatura e conversar com meus estudantes acerca da proposta da BNCC que se delineava, naquela época, como algo interessante. Um currículo que, teoricamente, comportaria uma parte geral e outra flexível, mobilizada pelas demandas de cada região, parecia-nos potente. Especialmente, quando avaliávamos a equipe que conduzia a proposta, professores de instituições conceituadas e com

representatividade diversa. O diálogo, ou a intenção, catalisava os trabalhos. Sentíamos-nos de alguma forma representados.

Entretanto, o cenário foi se alterando, e como propõe Compiani (2021), temos uma BNCC, em sua versão final, publicada em 2018, distinta da esboçada nas primeiras versões, ou seja, uma BNCC democrática e outra do golpe. O cenário que experienciamos, em 2016, foi surreal, pelo menos para parte de nós, um golpe que incorporou distintas esferas - jurídicas, parlamentares, militares e sexistas (Saviani, 2020 & Diniz-Pereira, 2021).

Nesse interstício temporal, visualizamos a conversão de uma Medida Provisória em Lei, a Medida Provisória nº 746, de 22 de setembro de 2016, tornou-se a Lei nº 13.415, de 16 de setembro de 2017, e implementou o popularizado NEM. Nessa Lei, estava determinado o aumento da carga horária anual do Ensino Médio, o fomento as Escolas de Tempo Integral, a adoção da BNCC, a menção ao notório saber, ao ensino no formato a distância, a alteração dos cursos de formação de professores, que deveriam seguir a cartilha da BNCC, dentre tantas outras dimensões complexas (Calixto, 2023).

Enraízam-se e propagam-se as Ervas Daninhas do neoliberalismo que concebe a Educação como gasto nunca como investimento. A exploração da mão de obra e a desigualdade econômica intensificam-se e a culpabilização pelo fracasso recai sobre o cidadão. Trabalhe enquanto os outros dormem! Gerencie melhor o seu tempo! O que você faz com suas 24 horas diárias? Disseminam-se essas e tantas outras ideias que desresponsabilizam o Estado e culpabilizam o cidadão. Adota-se, nesse processo, a lógica do mercado em detrimento do direito a Educação.

Negligenciam, os opressores, de maneira intencional, que o deslocamento, em transporte público, compromete horas da rotina diária, que nossos estudantes estão abandonando a escola para trabalhar e ajudar no orçamento familiar, que as escolas de tempo integral, sem aulas a noite, expurgam os alunos do espaço escolar e, para aqueles que insistem em estudar, aflora a demanda por se deslocarem por quilômetros até escolas que oferecem aulas no período noturno. Desse cenário, desvela-se o fomento a um projeto de sociedade, alienante e domesticador.

Na Educação Superior, especificamente, na formação de professores, experienciamos a famigerada BNC-Formação ancorada nos construtos da

BNCC, retomando, como Silva (2018) argumenta, um empoeirado discurso da pedagogia das competências. Além disso, a deslegitimação dos construtos teóricos, desenvolvidos por décadas no campo da formação de professores no Brasil, oportunizou o retrocesso, apagando os avanços no que tange a articulação entre teoria e prática, universidade e escola e a formação inicial e continuada (Gonçalves, Mota & Anadon, 2020).

Cultivar um quintal envolve estar atento as Ervas Daninhas que insistem em adentrar no solo fértil, sob a sombra do Ipê. Precisamos estar vigilantes, e no primeiro indício de depósito da semente ou do germinar da Erva Daninha, arrancar suas raízes do solo. Nesse intento, não há outra opção que não a revogação desses normativos. No que tange ao Ensino Superior, já vislumbramos a revogação da BNC-Formação, porém a Resolução CNE/CP nº 4, publicada em 29 de maio de 2024, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do Magistério da Educação Escolar Básica (Brasil, 2024), carrega muitas de suas dimensões problemáticas, mediante uma espécie de bricolagem da DCN de 2015 e a BNC-Formação (Anfope, 2024).

Ainda sobre esse cenário emerge a reflexão: por que organizamos forças de mobilização mais intensas para a revogação do normativo da Educação Superior em detrimento daqueles correlatos a Educação Básica? A semente do Ipê depositada no solo do quintal, que se esboçava ainda tímido, encontrou sentido mediante o fenômeno da Educação Básica, nosso campo está lá. Os elementos de fertilidade do nosso quintal encontram potência nesse espaço, não podemos abandoná-lo, ocultá-lo e/ou negligenciá-lo. Retornemos às nossas origens, compreendemos a nossa tradição histórica, a escola é nosso habitat. Obviamente que não se restringe a ele, mas precisamos perpassar essa região do nosso quintal, vislumbrar as cores, formatos, aromas, folhagens, entre outras tantas possibilidades dos elementos que constituem o nosso Ipê. Só assim, encontraremos energia e inspiração para expandir nosso quintal, diversificá-lo e alçar voos com o Tuiuiú. Após essa reflexão, nossos desafios, passaremos a ele, o que podemos aprender com ele, que elementos podem ser considerados, quais são nossas perspectivas.

O Tuiuiú

Ave misteriosa, característica de algumas regiões, tais como o Pantanal. Figura recorrente no céu sul-mato-grossense. Entre o branco predominante, intercalam-se outras cores, como o preto e o vermelho. De envergadura significativa, sobrevoa nossas paisagens com leveza e imponência. Alça voos, partindo de um quintal a outro, expandindo horizontes, portadora da ampliação geográfica e epistêmica. Neste texto, assumirá como papel, representar a alegoria das perspectivas, o devir. Por meio dela, poderemos debater, questionar, problematizar e argumentar em torno do devir da Educação Química.

Manoel de Barros, quando em seu poema, supramencionado, elucida que “seu quintal é maior que o mundo”, nos provoca a refletir sobre a relevância de olharmos para nosso âmago, sobre a beleza que reside ao nosso entorno. Nesse texto, argumenta-se em torno disso, que possamos na Educação Química, olhar para nosso quintal, cultivá-lo e potencializar sua florada, frutificação e diversificação. Isso é tarefa cotidiana, por vezes cansativa, mas necessária. Adubar o solo, remover as Ervas Daninhas, regar as plantas, considerando uma ordem prioritária, das que mais necessitam até as mais fortes e vistosas que já não demandam tanta atenção, mas não podem ser esquecidas.

Entre os incontáveis desafios que se desvelam para a Educação Química na contemporaneidade, nesse momento, ousamos indicar três possibilidades. Dentre eles destacam-se: i) as (contra)reformas curriculares que se ancoram na perspectiva neoliberal; ii) a inteligência artificial que esboça um conjunto de dimensões a ser interpretadas e compreendidas, e; iii) a pertinência de “olharmos para nosso quintal”, nossas particularidades, nossa ontologia.

As (contra)reformas já foram mencionadas na dimensão anterior, as Ervas Daninhas, mediante a análise de alguns normativos, tais como o NEM, a BNCC e a BNC-Formação. Porém, nesse momento, pensemos nelas como uma perspectiva, uma demanda do processo de alargamento do quintal da Educação Química. Especialmente, quando consideramos a influência do neoliberalismo no cenário educacional e do epistemicídio que tem fomentado.

Esse epistemicídio, o apagamento, em especial do campo da área de Ciências, via minimização da carga horária na matriz curricular do Ensino Médio, desvela algumas intencionalidades, quando consideramos a perspectiva neoliberal, mas também evidencia posições do campo. Messeder-Neto, Sá e

Brito (2022) argumentam em torno da relevância de adensarmos o debate em torno das dimensões conceituais, que segundo discorrem vem sendo ocultadas dos nossos planos de ações e de investigações. Nas palavras de Messeder-Neto, Sá & Brito (2022):

No caso de licenciandos em química, essa situação ganha contornos ainda mais graves. Sem dominar os fundamentos conceituais, reproduzirão na sala de aula do ensino básico uma química sem sentido, carregada de equívocos, fórmulas e *macetes* e que pouco contribuirá para o entendimento da realidade social. Sem uma apropriação adequada dos conceitos básicos por parte dos licenciandos, há uma grande chance de criarmos um *ouroboros* danoso que não conseguirá ser facilmente superado. Temos clareza que não basta que o licenciando se aproprie dos conhecimentos químicos para ser um bom professor de química. Os conhecimentos filosóficos, históricos, psicológicos, didáticos e pedagógicos são essenciais na formação do licenciado, no entanto, não abrimos mão, que além destes, o professor de química precisa saber química, pois só assim poderá articular melhor o conhecimento das outras áreas com o seu objeto de estudo, podendo criar um ensino realmente significativo. (p. 8, grifos dos autores)

As reflexões e as problematizações tecidas pelos autores supracitados enriquecem a análise das perspectivas que emergem como pontos de nossa agenda de trabalho, de maneira ancorada aos desafios desvelados. O epistemicídio, catalisado pelas Ervas Daninhas das (contra)reformas, adubadas pelo neoliberalismo, nos desafiam a (re)pensar o processo de constituição do professor de Química. Cabe ressaltar que essa reflexão não se estrutura na “caçada” por culpados e não se delimita, aqui, a formação de professores como campo ao qual se delega o papel por todos os enfrentamentos, mas do meio em que estamos imersos e das Ervas Daninhas que germinam em nosso quintal aflora a demanda por repensarmos nossas posições e devires nossas perspectivas.

Diante desse contexto, precisamos unir forças, ser coletivo, rumo a defesa pelo nosso campo de saber. Isso envolve argumentar em torno de uma formação sólida em Química. Não basta saber Química, como enfatizado por Messeder-Neto, Sá e Brito (2022), argumento recorrente de outros autores, tais como

Carvalho e Gil-Perez (2011). Entretanto, a negligência e o ocultamento dessa esfera descaracteriza nosso campo de atuação, nossa professoralidade.

Ser professor de Química envolve apropriar-se deste campo, dos conceitos e jamais renegando todas as dimensões que perpassam nossa identidade, como, por exemplo, a Filosofia, a História, a Sociologia, a Psicologia, a Didática, a Pedagogia e tantas outras. Na contemporaneidade, pode-se observar movimentos em que a formação conceitual, em áreas específicas como a Química, tem sido considerada inviável e financeiramente pouco atrativa. Isso gera baixa procura, especialmente nas licenciaturas, o que para égide neoliberal delinea-se como espaços a serem extinguidos da rubrica orçamentária. Nisso, emergem propostas de cursos com formação polivalente, em Ciências, por exemplo.

Essas são estratégias extremamente elaboradas e intencionalmente projetadas. Desprover o professor de sua intelectualidade, ocultando a possibilidade de aprofundamento conceitual, cria condições para que não possa contestar a formulação dos currículos e o ocultamento de áreas disciplinares, como a Química. Este já é um plano em ação, operacionalizado no Ensino Médio, por exemplo. Reduz-se a carga horária da Química, da área de Ciências e, efetivamente, não há debate em termos do prejuízo que isso acarreta, para além de outras nuances, do desenvolvimento de uma forma de pensar, de uma lógica, específica deste campo que oportuniza ao estudante um olhar diferenciado para com as situações e os problemas que enfrentam no seu cotidiano.

A Educação não pode ser ponderada a partir da égide da aplicabilidade, ela tem um fim em si mesma, desenvolver o pensamento dos nossos alunos, sua criatividade, criticidade, cidadania, alargar seu capital cultural, sua humanidade e tantas outras esferas que aqui podem estar sendo desconsideradas. E o plano que se materializa é justamente destituir de nossos estudantes a possibilidade do desenvolvimento dessas esferas. Engloba-se a essas camadas o exercício de “afogar” o professor em demandas burocráticas que ceifam as condições de possibilidade da constituição de sua intelectualidade.

No que tange a inteligência artificial, emergem distintas zonas de problematização, mas ainda sem um movimento de análise aprofundado. O que converge em termos de compreensão, dos pesquisadores, refere-se a pertinência de não negligenciarmos sua existência, precisamos analisar, avaliar e entender como nossos estudantes têm utilizado/interagido com esta ferramenta.

Particularmente, na nossa percepção, que nesse momento gostaríamos de compartilhar, compreender nosso modo de ser e estar em sociedade adensa a análise e reflexão tecida anteriormente. Mas como? Vamos a comunicação dessa percepção.

Estamos imersos em um contexto muito favorável e potente em termos de acesso à informação, com ferramentas riquíssimas que oportunizam o desenvolvimento de nossa intelectualidade e o alargamento de nosso capital cultural. Entretanto, o que observamos ao considerar nosso modo de ser e estar em sociedade desvela algumas pistas/adjetivações, tais como: cansada, mentalmente abalada, que não lê, pouco escreve e concebe o desenvolvimento da intelectualidade e o tempo na Educação como algo inútil (Han, 2015).

O espectro de nosso vocabulário está sendo reduzido. Afinal, sem ler e desenvolver a escrita, não há milagre. E isso relaciona-se e influencia a forma como trabalhamos com a inteligência artificial. Majoritariamente, independente das versões disponíveis, o comando fornecido configura-se como o catalisador de bons resultados na interação com a mesma. Ante o cenário exposto, não conseguimos interagir, da forma como poderíamos, em parte, devido a nossa incapacidade de ofertar bons comandos.

Para além do exposto, emergem outras reflexões e problematizações que enriquecem a análise. Por exemplo, a criticidade, para avaliar as informações postas, não se frutifica como elemento presente na sua utilização. Precisamos compreender que a base que constitui o banco de dados, acessado pela inteligência artificial, é alimentada pelas nossas produções, isso atribui características e influências nessa informação, na qual se manifestam esferas da nossa sociedade e da forma como produzimos conhecimento, tais como: o racismo, a heteronormatividade, a lógica do capital e tantas outras dimensões problemáticas (Picão, Gomes, Alves, Barpi & Luccheti, 2023).

Como camada final desse movimento aglutina-se o diálogo em torno da relevância de conhecermos nosso quintal e nossa ontologia. Nesse ínterim, a dimensão filosófica configura-se como potência nesse processo. Compreender nosso modo de ser e estar no mundo nos desafia a desenvolver uma atitude filosófica, ancorada no questionamento e na ampliação de nossos horizontes.

Carmo, Sousa e Galiuzzi (2023) ao problematizar a ênfase, centrada nos processos conceituais e cognitivos na Educação em Ciências, propõe uma

Filosofia da Educação em Ciências, ancorada nos construtos de Gadamer, tencionando potencializar a inserção da dimensão ontológica nesse campo. Da articulação da Hermenêutica Filosófica de Gadamer e a Educação em Ciências os autores (2023) argumentam que a:

[...] compreensão sobre Ciências consiste em interpretar uma linguagem historicamente construída e, portanto, esse movimento interpretativo envolve uma consciência hermenêutica, uma abertura frente ao novo em que o aluno é desafiado a colocar seus preconceitos à prova. Proporcionar experiências hermenêuticas na Educação em Ciências consiste em superar um ensino dogmático, calcado em uma visão de Ciência que aponta para a verdade única e insuperável. Consiste em ensinar não mais a partir de modelos abstratos distantes da vida dos alunos, mas a partir de experiências do mundo-vida. O professor, como tradutor-intérprete, contribui para a aproximação entre a linguagem do aluno e a linguagem científica. Uma Educação em Ciências ontológica envolve reconhecer que, assim como toda as compreensões sobre o mundo, as compreensões sobre Ciência não são fixas, seus conceitos não são absolutos, mas estão imersos em uma linguagem histórica que precisa ser percebida e interpretada nas salas de aula de ciências. (p. 52)

Do entretecer da argumentação em torno da relevância de incorporarmos experiências hermenêuticas no campo da Educação em Ciências/Química e a metáfora aqui expressa, do quintal da Educação Química, germina a percepção da relevância de revisitarmos o nosso Ipê. Observá-lo e aprender com ele, nossa tradição.

Diante dessa conjectura, precisamos valorizar, cultivar e cuidar do nosso quintal, a Educação Química do Brasil e ampliá-lo para a América Latina, sob a inspiração do Tuiuiú. Argumento defendido por Galiazzi (2022, p. 67) no qual discorre acerca da “urgência de intensificar o diálogo com pesquisadores da América do Sul num intercâmbio latino-americano com foco na descolonização da formação de pesquisadores e de professores de Química em direção à interculturalidade na Educação Química”.

Interpretar, compreender, conversar, trocar, comunicar, conhecer-nos. Entendemos que nesse desafio emerge nossa principal perspectiva de devir, do nosso vir a ser. Respeitando e valorizando nossa cultura, analisando as

influências que nos constituem, os elementos de colonização para que juntos nos mobilizemos rumo ao cuidado do nosso quintal. Afinal, nosso quintal é belo, é potente, é maior do que o mundo.

Referências

- Anfope. (2024, 19 de agosto). *Nota da Anfope sobre o Parecer CNE/CP Nº 4/2024*. 2024. https://www.anfope.org.br/wp-content/uploads/2024/04/Nota-Anfope_correcao_final.pdf
- Barros, M. (2003). *Memórias inventadas: a infância* (Vol. 1). Planeta.
- Brasil. (1999). Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília.
- Brasil. (2017). Conselho Pleno. Lei nº 13.415. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 16 fevereiro.
- Brasil. (2018). Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. Brasília.
- Brasil. (2019). Conselho Pleno. Resolução CNE/CP 02/2019 de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação).
- Brasil. (2024). Conselho Pleno. Resolução CNE/CP 04/2024 de 29 de maio de 2024. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do Magistério da Educação Escolar Básica.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10(03), 363-381.
- Calixto, V. S. (2023). Novo Ensino Médio e o Pensamento Crítico: da fotografia à cena de um filme. *Poiésis*, v. 17, n. e, 78-98.
- Carmo, A. P. C. do, Sousa, R. S. de & Galiazzi, M. do C. (2023). Uma filosofia da educação em ciências no horizonte da hermenêutica filosófica. *Prometeica - Revista De Filosofia Y Ciências*, (27), 39-55.
- Carvalho, A. M. P. & Gil-Pérez, D. (2011). *Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações*. 10. ed. São Paulo: Cortez.
- Chassot, A. (1995). *Para que(m) é útil o ensino?* Canoas: Ulbra.

Compiani, M. (2021). Comparações entre a BNCC atual e a versão da consulta ampla, item ciências da natureza. *Ciências Em Foco*, 11(1), 16.

Diniz-Pereira, J. E. (2021). Nova tentativa de padronização dos currículos dos cursos de licenciatura no Brasil: a BNC-formação. *Práxis Educacional*, 17(46), 53-71.

Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*/ Paulo Freire. São Paulo: Paz e Terra.

Freire, P. (2005). *Pedagogia do Oprimido*. (44ª ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Galiazzi, M. C. (2011). *Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências*. Ijuí: Ed. Unijuí.

Galiazzi, M. C. (2023). Mirar para o sul na Educação Química: um propósito a partir de afetos, redes e escritas de formação. In Mello, I. C., Silveira, H. E., Teodoro, P. V. & Corrêa, T. H. B. (2023). *Memórias de professores e professoras de química*. São Paulo: LF Editorial.

Gonçalves, S. R. V., Mota, M. R. A. & Anadon, S. B. (2020). A Resolução CNE/CP n. 2/2019 e os retrocessos na formação de professores. *Formação em Movimento*. 2(4), 360-379.

Han, B. C. (2015). *Sociedade do cansaço*. Petrópolis: Editora Vozes Limitada.

Maldaner, O. A. (2006). *A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química*. (3ª ed.). Ijuí: Ed. Unijuí.

Mello, I. C., Silveira, H. E., Teodoro, P. V. & Corrêa, T. H. B. (2023). *Memórias de professores e professoras de química*. São Paulo: LF Editorial.

Marques, M. O. (2008). *Escrever é preciso: o princípio da pesquisa*. Petrópolis: Editora Vozes.

Messeder Neto, H. S., SA, L. V. & Brito, M. M. (2022). *Conceitos Químicos em Debate* (Vol. 1) (1ª ed.) Salvador: EDUFBA.

Moraes, R., Rosito, B. A., Harres, J. B. S., Galiazzi, M. C., Ramos, M. G., Costa, R. C. & Borges, R. R. (2003). *Construtivismo e o Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre: Edipucrs.

Picão, F. F., Gomes, L. F., Alves, L., Barpi, O. & Luccheti, T. A. (2023). Inteligência artificial e educação: como a IA está mudando a maneira como aprendemos e ensinamos. *Revista Amor Mundi*, 4(5), 197-201.

Ramos, M. N. & Frigotto, G. (2017). “Resistir é preciso, fazer não é preciso”: as contrarreformas do ensino médio no Brasil. *Cadernos de Pesquisa em Educação*, (46), 26-47.

Santos, W. L. P & Schnetzler, R. P. (1997). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora da Unijuí.

Saviani, D. (2020). Políticas educacionais em tempos de golpe: retrocessos e formas de resistência. *Roteiro*, 45, 1-18.

Schnetzler, R. P. (2020). *Uma história de formação na formação de professores de Química*. Editora Unijuí.

Silva, M. R. (2018). A BNCC da reforma do ensino médio: o resgate de um empoeirado discurso. *Educação em Revista - UFMG*, 34.

Süssekind, M. L. (2019). A BNCC e o “novo” Ensino Médio: reformas arrogantes, indolentes e malévolas. *Retratos da Escola*, [S. l.], 13(25), 91-107.

Teodoro, P. V., Mello, I. C. & Silveira, H. E. (2024). *Memórias de professores e professoras de química* (Vol. 2). São Paulo: LF Editorial.

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA ORIENTADA A LA ACCIÓN SOCIOPOLÍTICA: El caso de los hidrocarburos en el marco de la alfabetización científica crítica

*Carlos Alexander Guerrero Quitiaquez*¹⁷

*Boris Fernando Candela Rodríguez*¹⁸

Introducción

El desarrollo tecnocientífico ha impactado notablemente sobre las dinámicas sociales, políticas y económicas y, al parecer, ha tenido serias repercusiones sobre el bienestar de los individuos, las sociedades y el ambiente. Por ejemplo, los seres humanos disfrutan de una mejor calidad de vida y satisfacen sus necesidades gracias a los avances de la medicina, la biotecnología, el desarrollo de medicamentos y tecnologías agrícolas (Bencze *et al.*, 2012). No obstante, los avances tecnocientíficos, junto al modelo socioeconómico capitalista predominante en el mundo basado en la eficiencia económica y prácticas de producción, consumo, ganancia y desecho, han generado una profunda crisis social y ambiental (Tafoya, 2012). Lo anterior ha puesto en peligro la continuidad de la vida en la tierra y agudiza aún más las desigualdades sociales, los conflictos raciales, las creencias clasistas, las relaciones asimétricas de poder y el deterioro del planeta, hechos que se traducen en una variedad de problemas sociocientíficos y socioambientales de carácter local, regional, nacional y global.

Bajo esa perspectiva, la profunda crisis social y degradación ambiental en la que se encuentra sumido el planeta requiere su comprensión, tomar

17 Asistente de docencia de la Universidad del Valle, Colombia.

18 Profesor Asociado de la Universidad del Valle, Colombia. Facultad de Educación y Pedagogía.

decisiones y emprender acciones inmediatas aquí y ahora (Reís, 2014a). Por lo tanto, es crucial animar y formar a los jóvenes ciudadanos en el desarrollo de habilidades para actuar social y políticamente ante una variedad de problemas sociocientíficos y socioambientales que amenazan el bienestar de las personas, las sociedades y el ambiente. Alentar a los estudiantes a ser agentes de cambio y de transformación social mediante acciones directas e indirectas es un intento por resistir a ideologías dominantes y fuertemente arraigadas, que han reforzado las desigualdades sociales y han conducido al planeta a una profunda crisis.

La formación de jóvenes ciudadanos capaces de hacer frente a la variedad de problemas derivados del desarrollo tecnocientífico demanda el desarrollo de una educación científica de carácter crítico y emancipadora. Esta perspectiva de la educación en ciencias se aleja por completo del enfoque convencional de la educación científica, fundamentado en la racionalidad técnica (control, eficiencia y efectividad) y el fuerte interés por la enseñanza de contenidos fácticos y descontextualizados de las realidades de los estudiantes. Esto se debe a que la educación científica convencional se centra en el aprendizaje memorístico de productos y procesos de las ciencias, alejados por completo de las realidades sociales, políticas, económicas y culturales.

Además, el enfoque convencional de la educación en ciencias impide el uso deliberado del conocimiento científico en pro de la solución de auténticos problemas sociocientíficos y socioambientales que enfrenta la humanidad. Así pues, aun cuando la preocupación en torno al abordaje de este tipo de cuestiones de carácter local, nacional y, por supuesto, global han estado presentes en los currículos escolares desde hace varias décadas, la escasa acción ha invadido dicha preocupación; es decir, ha existido una “parálisis de acción” (Jensen, 2004). En otras palabras, el abordaje de dichos problemas casi siempre se ha limitado al análisis de los impactos generados, lo que ha dejado de lado las causas, las responsabilidades y las posibilidades de actuación de los jóvenes ciudadanos en la solución de dichos problemas.

En aras de cambiar la dinámica de la actual sociedad hegemónica por una más democrática y justa, los investigadores de la educación en ciencias han comenzado a formular una perspectiva de la educación orientada a la acción sociopolítica. Este enfoque permite reconocer la complejidad que encarnan los problemas derivados del desarrollo tecnocientífico y, a la vez, brinda a los

jóvenes ciudadanos herramientas y escenarios adecuados para participar en la solución de dichos problemas a través de acciones directas e indirectas, individuales o colectivas de manera apropiada y responsable. En este contexto, la acción se conceptualiza como aquellos esfuerzos encaminados a participar en la solución de auténticos problemas sociocientíficos y socioambientales mediante acciones concretas que intentan hacer perceptibles aquellos problemas imperceptibles y resolverlos (Jensen, 2004; Hodson, 2011).

Con el propósito de alcanzar las metas curriculares que caracterizan a la educación científica de carácter crítico, se hace necesario implementar una propuesta de enseñanza emancipadora. Probablemente, esta le permite a los jóvenes ciudadanos la posibilidad de lograr una mejor comprensión de los problemas derivados del desarrollo tecnocientífico y comenzar a construir una cultura para la acción social y política. Para contribuir a ello, la propuesta de enseñanza implementada en este trabajo aborda, de forma interdisciplinar, el contenido sobre hidrocarburos y algunos de las ciencias sociales.

Por otro lado, los hidrocarburos tienen una relevancia educativa y social fundamental, ya que gran parte de las dinámicas socioeconómicas dependen de ellos; se utilizan en combustibles, generación de electricidad, y fabricación de plásticos y agroquímicos para la producción de alimentos. Para muchas sociedades conservadoras, resulta impensable desvincular el desarrollo social y económico del petróleo y el gas natural, recursos que sostienen el modelo socioeconómico capitalista y que también reproducen matrices de opresión y desigualdad. Con más del 50 % del suministro energético mundial proveniente de estos combustibles fósiles, la dependencia energética, económica y social a los hidrocarburos sigue siendo trascendental (Marín y San Martín, 2011).

No obstante, el uso indiscriminado de hidrocarburos provenientes de combustibles fósiles genera complejos problemas sociocientíficos y socioambientales de carácter local, nacional y global, como la contaminación y el cambio climático, que impactan en múltiples dimensiones (social, política, económica, cultural, ambiental y ética) y agravan la crisis social y ambiental del siglo XXI. En ese orden de ideas, la propuesta de enseñanza a implementar representa estos problemas, promoviendo espacios de aprendizaje donde los estudiantes desarrollen una cultura para la acción social y política. Para ello, se formula la siguiente interrogante: ¿Cómo la implementación de una propuesta

de enseñanza de carácter emancipador ayuda a los estudiantes de undécimo grado a construir una cultura para la acción social y política?

Metodología

Este estudio estuvo direccionado por la perspectiva de indagación cualitativa, dado que la naturaleza del problema de investigación se encuentra fundamentada por los principios epistemológicos, ontológicos, metodológicos y retóricos que sustentan al paradigma cualitativo-interpretativo (Creswell, 2007), y, en particular, el enfoque de estudio de caso. Este modelo de investigación estuvo configurado por la propuesta de enseñanza de carácter crítico, con la participación de un profesor y sus estudiantes de una institución educativa pública.

Este planteamiento representó, de forma interdisciplinar, el contenido sobre los hidrocarburos y los conocimientos de las ciencias sociales y humanas, mediante actividades de aprendizaje estructuradas por problemas sociocientíficos y socioambientales, así como tareas problema de las ciencias naturales y las ciencias sociales (véase enlace <https://carlosquitiaquez.wixsite.com/hidrocarburos>). Esta propuesta fue diseñada a partir de los aportes de la literatura en el campo de la educación científica crítica y el diseño educativo mediado por el instrumento metodológico *ReCo* (representación del contenido), adaptado por Candela (2017), como instrumento para el diseño de propuestas de enseñanza.

En cuanto al profesor, se destaca que es licenciado en biología y química, con maestría en educación y más de veinte años de experiencia docente, lo que le permitió orientar y retroalimentar cada una de las actividades de aprendizaje. Finalmente, los sujetos investigados fueron 52 estudiantes de undécimo grado de una institución educativa pública colombiana, con edades entre 16 y 18 años, y mayoritariamente de los estratos socioeconómicos 1 y 2, divididos en dos especialidades: informática y procesamiento de alimentos.

La implementación de la secuencia de actividades de aprendizaje se realizó en el marco del aula de química, con una intensidad de 3 horas semanales a partir del 20 de agosto del 2023 hasta el 20 de noviembre del mismo año. Durante este período, los datos fueron recogidos desde diferentes fuentes documentales: observación participante, entrevista semiestructurada a los

aprendices, relatos narrativos, registro fílmico de las lecciones de clase y cuaderno de tareas de los estudiantes.

La evidencia empírica obtenida se analizó bajo la perspectiva de comparación constante (Glaser y Strauss, 1967). Esta perspectiva analítica permitió documentar el impacto de las conjeturas curriculares y metodológicas encarnadas en la propuesta de enseñanza y secuencia de actividades. La comparación constante consiste en el análisis de los datos obtenidos y su posterior codificación, para la generación de una teoría naturalista acerca de cómo los estudiantes de undécimo grado comienzan a identificar y desarrollar una cultura para la acción social y política en el marco de la alfabetización científica crítica.

El proceso analítico constó de dos etapas sucesivas de codificación. En primer lugar, se realizó una codificación abierta, comparando las unidades de análisis, el problema de investigación y el marco teórico para construir y asignar códigos no preestablecidos hasta alcanzar la saturación, es decir, cuando no emergieron nuevos códigos. En segundo lugar, se llevó a cabo una codificación selectiva, en la que se analizaron en profundidad los códigos previos para agruparlos en categorías analíticas de mayor abstracción, asignando cada cita a su respectiva categoría relacionada (véase tabla 1).

Tabla 1. *Relación entre las categorías y códigos no preestablecidos producto de la comparación constante*

Categoría	Códigos
Desarrollo de la alfabetización científica crítica, algunas aproximaciones desde el aula de Química	Relación ciencia- sociedad- economía- industria- política; aspectos disciplinares de la química; dificultad de aprendizaje; desarrollo de ACC; multidimensionalidad de los PSC y PSA; razonamiento sociocientífico y socioambiental de alto nivel; argumentación
Alfabetización política y mediática, elementos determinantes para el accionar sociopolítico en el aula de ciencias	Agentes de decisión política; mecanismos de participación; tipos de democracia; tipos de participación; habilidades mediáticas; difusión de contenido multimedia
Cultura del accionar sociopolítico: Participación del estudiantado en la solución de auténticos problemas desde el aula de Química	Modelado; práctica guiada; acción exitosa; tipos de acciones; acciones sociopolíticas realizadas; meme como crítica social; intención del meme; crítica social como acción sociopolítica; determinismo tecnológico

Nota. Fuente: elaboración de los autores

Cabe señalar que el proceso de codificación fue gestionado a través de un software especializado que permite el análisis y organización de un gran volumen de datos, que de manera manual resultaría un ejercicio muy laborioso. El programa empleado fue **ATLAS.ti**, especializado en el análisis de datos cualitativos, con el que es posible trabajar con una gran cantidad de información en diferentes formatos digitales como texto y multimedia. El rol principal de esta herramienta tecnológica en el análisis de datos cualitativos está asociado a la gestión y organización de la información; sin embargo, las tareas conceptuales y creativas son asumidas por los investigadores.

Resultados

Las categorías emergentes generadas a partir de los ciclos de codificación aplicados al conjunto de datos provenientes de las fuentes documentales son desarrolladas de forma teórico-empírica a través del género narrativo. La narrativa construida representa la discusión entretendida de la voz de los investigadores, los sujetos investigados y la literatura (principio ontológico). Además, el desarrollo de cada una de las categorías no preestablecidas está acompañado por redes semánticas que vinculan los códigos asignados en cada una, lo que proporciona una macroestructura textual coherente para cada una de estas (véase anexo 1).

Desarrollo de la alfabetización científica crítica, algunas aproximaciones desde el aula de química

El análisis de los datos cualitativos revela que la enseñanza de los hidrocarburos, desde una perspectiva de alfabetización científica crítica, plantea retos significativos para los estudiantes de undécimo grado, quienes deben emplear de manera estratégica este conocimiento para visibilizar los problemas derivados del desarrollo tecnocientífico que a menudo pasan desapercibidos (Hodson, 2011). En ese sentido, las teorías y modelos conceptuales de las ciencias naturales, tales como las características de los compuestos orgánicos, las propiedades fisicoquímicas de los hidrocarburos, la nomenclatura y el efecto invernadero, median la identificación, formulación, comprensión y posible

solución de los problemas sociocientíficos y socioambientales analizados en la propuesta de enseñanza.

Así mismo, al analizar los datos cualitativos, se evidencia que algunos contenidos conceptuales de la química de los hidrocarburos, como cadenas carbonadas, tetravalencia e hibridación del carbono, resultan difíciles de comprender para los estudiantes, debido a su alto nivel de abstracción. En consecuencia, durante el desarrollo de las lecciones, se utilizan diversos recursos didácticos para apoyar la comprensión por parte de los jóvenes estudiantes, dentro de los que destaca el papel de los modelos moleculares tridimensionales físicos. Estos materiales didácticos ayudan a los estudiantes a visualizar el arreglo de los átomos en las moléculas orgánicas y a comprender los modelos teóricos de las ciencias, para superar así algunas concepciones alternativas (Camargo, 2014).

Por otra parte, en el ámbito de la educación en ciencias orientada a la acción sociopolítica, se proporciona a los jóvenes ciudadanos la posibilidad de analizar las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad, ambiente, industria y política. El análisis de este tipo de relaciones por parte de los estudiantes contribuye a hacer perceptibles aquellos problemas imperceptibles derivados del desarrollo tecnocientífico y enmarcados en la dinámica capitalista de producción, consumo y desecho. Si los jóvenes ciudadanos toman conciencia de la relación existente entre dichos ámbitos, eso les permitirá cambiar su visión del mundo hacia perspectivas más democráticas, justas y sostenibles.

El análisis de la evidencia empírica muestra que los estudiantes han comenzado a reconocer la naturaleza multidimensional de los problemas derivados del desarrollo tecnocientífico, los cuales se caracterizan por ser complejos, controvertidos y multifactoriales (Reís, 2013; 2014a). En este contexto, la actividad de aprendizaje "*Obesidad y consumo de grasas saturadas*" les ha permitido a los estudiantes conocer que el consumo de grasas saturadas y los malos hábitos alimenticios está asociado a factores culturales y socioeconómicos. La anterior asunción está en coherencia con la siguiente viñeta: "En general, las personas con menor nivel socioeconómico son más afectados, ya que pueden tener acceso limitado a los alimentos saludables y optar por opciones más económicas, pero menos saludables y ricas en grasas saturadas" (Cuaderno de tareas de Antonio, 30-08-2023).

Adicionalmente, el desarrollo de las lecciones facilita discutir entre el colectivo áulico que la ciencia y la tecnología no son neutrales y, por tanto, la

actividad científica responde a intereses, valores y aspiraciones de quien financia el proceso de investigación. Al respecto, los razonamientos y acciones pedagógicas del docente apoyan la reflexión de los estudiantes sobre cómo el poder material y simbólico de las grandes empresas influyen sobre la dinámica de las ciencias y la tecnología. Ejemplo de ello es la oposición al etiquetado frontal por parte de la industria alimentaria y su relación con la política. Este presupuesto se encuentra alineado con la siguiente viñeta:

Actividad de aprendizaje: ¿Cómo está enfrentando Colombia el reto de las grasas saturadas?

Estudiante 1: Yo pienso que a las empresas no les conviene este tipo de etiquetado, porque ellos velan más que todo por el interés económico, más que por el beneficio de los consumidores.

Estudiante 2: Yo siento que realmente las grandes empresas que producen estos alimentos altamente procesados y [que] no nos benefician, no les conviene que uno deje de consumirlos, porque ellos se van a ver afectados a nivel económico, a nivel de producción y van a tener menos ingresos (Video de clase, 20-09-2023).

En ese orden de ideas, la clase de química se ha convertido en espacio para cuestionar el conocimiento científico y sus métodos. Esto es importante, porque la actividad científica se desarrolla en contextos socioculturales particulares y fuertemente politizados, en los que convergen creencias personales, valores, aspiraciones e ideologías políticas de quien financia la actividad científica. Así pues, lograr que los estudiantes reconozcan el carácter provisional del conocimiento científico y desconfíen de las ciencias debería ser uno de los propósitos de la alfabetización científica crítica (Hodson, 2011).

De igual forma, al analizar la evidencia empírica, se constata que el desarrollo de habilidades argumentativas por parte de los estudiantes constituye una piedra angular para la alfabetización científica crítica y propositiva. La argumentación es una habilidad de pensamiento cognitivo-lingüístico que posibilita la producción de razones o argumentos, así como el análisis y evaluación de los mismos. Archila (2014) caracteriza al discurso argumentativo como un “espacio de negociación de significados y formas de significar para la construcción de conocimiento en ciencias y sobre las ciencias” (p. 112). En ese

sentido, la argumentación llevada a cabo por parte de los estudiantes sobre los problemas sociocientíficos y socioambientales vinculados con el contenido de los hidrocarburos se ha vuelto profunda y reflexiva, al tiempo que los estudiantes han comenzado a desarrollar un razonamiento sociocientífico y socioambiental de alto nivel.

Por ejemplo, los estudiantes argumentan que los principales responsables de la contaminación por dióxido de carbono son las transnacionales pertenecientes a países fuertemente industrializados, y que los efectos dañinos repercuten inicialmente en las comunidades más vulnerables. En ese sentido, parte de la alfabetización científica crítica es permitirles comprender a los jóvenes ciudadanos que los efectos y responsabilidades de los problemas derivados del desarrollo tecnocientífico son diferenciados, y muchas veces factores como la etnia, el género y la clase social determina quiénes se benefician y quiénes experimentan las consecuencias adversas (Hodson, 2011). Esto se refleja en la siguiente viñeta, en la que se evidencia los razonamientos que los estudiantes han comenzado a desarrollar:

El calentamiento global tiene un impacto devastador en el planeta, afectando la vida en él de diversas maneras [...]. Además, no todas las comunidades y grupos sociales enfrentan estos efectos de la misma manera. Las poblaciones vulnerables, como las comunidades indígenas y de bajos ingresos, a menudo sufren desproporcionadamente, debido a su falta de recursos y capacidad para adaptarse (Cuaderno de tareas de Martín, 25-10-2023).

Alfabetización política y mediática, elementos determinantes para el accionar sociopolítico en el aula de ciencias

Las lecciones desarrolladas durante la implementación de la propuesta de enseñanza brindan a los jóvenes la oportunidad de identificar instituciones públicas y privadas con poder de decisión y herramientas democráticas útiles para abordar problemas derivados del desarrollo tecnocientífico. A través de tareas problema, los estudiantes investigan y analizan posibles agentes de decisión política y mecanismos de participación ciudadana, pues tal como afirma Hodson (2011), una dosis de alfabetización política es fundamental para emprender acciones sociopolíticas en el contexto de las ciencias.

El desarrollo de la alfabetización política en los estudiantes requiere que el docente de química fomente la reflexión sobre la toma de decisiones políticas en Colombia y las posibilidades de participación ciudadana. Para ello, el docente explica las características de la democracia en el país, destacando el rol de los ciudadanos en una democracia de naturaleza representativa y deliberativa. La siguiente viñeta ejemplifica estas explicaciones desarrolladas por el profesor durante la clase:

Profesor:[...] Existen varios tipos de democracia. Una democracia representativa, que quien vota por una ley o la manera de solucionar un problema, es el Senado o la Cámara de Representantes, quienes a su vez han sido elegidos por voto popular. Allá, se desarrolla una democracia representativa, pero la ciudadanía a través del plebiscito como acción sociopolítica puede tomar decisiones y participar directamente en la solución de un problema mediante acciones sociales y políticas (Video de clase, 15-09-2023).

Por otra parte, durante el análisis de los datos cualitativos, se identifica que el desarrollo de la cultura del accionar sociopolítico en el contexto de la sociedad del conocimiento demanda el desarrollo de un cierto grado de alfabetización mediática por parte de estudiantes de undécimo grado (Hodson, 2011). Se requiere que estos estudiantes hagan un uso estratégico de los recursos tecnológicos y medios de comunicación para analizar, interpretar y generar información en diferentes formatos, a fin de hacer perceptibles los problemas imperceptibles generados por los desarrollos tecnocientíficos. Este tipo de alfabetización es entendida como un conjunto de habilidades interrelacionadas que implican acceder, analizar, evaluar, crear y compartir información en diferentes formatos y medios de comunicación (García-Ruiz et al., 2020).

En ese orden de ideas, los razonamientos y acciones pedagógicas llevadas a cabo por el docente potencian el desarrollo de habilidades asociadas a la alfabetización mediática. Por lo tanto, las iniciativas que surgen desde el aula de ciencias (diseño y difusión de memes y/o videos) intentan al menos visibilizar y sensibilizar a la opinión pública sobre la existencia de problemas sociocientíficos y socioambientales presentes en la sociedad, pero que suelen pasar por desapercibidos. Las anteriores asunciones se encuentran vinculadas a

la siguiente viñeta, obtenida a partir de un fragmento de la entrevista semiestructurada realizada a algunos estudiantes participantes de la investigación:

Investigador: ¿Crees que a partir del diseño y difusión del contenido multimedia puedes influir en las decisiones de otras personas acerca de este tipo de problemáticas?

Daniel: Con respecto al diseño multimedia, los jóvenes de hoy en día no se toman muy en serio estos problemas, ya que se la pasan viendo cosas en redes sociales que relativamente no les da mucho aporte en su día a día, o lo que realmente necesitan saber. Entonces, incrementar su conocimiento acerca del mal uso de los combustibles fósiles o de los problemas ambientales que presenta el mundo, a través de una publicación en redes sociales o un diseño más dinámico que capte la atención de las personas en general puede ayudar a fomentar un cambio en nuestra sociedad, porque últimamente todo son redes sociales. El mundo ha evolucionado y la comunicación se centra mucho en las redes, [lo que las hace] una de las fuentes más importantes que tenemos las personas para comunicarnos (entrevista 17-11-2023).

Cultura del accionar sociopolítico: Participación del estudiantado en la solución de auténticos problemas desde el aula de química

Durante el análisis de los datos cualitativos se identifica que el desarrollo de la cultura del accionar sociopolítico, en pro de la solución de problemas derivados del desarrollo tecnocientífico, requiere que los estudiantes desarrollen una base de conocimientos sobre la acción y los tipos de acciones existentes (Jensen, 2004). El conocimiento sobre la acción actúa como elemento mediador en la identificación y formulación de planes de acción situados y encaminados a la solución de problemas sociocientíficos y socioambientales. En ese sentido, se brinda a los estudiantes la posibilidad de analizar acciones exitosas desarrolladas por diversos agentes para resolver problemas en el marco de las ciencias.

Lo anterior se logra mediante actividades de aprendizaje enmarcadas en la fase de modelado para el desarrollo de la cultura de la acción sociopolítica propuesta por Hodson (2014). La actividad denominada “¿Cómo está

enfrentando Colombia el reto de las grasas saturadas?” aborda las acciones que hicieron posible la adopción del etiquetado frontal de alimentos en Colombia, como forma de combatir los malos hábitos alimenticios y falta de información del consumidor. El análisis de acciones exitosas y experiencias ajenas permite a los estudiantes adquirir habilidades, estrategias y el lenguaje necesario para la acción sociopolítica (Hodson, 2014). Lo anterior está en coherencia con la siguiente viñeta: “las acciones directas implican una participación activa y tangible, mientras que las acciones indirectas se centran en la difusión de información. Ambas estrategias son valiosas, dependiendo del contexto” (pequeño grupo de discusión, video de clase 19-09-2023).

Por otra parte, el análisis de la evidencia empírica sugiere que la construcción de la cultura del accionar sociopolítico requiere que los estudiantes hagan uso deliberado de los conocimientos aprendidos sobre las ciencias naturales y las ciencias sociales para diseñar y ejecutar planes de acciones que respondan a auténticos problemas sociocientíficos y/o socioambientales. Al animarlos a tomar medidas aquí y ahora, y brindarles oportunidades para hacerlo, se aumenta significativamente la probabilidad de que los estudiantes sean ciudadanos activos, críticos y participativos en la edad adulta (Hodson, 2014).

Así pues, se enfrenta a los estudiantes a actividades de aprendizaje enmarcadas en la fase de práctica guiada para el desarrollo de la cultura del accionar sociopolítico propuesta por Hodson (2014). Estas actividades les permiten a los jóvenes ciudadanos reflexionar y actuar sobre auténticos problemas en el marco de las ciencias, tales como la tienda escolar con relación al consumo de grasas saturadas y el calentamiento global asociado al uso indiscriminado de combustibles fósiles. Los estudiantes, organizados en pequeños grupos de discusión, lideran acciones para sensibilizar e influir en el sistema de conocimientos, creencias y valores de la comunidad educativa (véase tabla 2).

Tabla 2. *Acciones sociopolíticas llevadas a cabo por los estudiantes*

Acciones	Propósitos de las acciones
Diseño y difusión de memes sobre la tienda escolar y el calentamiento global	Acciones encaminadas hacia la crítica social
Redacción y entrega de una carta dirigida al concejo directivo, para alertar sobre el problema de la tienda escolar	Acciones orientadas a influir en la toma de decisiones a nivel institucional
Elaboración de una cartelera informativa sobre los efectos de la mala alimentación Producción y difusión de video que busca indagar las percepciones de la comunidad educativa sobre la tienda escolar	Acciones dirigidas hacia la visualización y sensibilización del problema de la tienda escolar a través de contenido audiovisual

Nota. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, la propuesta de enseñanza, en conjunción con los razonamientos y acciones pedagógicas del profesor, proporciona a los ciudadanos la posibilidad de desarrollar la crítica social como acción indirecta en la solución de problemas derivados del desarrollo tecnocientífico. La crítica social es un aspecto importante en el desarrollo de una alfabetización científica crítica, ya que permite cuestionar las dinámicas sociales, políticas y económicas, así como el determinismo tecnológico¹⁹ que invade gran parte de la sociedad actual y despolitiza los problemas derivados del desarrollo tecnocientífico (Jensen, 2004; Hodson, 2011).

La crítica social señalada se materializa a través del diseño y difusión de memes, lo que constituye una forma de concretar los conocimientos, cuestionamientos y opiniones sobre el problema del calentamiento global y la tienda escolar. Según Celorio (2020), los memes parecen transmitir un mensaje de humor inocente; no obstante, el autor insiste en que estos textos de naturaleza multimodal expresan imaginarios en torno a situaciones concretas o los cuestionan. Desde hace décadas atrás, los dibujos animados, las caricaturas y, en los últimos años, los memes se han utilizado para discutir y replantear el sistema de conocimientos, creencias, interés y valores de grupos sociales dominantes (Reís, 2014a).

Bajo esas premisas, se puede afirmar que los memes constituyen una estrategia didáctica para el desarrollo de la crítica social y potenciar en los estudiantes el aprendizaje activo a través del humor. En los memes producidos por los

19 Se refiere a la idea de que el desarrollo tecnocientífico es suficiente para la transformación social, a la que se ha hecho referencia en este trabajo (Montoya, 2004; Pérez, 2006).

estudiantes, se puede apreciar la construcción de ideas cada vez más elaboradas sobre los problemas sociocientíficos y socioambientales (ver figura 1).

Figura 1. Memes producidos por los estudiantes en el marco de la crítica como acción sociopolítica



Figura 1a



Figura 1b

Nota: Las figuras 1a y 1b corresponden a algunos razonamientos plasmados por los estudiantes a través de memes. Fuente: Estudiantes de undécimo grado.

El diseño y difusión de memes y otros contenidos multimedia por parte de los estudiantes son valiosas iniciativas activistas que impulsan la cultura de la acción sociopolítica. Según Reís (2014a), el uso de herramientas web 2.0 y de redes sociales permite a los jóvenes expresar sus ideas y cuestionamientos, lo que fomenta una comunicación interactiva y descentralizada en un modelo de democracia participativa. Estas actividades, basadas en tecnologías de la información y la comunicación, también desarrollan habilidades comunicativas y argumentativas en los estudiantes (Stegmann et al., 2007, como se citó en Reís, 2014a). A continuación, se expresan algunas ideas e intenciones comunicativas dadas por el autor del meme sobre los combustibles fósiles (figura 1b):

Entrevistador: ¿Cuál es la intención comunicativa de tu meme?

Daniel: Mi meme marca como es la diferencia o el impacto de estos problemas ambientales en diferentes estatus. Por ejemplo, [a] las personas con mejores recursos económicos no se les complica tanto su día a día, a comparación de esas personas que no tienen esos recursos (entrevista 17-11-2023).

Conclusiones

A través de las categorías no preestablecidas generadas se logró documentar las acciones sociocognitivas de orden disciplinar, político y social que llevaron a cabo los estudiantes de undécimo grado durante la implementación de la propuesta de enseñanza. Las puestas en escena de las actividades de aprendizaje les permitió a los estudiantes, analizar, cuestionar y actuar sobre auténticos los problemas sociocientíficos y socioambientales, en lugar de abordarlos únicamente desde la comodidad del pupitre. Por consiguiente, las preocupaciones e intereses de los estudiantes lograron movilizarse hacia la construcción y desarrollo de planes de acción encaminados a resolver problemáticas particulares. Así pues, la implementación de la propuesta de enseñanza contribuyó a hacer frente a la parálisis de la acción que ha caracterizado a la educación científica y ambiental.

Conviene resaltar que el desarrollo de la alfabetización científica crítica y el desarrollo de la cultura del accionar del sociopolítico no se promueve a través de aportes particulares y esporádicos de lecciones curriculares de esa naturaleza. Tal como sostiene Reís (2020), la educación en ciencias orientada a la acción sociopolítica o hacia el activismo social se desarrollan a lo largo del tiempo, a través de experiencias repetidas de aprendizaje activo en contextos formales e informales. Por tanto, es importante considerar cambios curriculares que politicen el currículo en sus diferentes niveles de desarrollo y permitan orientar la educación científica hacia perspectivas más humanísticas y críticas.

Referencias bibliográficas

Archila, P. (2014). Argumentación y educación en ciencias: vínculos con la alfabetización y la cultura científica. En *Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 7, 103-121. <https://acortar.link/0RJPfS>

Bencze, L., Carter, L., & Sperling, E. (2012). Students' Research-Informed Socioscientific Activism: Re/Visions for a Sustainable Future. *Research in Science Education*, 42(1), 129- 148. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9260-3>

Camargo, A. (2014). *Estrategia didáctica para la enseñanza de la química orgánica utilizando cajas didácticas con modelos moleculares para estudiantes de media vocacional*.

[Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75026>

Candela, B. (2017). Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 12(2), 158-172. <https://doi.org/10.14483/23464712.11175>

Celorio, G. (2020). Los memes, un producto comunicacional de visibilización y construcción de imaginarios políticos en Ecuador. *URU, Revista de Comunicación y Cultura*, 3, 102-120. <https://doi.org/10.32719/26312514.2020.3.8>

Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2a ed.). SAGE Publications. <https://revistapsicologia.org/public/formato/cuali2.pdf>

García-Ruiz, R., Pinto, A., Arenas, A., & Ugalde, C. (2020). Alfabetización mediática en Educación Primaria. Perspectiva internacional del nivel de competencia mediática. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, 58, 217-236. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74535>

Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. Aldine Press.

Hodson, D. (2011). *Looking to the Future. Building a Curriculum for Social Activism*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-6091-472-0>

Hodson, D. (2014). Becoming Part of the Solution: Learning about Activism, Learning through Activism, Learning from Activism. En Bencze, J., Alsop, S. (eds), *Activist Science and Technology Education*, 9, 67-98. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1_5

Jensen, B. (2004) Environmental and health education viewed from an action-oriented perspective: a case from Denmark. *Journal of Curriculum Studies*, 36(4), 405-425, <https://doi.org/10.1080/0022027032000167235>

Marín, J. M., & San Martín, E. (2011). El futuro de los combustibles fósiles. *Economía exterior: estudios de la revista Política Exterior sobre la internacionalización de la economía española*, 58, 133-144. <https://acortar.link/L2HCv4>

Reís, P. (2013). Da discussão à ação sócio-política sobre controversias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 1-10. <http://hdl.handle.net/10451/9577>

Reís, P. (2014a). Promoting Students' Collective Socio-Scientific Activism: Teacher's Perspectives. En Alsop, S. & Bencze, L. (Eds.), *Activism in science and technology education*, 9, 547-574. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1_31

Reís, P. (2020). Environmental Citizenship and Youth Activism. En: Hadjichambis, A.C., *et al.* Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education. *Environmental Discourses in Science Education*, 4, 139–148. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1_9

Salaet, S., & Roca, J. (2010). Agotamiento de los combustibles fósiles y emisiones de CO₂: Algunos posibles escenarios futuros de emisiones. *Revista Galega de Economía*, 19(1), 1-19. <http://hdl.handle.net/10347/19576>

Tafoya, E. (2012). Implicaciones de la tecnociencia en la modernidad reflexiva. Complejidad, riesgo y democracia. *Mundo Nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 5(1), 17-41. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2012.1.4512>

ABORDAGEM CTS NA INTEGRAÇÃO CURRICULAR DO PARANÁ INTEGRAL: oficinas temáticas na formação continuada de professores de Química

*Angélica Cristina Rivelini-Silva²⁰
Márcia Aparecida dos Santos²¹*

Introdução

A formação continuada de professores é um tema recorrente nas políticas educacionais e nas pesquisas acadêmicas tanto no Brasil quanto na América Latina, onde as demandas por uma educação de qualidade são intensificadas pela complexidade do sistema de ensino e pela diversidade dos contextos sociais. A formação adequada e contínua dos professores é fundamental para enfrentar os desafios educacionais impostos por um sistema em constante transformação, marcado por desigualdades e diferentes realidades regionais. Professores bem preparados e em constante aprimoramento conseguem adaptar-se a essas mudanças, oferecendo um ensino que responde às necessidades e especificidades dos seus alunos, promovendo, assim, um aprendizado mais contextualizado (Gatti, 2016).

O modelo de educação integral, implementado no Estado do Paraná, conhecido como 'Paraná Integral'²², representa um novo desafio à forma-

20 Professora Associada da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Apucarana, Brasil.

21 Professora do quadro próprio do estado do Paraná, Brasil.

22 O Paraná Integral é um modelo educacional do Estado do Paraná que integra ensino regular com atividades extracurriculares, visando desenvolvimento integral do aluno, com foco em competências socioemocionais e acadêmicas.

ção docente, exigindo dos professores uma atuação que vá além do domínio dos conteúdos da Base Nacional Comum Curricular. Esse modelo requer a integração dos conteúdos curriculares com componentes complementares, de diversas áreas do conhecimento e visa ao desenvolvimento integral dos estudantes. Assim, o professor precisa adotar uma postura reflexiva e adaptativa, já que se depara com práticas pedagógicas diferenciadas e metodologias que abordam não apenas o ensino de conteúdos específicos, mas também o desenvolvimento socioemocional dos alunos (Gatti, 2016). Nesse sentido, o Paraná Integral propõe um olhar mais amplo sobre a educação que contempla as dimensões cognitivas, emocionais, sociais e culturais dos estudantes, promovendo uma formação completa e abrangente.

Dentro desse contexto, a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), apresentada por autores como Bazzo (2019), Lorenzetti (2023), Santos e Auler (2011), destaca-se como uma alternativa essencial e promissora, para fornecer uma conexão entre os conhecimentos científicos e as práticas cotidianas dos alunos, promovendo, assim, um ensino mais contextualizado e crítico.

A perspectiva CTS possibilita aos professores desenvolverem em uma visão mais ampla e interdisciplinar o processo educativo, conectando os conteúdos escolares às questões sociais e tecnológicas que fazem parte do cotidiano dos alunos. Ao inserir a CTS na formação docente, é possível criar um espaço para que os educadores reflitam sobre o impacto social da ciência e da tecnologia, desenvolvendo práticas pedagógicas que incentivem os alunos a pensar criticamente e a compreender as implicações da ciência na sociedade (Freitas & Targino, 2022). Essa abordagem permite que a educação se torne um instrumento para a formação de cidadãos ativos e engajados que compreendam e questionem o mundo ao seu redor.

Estudar a formação continuada de professores no contexto do Paraná Integral é relevante, pois evidencia as necessidades e os desafios de um modelo educacional que visa promover uma educação completa. Nesse sentido, investigar as práticas e estratégias adotadas em Oficinas Temáticas relacionadas à abordagem CTS permite identificar boas práticas e estratégias eficazes que podem ser replicadas em outros contextos educacionais.

A presente pesquisa tem como objetivo investigar a percepção dos professores de Química que participaram das Oficinas Temáticas e que atuam na modalidade Paraná Integral em um colégio do interior do Paraná, analisando

como tais oficinas contribuíram para a formação continuada dos docentes e para a integração dos conteúdos curriculares.

O estudo adota como base a perspectiva de organização metodológica dos Três Momentos Pedagógicos, que englobam a problematização inicial, a aquisição do conhecimento e a aplicação do conhecimento, como uma forma de organizar a prática educativa e permitir aos professores um desenvolvimento mais crítico e reflexivo de suas aulas (Delizoicovo & Angoti, 2014). Essa metodologia favorece a criação de um ambiente de aprendizado colaborativo e participativo, onde os professores podem compartilhar experiências e práticas, construindo coletivamente soluções para os desafios pedagógicos.

E, além de pesquisar os desafios locais da educação integral, a pesquisa também reflete as demandas mais amplas da América Latina. Segundo Machado e Ferreira (2018), a Educação Química latino-americana busca integrar conteúdos científicos a questões sociais, culturais e ambientais, promovendo uma formação crítica e cidadã para a resolução de problemas regionais, como desigualdades socioeconômicas e sustentabilidade.

Nas próximas seções, serão apresentados inicialmente os fundamentos teóricos da formação continuada, com ênfase na abordagem CTS e suas contribuições para a educação integral. Em seguida, será detalhada a metodologia da pesquisa, incluindo os procedimentos adotados para a realização das Oficinas Temáticas e a coleta de dados. Por fim, serão discutidos os resultados obtidos, com destaque para as contribuições das oficinas no desenvolvimento docente e nas práticas pedagógicas, e apresentadas as considerações finais, indicando caminhos para futuras pesquisas e práticas em formação continuada de professores.

Fundamentação teórica

A formação continuada de professores tem ganhado cada vez mais destaque na literatura educacional, sendo amplamente reconhecida como um dos principais instrumentos para garantir a qualidade do ensino e para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea. Diante das rápidas transformações sociais, tecnológicas e científicas, os professores chamam a atenção de um processo contínuo de aprendizado e adaptação, que vai além da formação inicial e permite um aperfeiçoamento constante ao longo da carreira. A formação

inicial, apesar de essencial, muitas vezes não prepara completamente o docente para lidar com as demandas da sala de aula e com a diversidade de contextos e realidades encontradas no sistema educacional, especialmente no Brasil, onde há marcantes desigualdades regionais e socioeconômicas. Assim, a formação continuada emerge como uma estratégia essencial para capacitar o professor a desenvolver práticas pedagógicas eficazes e inclusivas (Gatti, 2016).

A formação contínua é um momento tão necessário de atualização e desenvolvimento profissional no contexto educacional brasileiro, que apresenta desafios específicos, como, por exemplo, a adaptação a novas metodologias e a melhoria de currículos cada vez mais integrados e contextualizados, alinhados com a exigência da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Nesse sentido, a formação continuada não se limita à mera transmissão de novos conteúdos ou técnicas, mas busca aprofundar o entendimento dos professores sobre o processo de ensino e aprendizagem, considerando as mudanças nas necessidades dos alunos e nas demandas sociais. Ela propicia, assim, um espaço para a renovação pedagógica e para a troca de experiências entre os profissionais, que se torna fundamental para a construção de uma prática pedagógica reflexiva e colaborativa (Nóvoa, 2019).

De acordo com Pérez Gómez (2021), a formação continuada deve ser vista como um processo reflexivo e dinâmico, que permite ao professor não apenas adquirir novos conhecimentos, mas também revisitar e analisar suas próprias práticas pedagógicas, aprimorando-as continuamente. Para esse autor, a formação continuada deve integrar o conhecimento teórico com a prática pedagógica, promovendo uma educação mais crítica e adaptativa. Esse processo reflexivo capacita o professor a questionar sua prática, avaliar os métodos e recursos utilizados e adaptá-los de acordo com as necessidades específicas de cada grupo de alunos.

Dessa forma, a formação continuada se torna uma ferramenta essencial para que o docente possa desempenhar um papel ativo dentro do ambiente escolar, contribuindo não apenas para a sua própria melhoria profissional, mas também para o fortalecimento do sistema educacional como um todo.

Portanto, a formação continuada promove um ciclo de desenvolvimento profissional em que o professor se torna protagonista de sua própria aprendizagem, engajando-se em processos de autocrítica e aprimoramento contínuo. Ao possibilitar uma integração constante entre teoria e prática, ela oferece

subsídios para que os professores enfrentem de maneira mais eficaz os desafios pedagógicos contemporâneos, como a necessidade de trabalhar com metodologias ativas, o uso de tecnologias na sala de aula e o ensino voltado para o desenvolvimento integral dos alunos. Assim, investir em formação continuada é investir em uma educação de qualidade, que valoriza o papel do professor como agente fundamental na construção de uma sociedade mais justa e inclusiva (Nóvoa, 2019).

No contexto da educação integral, como o modelo Paraná Integral, a formação continuada se torna ainda mais relevante, pois os professores precisam desenvolver atividades que vão além do ensino dos conteúdos tradicionais. O Paraná Integral exige dos professores a capacidade de trabalhar de forma integrada e interdisciplinar, envolvendo componentes curriculares complementares que visam ao desenvolvimento integral dos estudantes. Nesse sentido, é necessário que os programas de formação ofereçam suporte aos professores para que possam lidar com os desafios pedagógicos específicos dessa modalidade (Silva & Oliveira, 2022).

A formação continuada voltada para o modelo Paraná Integral também deve ser pautada na colaboração entre os professores, possibilitando a troca de experiências e o desenvolvimento de estratégias pedagógicas coletivas. Segundo Nóvoa (2002), a formação deve ser construída a partir da prática dos professores e das necessidades reais do contexto escolar, valorizando o saber docente e promovendo uma cultura de cooperação e desenvolvimento mútuo.

Nessa direção, a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), amplamente debatida na literatura educacional latino-americana, fortalece a conexão entre ciência, tecnologia e sociedade, promovendo uma educação contextualizada. A perspectiva CTS busca integrar o conhecimento científico às questões sociais e tecnológicas, de forma a possibilitar que os estudantes compreendam o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade e desenvolvam uma postura crítica em relação a esses temas (Azevedo & Santos, 2018).

No contexto da formação continuada de professores, a abordagem CTS tem se destacado por favorecer uma visão mais ampla e interdisciplinar do processo educativo. A formação docente com enfoque CTS proporciona aos professores oportunidades de refletir sobre a importância de relacionar os conteúdos científicos com as questões sociais e tecnológicas que fazem parte do contexto dos estudantes. Essa reflexão é essencial para o desenvolvimento de

práticas pedagógicas que promovam um ensino mais significativo e que contribua para a formação de cidadãos críticos e engajados socialmente (Silva & Oliveira, 2022).

Dentre as possibilidades de propostas, optou-se pelas Oficinas Temáticas, por serem atividades educacionais práticas focadas em temas específicos, destinadas a promover a integração entre teoria e prática. Elas estimulam o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos aplicados por meio de metodologias ativas e participativas, facilitando a construção de saberes de forma colaborativa e contextualizada (Miranda et al., 2024).

As Oficinas Temáticas podem ser planejadas nos princípios da abordagem CTS, visando promover um processo formativo que integre teoria e prática. Essas oficinas se estruturaram em torno dos Três Momentos Pedagógicos, que são a problematização inicial, a aquisição do conhecimento e a aplicação do conhecimento, proporcionando aos professores uma experiência de aprendizagem ativa e reflexiva. De acordo com Maldaner (2021), a formação continuada que adota uma abordagem CTS pode contribuir para que os professores desenvolvam competências que os capacitem a enfrentar os desafios da prática educativa de forma mais crítica e criativa.

A adoção de oficinas temáticas como estratégia de formação continuada é particularmente com relevância no contexto da educação integral, pois permite que os professores desenvolvam um olhar mais atento às necessidades dos estudantes e ao contexto escolar em que atuam. Além disso, as oficinas possibilitam que os professores experimentem novas metodologias e práticas pedagógicas, promovendo um ensino mais dinâmico e envolvente. Segundo Gatti (2016), a formação prática e contextualizada é fundamental para que os professores possam aplicar de forma eficaz os conhecimentos adquiridos durante o processo formativo, garantindo, assim, a qualidade do ensino.

A integração curricular é um dos pilares do modelo Paraná Integral, pois visa proporcionar aos estudantes uma formação completa, que vá além dos conteúdos da BNCC, mas também os componentes complementares que contribuem para o desenvolvimento do aluno. Nesse sentido, a formação continuada dos professores deve contemplar a integração curricular, proporcionando aos docentes conhecimentos e estratégias que lhes permitam trabalhar de forma interdisciplinar e conectada com a realidade dos estudantes.

A integração dos componentes curriculares com os conteúdos complementares é um desafio para os professores, especialmente quando se trata de temas que exigem um olhar mais crítico e interdisciplinar. A abordagem CTS, ao conectar ciência, tecnologia e sociedade, facilita esse processo de integração, pois permite que os professores trabalhem temas relevantes de forma articulada, promovendo um ensino mais significativo e que dialogue com os interesses e as necessidades dos estudantes (Ribeiro, 2024).

Metodologia

Este estudo utilizou uma abordagem qualitativa, fundamentada na metodologia de pesquisa-participante, que se mostrou adequada para investigar o impacto das oficinas temáticas na formação continuada dos professores de Química, no contexto do Paraná Integral. A pesquisa-participante é caracterizada pelo envolvimento ativo dos sujeitos, promovendo um processo de reflexão e transformação das práticas educativas, com o objetivo de alcançar mudanças concretas no contexto pesquisado (Angrosino, 2009).

A pesquisa foi realizada em escolas da rede estadual de ensino que adotam o modelo Paraná Integral. Os participantes foram professores de Química que atuam no Ensino Médio e estavam envolvidos no programa de formação continuada oferecido por meio de oficinas temáticas. No total, trinta professores participaram da pesquisa, sendo selecionados por meio de convite aberto, direcionado a todas as escolas que implementaram o modelo de educação integral.

Os professores que participaram das oficinas temáticas receberam formação específica sobre a abordagem CTS e sobre os Três Momentos Pedagógicos. Durante as oficinas, eles foram incentivados a refletir sobre suas práticas pedagógicas e a desenvolver estratégias que integrassem os conteúdos científicos aos temas sociais e tecnológicos, promovendo um ensino mais contextualizado e interdisciplinar.

Para a coleta de dados, foram utilizados diferentes instrumentos, com o objetivo de obter uma visão abrangente do impacto das oficinas na formação continuada dos professores. Entre os instrumentos usados estão:

- a) Entrevistas semiestruturadas: foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os professores participantes das oficinas, com o objetivo de compreender suas percepções sobre o processo formativo, os desafios

enfrentados e as contribuições das oficinas para o desenvolvimento de suas práticas pedagógicas. As entrevistas foram realizadas individualmente e seguiram um roteiro previamente elaborado, contendo questões abertas que permitiram aos professores expressar suas experiências e reflexões;

- b) Diários reflexivos: os professores foram orientados a registrar suas percepções e reflexões em diários reflexivos, ao longo do processo formativo. Esses permitiram identificar mudanças nas práticas pedagógicas dos docentes, bem como suas percepções sobre a relevância da abordagem CTS e dos Três Momentos Pedagógicos para o ensino de Ciências da Natureza.

Os dados coletados foram analisados por meio da análise de conteúdo, seguindo a metodologia proposta por Bardin (2011). A análise de conteúdo permitiu identificar as categorias emergentes a partir dos dados, bem como compreender os significados atribuídos pelos professores às experiências vivenciadas durante as oficinas temáticas.

As categorias de análise emergentes, incluíram a integração curricular, a abordagem CTS, a reflexão sobre a prática pedagógica e o desenvolvimento profissional dos professores.

Resultados e discussões

Os resultados da pesquisa evidenciaram que as OT, no contexto do Paraná Integral, desempenharam um papel importante na formação continuada dos professores de Química. A análise dos dados revelou contribuições em diferentes aspectos da prática pedagógica dos docentes, categorizadas em quatro eixos: (1) integração curricular e interdisciplinaridade; (2) reflexão sobre a prática pedagógica; (3) desenvolvimento de novas estratégias de ensino; e (4) desafios na implementação das práticas. Nesta seção, cada uma dessas categorias será discutida em detalhes.

Integração Curricular e Interdisciplinaridade

A formação continuada, ao promover o desenvolvimento de competências para o trabalho interdisciplinar, é um elemento-chave na implementação de modelos educacionais integrados, como o Paraná Integral. Nesse contexto, a abordagem CTS surge como um recurso pedagógico que facilita a

integração curricular, permitindo aos professores relacionarem os conteúdos científicos com questões sociais, culturais e tecnológicas que permeiam a vida dos estudantes (Gatti, 2016 & Bazzo, 2019). Como resultado, os professores se sentiram mais capacitados para articular conteúdos de forma integrada, algo essencial no modelo de educação integral do Paraná Integral.

***P1:** A oficina me ajudou a pensar fora da caixa. Antes, eu dava a matéria de forma isolada, mas agora consigo fazer conexões entre os diferentes conteúdos e com temas que fazem sentido para a vida dos alunos, como sustentabilidade e tecnologia. Isso tem gerado um interesse maior por parte deles (Excerto da pesquisa).*

A fala do **P1** evidencia uma transformação pedagógica impulsionada pelas oficinas temáticas, reforçando a importância da integração curricular e da interdisciplinaridade como práticas centrais no modelo de educação integral. A expressão “pensar fora da caixa” revela uma mudança de perspectiva no ensino, que deixou de ser fragmentado e passou a promover conexões entre conteúdos, em alinhamento com a abordagem CTS. Ao incorporar temas como sustentabilidade e tecnologia, o professor desenvolveu uma prática educativa mais contextualizada, com conteúdo conectado ao cotidiano dos estudantes, o que favorece o interesse e a relevância do aprendizado.

De acordo com Lorenzetti (2023), a integração curricular demanda práticas pedagógicas que transcendam a fragmentação disciplinar, incentivando o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento. As oficinas temáticas desenvolvidas no âmbito do Paraná Integral exemplificam essa perspectiva ao utilizarem os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para problematizar, adquirir e aplicar o conhecimento. Esse modelo favorece o planejamento de práticas educativas que articula conceitos científicos a temas contemporâneos, como, por exemplo, sustentabilidade e avanços tecnológicos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada (Delizoicov & Angoti, 2014).

Esse avanço reflete a potencialidade das oficinas temáticas em capacitar os docentes para uma abordagem que extrapola as fronteiras disciplinares, promovendo um aprendizado. A fala de **P1** sugere que, ao articular o conteúdo científico com temas de interesse atual, o professor fortalece não apenas

o engajamento dos alunos, mas também seu próprio entendimento sobre o papel da educação integral no desenvolvimento de uma formação crítica e socialmente com consciência. A integração de temas sociais e tecnológicos no ensino é, portanto, um aspecto que agrega valor à prática pedagógica e contribui diretamente para o sucesso do modelo Paraná Integral.

Na fala de outro professor, concordando sobre a importância da integração curricular para o desenvolvimento dos alunos.

P7: Acredito que a integração curricular é fundamental para que os alunos consigam ver a aplicabilidade do que estão aprendendo. Quando conseguimos relacionar conteúdos de química com a realidade deles, como problemas ambientais da região, eles se tornam mais engajados e participativos (Excertos da pesquisa).

A abordagem CTS contribuiu diretamente para que os professores percebessem a articulação entre as disciplinas e temas transversais, como meio ambiente, tecnologia e sociedade, criando um aprendizado mais significativo para os alunos.

Além disso, a integração curricular, alinhada à abordagem CTS, tem um papel estratégico na promoção de uma educação que forma cidadãos críticos e socialmente com consciência. Ao conectar o ensino com a realidade dos estudantes, os professores não apenas aumentam o engajamento dos alunos, mas também ampliam sua própria compreensão sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, como reforçam Santos e Auler (2011).

Reflexão sobre a prática pedagógica

A reflexão sobre a prática pedagógica foi uma das principais contribuições das oficinas temáticas. Os professores relataram que a utilização dos diários reflexivos durante as oficinas foi uma ferramenta fundamental para que pudessem analisar criticamente suas práticas pedagógicas e identificar pontos de melhoria. A prática reflexiva, aliada aos Três Momentos Pedagógicos, favoreceu um processo contínuo de problematização, aquisição e aplicação do conhecimento.

P4: *Nunca tive a oportunidade de refletir tão profundamente sobre minha prática como tive durante essas oficinas. Escrever nos diários reflexivos me fez perceber como algumas estratégias que eu usava não estavam funcionando e o quanto eu precisava adaptar minhas abordagens para alcançar melhor os alunos* (Excerto da pesquisa).

O **P4** destaca o impacto transformador, especialmente no que se refere a sua prática fornecida pelos diários reflexivos. Esse instrumento foi essencial para que o professor pudesse revisar e avaliar suas abordagens pedagógicas, promovendo uma compreensão mais profunda e crítica de sua própria prática. Ao registrar suas reflexões, P4 identificou falhas em estratégias previamente utilizadas e percebeu a necessidade de adaptações para se aproximar mais efetivamente dos alunos.

Esse exercício de reflexão, em conjunto com a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (problematização, aquisição e aplicação do conhecimento), fomentou um processo de autoavaliação que fortaleceu a habilidade de P4 em adaptar suas práticas às necessidades reais da sala de aula. A prática reflexiva é, portanto, uma ferramenta avançada para o desenvolvimento profissional, promovendo ajustes e aprimoramentos contínuos que ampliam a capacidade do professor de engajar os estudantes de forma significativa.

Como destaca Pérez Gómez (2021), uma reflexão permite ao professor revisitar suas práticas, avaliar a eficácia das estratégias utilizadas e adaptá-las às necessidades dos alunos e às demandas contemporâneas da educação. Esse processo contribui para uma postura crítica e adaptativa, essencial no modelo de educação integral do Paraná Integral.

Assim, a fala de P4 reforça a relevância das oficinas para cultivar uma educação mais responsiva e consciente, essencial para o modelo integral.

P23: *A reflexão me ajudou a perceber que, muitas vezes, eu focava muito na transmissão do conteúdo e pouco na interação com os alunos. Após as oficinas, comecei a repensar minhas aulas e a criar mais espaços para ouvir os estudantes e promover discussões* (Excerto da pesquisa).

Essa mudança de perspectiva destaca o papel transformador da formação continuada na promoção de uma educação mais dialógica e centrada no estudante, compatível com os objetivos do modelo Paraná Integral.

Nesse sentido, o exercício de reflexão, facilitado pelos encontros e pelas ferramentas utilizadas, não apenas fortaleceu a competência pedagógica dos professores, mas também promoveu uma prática educacional mais consciente, colaborativa e conectada às necessidades do contexto escolar. Essa abordagem reafirma a importância de processos formativos que estimulam a autocrítica e a inovação pedagógica para a melhoria contínua no ensino (Delizoicov & Angoti, 2014).

Desenvolvimento de novas estratégias de ensino

Os dados indicaram que a participação nas oficinas também levou ao desenvolvimento de novas estratégias de ensino que favoreceram a dinâmica das aulas e a participação dos estudantes. A abordagem CTS incentivou os professores a experimentar novas práticas, como a utilização de atividades experimentais, discussões sobre temas sociais e a integração de diferentes recursos didáticos.

Situação que pode ser observada na transcrição da fala da **P22**

eu nunca tinha feito experimentos práticos que estivessem tão relacionados ao cotidiano dos alunos. Depois da oficina, comecei a usar mais experimentos sobre problemas reais, como a qualidade da água da nossa cidade, e isso fez diferença no interesse deles (Excerto da pesquisa).

Na mesma direção, a **A13** destacou a importância dos debates promovidos em sala de aula e que essas ações se iniciaram após a capacitação. **A13**: “Os debates sobre temas atuais, como o uso de tecnologias e seus impactos sociais, trouxeram uma nova perspectiva para minhas aulas. Os alunos ficaram mais engajados e interessados em entender como a ciência está presente em suas vidas” (Excerto da pesquisa). Continuando sua fala complementa, “isso me motivou a continuar buscando esses temas e trazer discussões que sejam relevantes para eles” (Excerto da pesquisa).

Os relatos das professoras evidenciam que a formação continuada não apenas forneceu novos conhecimentos, mas também encorajou os docentes pôr em prática estratégias inovadoras que tornaram o ensino mais atrativo e conectado à realidade dos estudantes.

O desenvolvimento de novas estratégias de ensino é uma das principais contribuições da formação continuada para a prática pedagógica. Esse processo reflete a capacidade dos professores de adaptar e inovar suas metodologias, tornando-as mais conectadas com a realidade dos estudantes e com os desafios do ensino contemporâneo. Como destaca Nóvoa (2019), a formação continuada deve oferecer subsídios para que os docentes integrem teoria e prática, incentivando a experimentação e a aplicação de abordagens pedagógicas dinâmicas e significativas.

As oficinas temáticas, fundamentadas nos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov & Angoti, 2014), forneceram aos professores uma estrutura para planejar e aplicar estratégias alinhadas às necessidades da sala de aula. Esse modelo favoreceu as atividades ativas que engajam os estudantes de maneira significativa, como a resolução de problemas reais, o uso de experimentação prática e a integração de temas interdisciplinares.

Desafios na implementação das práticas

Apesar dos avanços significativos observados, os professores também enfrentaram desafios na implementação das práticas discutidas nas oficinas. A falta de recursos materiais e de infraestrutura foi mencionada como um dos principais obstáculos para a realização de atividades experimentais e práticas que envolvem uma abordagem interdisciplinar. Além disso, a sobrecarga de tarefas administrativas e a falta de tempo para o planejamento adequado foram destacados como barreiras à implementação das novas estratégias desenvolvidas durante as oficinas. Como destaca Gatti (2016), o sucesso da formação continuada depende não apenas da capacitação docente, mas também de um suporte institucional robusto que viabilize a aplicação das práticas desenvolvidas.

Essa situação é observada na fala de **A7**: *“Gostaria de poder aplicar tudo o que aprendemos nas oficinas, mas a realidade da escola muitas vezes não permite. Faltam materiais e o tempo de planejamento é escasso. Acabamos tendo que adaptar bastante o que gostaríamos de fazer”* (Excerto da pesquisa).

Apontando situações semelhantes de sobrecarga de trabalho, a **A12** compartilha suas dificuldades na implementação: *“a carga horária e as demandas administrativas são grandes desafios. Queremos inovar, mas nem sempre temos o*

apoio necessário para isso. As oficinas me deram muitas ideias, mas preciso de mais condições e suporte da escola para implementar as mudanças” (Excerto da pesquisa).

Esses relatos apontam para a necessidade de apoio aos professores, tanto em termos de recursos quanto em relação ao tempo destinado ao planejamento e à inovação pedagógica. Sem esse apoio, as iniciativas desenvolvidas durante a formação continuada podem ser limitadas e de difícil implementação. Segundo Nóvoa (2002), uma formação continuada deve ser acompanhada de uma cultura de suporte e cooperação institucional, proporcionando condições que viabilizem a prática reflexiva e a aplicação de estratégias inovadoras no ambiente escolar.

A análise das falas das professoras indica que as mudanças nas práticas pedagógicas, favorecidas pelas oficinas temáticas, tiveram um impacto positivo em suas formações continuadas, o que favorece uma melhora no ensino de Química. E, ao relatarem situações de aplicação da oficina com seus alunos, observaram um maior engajamento dos estudantes nas atividades propostas, especialmente quando os conteúdos estavam relacionados a questões do cotidiano deles. A contextualização do ensino, possibilitada pela abordagem CTS, despertou neles um interesse maior pelo conteúdo.

Com base nos resultados, os professores participantes fizeram algumas sugestões para a melhoria dos programas de formação continuada. Eles destacaram a importância de que as oficinas sejam oferecidas de forma contínua e sistemática, para que o desenvolvimento profissional possa ser progressivo e sustentável. Além disso, foi sugerido um maior suporte institucional, tanto em termos de recursos materiais quanto de condições para o planejamento e a execução das práticas pedagógicas desenvolvidas durante as oficinas, **A7**:

precisamos de continuidade. Essas oficinas foram um ótimo começo, mas o desenvolvimento profissional é algo contínuo. Se tivéssemos mais encontros ao longo do ano, poderíamos acompanhar melhor os resultados e ajustar nossas práticas com mais eficácia (Excerto da pesquisa).

Como afirmam Silva e Oliveira (2022), o sucesso da formação continuada está diretamente relacionado à capacidade das escolas de oferecer condições que viabilizem a aplicação das práticas aprendidas, incluindo apoio técnico, tempo para planejamento colaborativo e investimentos em infraestrutura.

Essas considerações reforçam a importância da continuidade dos programas de formação e do suporte institucional para que os professores possam aplicar de maneira efetiva o que foi desenvolvido durante as oficinas, contribuindo, assim, para a melhoria da qualidade da educação.

Considerações finais

Este estudo evidencia a importância das Oficinas Temáticas no contexto da formação continuada de professores do Paraná Integral, especialmente na integração da abordagem CTS como um elemento enriquecedor do ensino de Química. As oficinas proporcionaram um ambiente de reflexão sobre as práticas pedagógicas, favorecendo a problematização, aquisição e aplicação do conhecimento, conforme os TMP. Esse processo permitiu que os professores desenvolvessem novas estratégias de ensino mais contextualizadas e alinhadas com a realidade dos estudantes, promovendo a interdisciplinaridade e o engajamento dos alunos.

No entanto, os desafios identificados, como a falta de recursos materiais e tempo de planejamento, apontam para a necessidade de um suporte institucional mais robusto, que possibilite a aplicação das práticas desenvolvidas durante as formações. A continuidade dos programas de formação também se mostrou essencial para garantir a efetividade e sustentabilidade das mudanças promovidas.

Assim, a abordagem CTS demonstrou ser uma alternativa viável para a integração curricular e o desenvolvimento de uma prática pedagógica mais crítica e conectada às demandas sociais e tecnológicas dos estudantes. As contribuições deste trabalho indicam caminhos promissores para a formação continuada dos professores e para a melhoria da qualidade do ensino de Química no modelo de educação integral do Paraná, reforçando a relevância de iniciativas que promovam uma educação mais contextualizada.

Por fim, as práticas apresentadas neste estudo, em especial, as relacionadas à integração curricular e à interdisciplinaridade, não apenas refletem um movimento local, mas também se alinham com tendências mais amplas presentes no contexto latino-americano; a busca por uma educação mais contextualizada e interconectada tem sido central, movendo-se para a formação de cidadãos críticos e preparados para os desafios sociais e econômicos da região.

A pesquisa encontra eco nessas práticas latino-americanas, que também busca superar as abordagens fragmentadas e oferecer aos estudantes uma formação mais integrada e voltada para a realidade de suas comunidades, com foco na formação de cidadãos conscientes e comprometidos com as transformações sociais e culturais da América Latina.

Referências

Angrosino, M. V. (2009). *Etnografia e observação participante* (L. de Oliveira, Trad.). Artmed.

Azevedo, J. R., & Santos, M. L. (2018). Formação continuada e prática docente: desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Educação*, 23(1), 45-60. <https://www.scielo.br/j/rbedu/i/2018.v23/>

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.

Bazzo, W. A. (2017). *Ciência, tecnologia, e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Ed. UFSC.

Delizoicov, D., & Angoti, J. A. (2014). Os Três Momentos Pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. *Ciência & Educação*, 1, 123-136. <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcRtHTb9c/?format=pdf>

Freitas, F. R., & Targino, F. M. (2022). Perspectiva CTS na formação docente em trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Ensino de Química (ENEQ). *Teoria e Prática da Educação*, 25(1), 135-153.

Gatti, B. A. (2016). Formação de professores no Brasil: características e problemas. *Educação & Sociedade*, 37(135), 18-25.

Gatti, B. A. (2016). *Formação de professores no Brasil: características e problemas* (2ª ed.). Editora XYZ.

Lorenzetti, L. (2023). Promovendo a alfabetização científica e tecnológica no contexto escolar. *Educação por Escrito*, 14, (1ª ed.).

Maldaner, O. A. (2021). *A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores*. Unijuí.

Machado, C., Ferreira, L. B. (2018). Educação integral e escola de tempo integral: mapeamento da produção científica em periódicos (2008 a 2017). *Exitus*, 8(3), 87-102.

Miranda, S. do C., Calaça, F. J. S, Carvalho, R.S.C., Santos, M. L. dos, & de Carvalho, P. S. (2024). Oficinas temáticas como espaço para formação de professores: construção e validação de uma estratégia específica ao ensino de ciências por investigação. *Revista Ciências & Ideias*, 15(1). [https://revistascientificas .ifrj .edu .br /index .php /reci /article /view /2645](https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/2645)

Nóvoa, A. (2019). Os Professores e a sua Formação num Tempo de Metamorfose da Escola. *Educação & Realidade*, 44(3), e84910. <https://doi.org/10.1590/2175-623684910>

Nóvoa, A. (2002). Formação de professores e profissão docente. In A. Nóvoa (Org.), *Os professores e a sua formação*. Dom Quixote.

Pérez Gómez, A. (2021). *O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo*. Porto Alegre: Artmed.

Ribeiro, R. M. da C. (2024). Formação continuada de docentes: tessituras e possibilidades. *Retratos da Escola*, 18(40). [https://retratosdaescola.emnuvens.com .br/rde /article /view /1748](https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/1748)

Rivelini-Silva, A. C. (2024). Mapeamento bibliográfico sobre a curricularização da educação para a ciência, tecnologia e sociedade (CTS) nos cursos de licenciatura em química. *Revista Amazônica: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Amazonas*, 9(3), 1-20.

Santos, W. L. P. & Auler, D. (2011). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Santos, M. A. (2023). *Proposta de formação continuada: integrando ciências da natureza com as unidades curriculares do modelo Paraná Integral* (Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Londrina). Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEL_76cf075eb7c8a6a6817658ee309e099f

Silva, S. G. & Oliveira, V. B. D. (2022). Formação de pedagogos para o contexto inclusivo: um estudo de revisão. *Revista Educação Especial*, 34, 1-21.

LA GAMIFICACIÓN PLUGGED EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA

*Elena Patricia Urquizo Cruz*²³
*Belén Alexandra Sanipatín Urquizo*²⁴
*Montserrat Catalina Orrego Riofrío*²⁵

Introducción

El impacto de la pandemia en América Latina tuvo efectos heterogéneos. El limitado acceso a la tecnología provocó, en un inicio, la deserción y pérdida de interés de los estudiantes, sobre todo en los niveles de educación básica y bachillerato. En el escenario actual, el sistema educativo necesita construir estrategias educativas a nivel universitario, que se enmarquen en la recuperación de la educación, dentro del desarrollo, la transformación y la mejora de aprendizajes.

Los resultados de las pruebas del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes en el año 2022 para Lectura, Matemáticas y Ciencia en América Latina y el Caribe evidencian que se ubica en la mitad inferior del ranking global de calidad educativa, en el que participaron 14 países de América Latina y el Caribe. Según Arias et al. (2023), el análisis comparativo del porcentaje de estudiantes por debajo del nivel mínimo de desempeño permite constatar que la región no sólo presenta desventajas en relación con el acceso y la finalización, sino que, además, existen profundas brechas en lo que se refiere a los aprendizajes de los estudiantes. Por ello, es tarea pendiente

23 Profesora Investigadora de la Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.

24 Investigadora de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Facultad de Ciencias. Química.

25 Docente investigadora de la Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.

de los docentes el incorporar las habilidades del siglo XXI dentro del proceso educativo. Los retos existentes evidencian la necesidad de innovar el proceso educativo y, a la vez, la eficacia para mejorar los aprendizajes.

La química, como ciencia experimental según Urquizo y Fiallos (2017), orienta el estudio de las propiedades y estructura de la materia, las reacciones químicas y las variaciones de energía que experimentan las mismas. Involucra “reacciones que tienen lugar en los seres vivos, los procesos químicos geológicos, los cambios químicos en la atmósfera, corteza terrestre, biósfera y todo el universo; siendo por ello una ciencia central e instrumental para otras muchas ciencias” (p. 275).

Asimismo, Johnstone (1982) consideró que, para enseñar química, era necesario diferenciar tres niveles de pensamiento: macroscópico, submicroscópico y simbólico. Debido a ello, muchos estudiantes presentaban dificultades en el aprendizaje de esta asignatura. Taber (2013) se centró en cómo el nivel simbólico se relaciona con los niveles o dominios macroscópico (sustancias, reacciones químicas, etc.) y submicroscópico (moléculas, iones, interacciones eléctricas, etc.), y en las implicaciones didácticas que se derivan de ello y las de conceptualización de los fenómenos del mundo externo percibidos: el macroscópico y el submicroscópico.

El nivel simbólico abarca una gran cantidad de símbolos de elementos químicos, fórmulas y ecuaciones químicas, así como también gráficos, diagramas, esquemas, fórmulas matemáticas, modelos moleculares y simulaciones, que representan tanto al nivel macroscópico y submicroscópico. Bajo este enfoque, la parte macroscópica es captada por percepción sensorial, la parte submicroscópica requiere de abstracción, y el componente simbólico utiliza símbolos, que representan de manera simplificada lo que se percibe con lo macro y se describe con lo micro.

En consecuencia, la utilización inapropiada de los niveles puede ocasionar dificultades en el aprendizaje e interés de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, debido a que requieren de gran capacidad de abstracción para comprender. Por ello, existe la necesidad del docente de utilizar y/o elaborar recursos que relacionen de manera correcta los tres niveles: macroscópico, submicroscópico y simbólico.

Además, la falta de comprensión genera estrés en el aula, tanto en el docente como en los estudiantes, lo que incide principalmente en el aprendizaje y memoria emocional, altera la concentración y reduce la plasticidad del cerebro. Por ello, es necesario que dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje se proporcionen herramientas, que desarrollen habilidades necesarias para un desempeño favorable en la práctica docente.

Existen una variedad de recursos, pero se requiere de una estrategia innovadora con el fin de optimizar y personalizar el aprendizaje, basadas en tecnologías de la información y la comunicación para la generación z. Es allí donde la gamificación plugged tiene un gran valor.

La gamificación, según Maluy et al. (2021), “implica incorporar mecánicas lúdicas para hacer más atractivo y motivador el aprendizaje” (p. 4), con el único propósito de generar en el individuo compromisos y motivaciones. Asimismo, Zambrano (2020) menciona que “permiten mejorar los ambientes de trabajo dentro y fuera del aula de clase, lo que representa una estrategia significativa en el logro de los objetivos de aprendizaje” (p. 6).

La gamificación promueve el aprendizaje autorregulado y pretende valorar el progreso de los estudiantes de forma personalizada y en tiempo real. Quirós (2020) menciona que “es una propuesta atractiva que brinda a los estudiantes la oportunidad de visualizar conceptos abstractos, participar en el proceso de aprendizaje activo y construir conocimiento de manera efectiva” (p. 46). Ofrece la ventaja del feedback o retroalimentación inmediata, y promueve tanto el “aprendizaje como la resolución de problemas, lo que adiciona, además, un sentimiento de control y autonomía, y cambia su comportamiento” (Hernández & Ruiz, 2021, p. 1).

En el aspecto teórico, según Reyes & Quiñonez (2020), la gamificación tiene sustento en tres teorías principales: la de comportamiento humano, de Fogg (2009); la de autodeterminación, de Ryan (2000); y la del flujo, de Csíkszentmihályi (1990). Todas estas se basan en la motivación como un factor que potencializa el interés y el deseo de los participantes por continuar en el proceso de juego. Si bien es cierto que estas teorías son las más representativas para la gamificación, un análisis previo del comportamiento de los participantes apoyará en determinar los gustos y motivaciones de los estudiantes, así como los desafíos a proponer.

En resumen, la gamificación permite fomentar el aprendizaje y conocimientos con juegos, así como proponer retos específicos y una competencia motivadora, ya que se usa la actividad lúdica para aprender y lograr un mensaje significativo (Acedo et al., 2022, p.18).

La gamificación plugged como estrategia de enseñanza-aprendizaje

La gamificación en la educación surge por los años 70 en el sector empresarial y, de a pocos, se fue introduciendo en el campo educativo desde 2002 por el diseñador británico Nick Pelling. Según Kim (2018), se basa en principios o mecánicas, tales como los puntos o incentivos, la narrativa, la retroalimentación inmediata, el reconocimiento, la libertad de equivocarse, entre otros, para enriquecer la experiencia de aprendizaje.

La gamificación fue adaptada a cualquier área de conocimiento y desarrollada en entornos virtuales o presenciales con o sin soporte tecnológico. Para ello, es necesario distinguir entre gamificación plugged y unplugged. Para **González** (2019), la gamificación plugged hace referencia al uso de elementos, técnicas y estrategias de los juegos para las actividades que son elaboradas en entornos virtuales con la ayuda de un soporte tecnológico. En cambio, la gamificación unplugged ocurre cuando se emplean los elementos, técnicas y estrategias de los juegos para actividades elaboradas en entornos sin soporte tecnológico (p. 3).

Según Dicheva et al. (2015), además de incrementar la motivación, los juegos atraen a los estudiantes a participar en ellos, a menudo sin ninguna recompensa, sólo por el placer de jugar y tener una experiencia atractiva de aprendizaje. Por ello, el uso de juegos o elementos para transformar el ambiente de aprendizaje están siendo utilizados actualmente a nivel mundial, de modo que el aprendizaje y la retroalimentación combinados con el juego transformen la escuela en un “ambiente mucho más emocionante para aprender a aprender y potencie el sistema de respuesta inmediata” (Rojas, 2019, p. 57).

Según Kim & Song (2018), la gamificación genera dinámicas que se relacionan con los efectos que causan en los estudiantes, como las restricciones a un problema limitado para generar interés, o las emociones cuando se enfrentan con un obstáculo para generar curiosidad y competitividad. Finalmente,

las componentes son aquellos recursos y herramientas con los que el docente cuenta para elaborar una actividad en praxis.

Entre los pasos a considerar para gamificar en el aula, se tiene:

- Definir un objetivo
- Transformar el aprendizaje de capacidades y conocimientos en juego
- Poner un reto específico
- Establecer normas de juego
- Crear un sistema de recompensas
- Proponer una competición motivante
- Establecer niveles de dificultad creciente
- Brindar retroalimentación o feedback

Herramientas digitales utilizadas en la gamificación plugged

En torno a la gamificación plugged, existe un sinnúmero de herramientas digitales a ser utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de las cuales las más frecuentes son las siguientes:

Genially. Crea todo tipo de contenidos visuales e interactivos de una forma rápida y sencilla, ofreciendo una gran variedad de plantillas y recursos. Gracias a ella, es posible crear presentaciones interactivas, infografías, imágenes interactivas, gamificaciones y otros contenidos interactivos.

Educaplay. Es utilizada en el aula para el diseño de actividades con recursos multimedia que permitan reforzar y promover el aprendizaje.

Liveworksheet. Permite a los educadores crear y compartir hojas de trabajo interactivas. Posee como ventaja una capacidad autocorregible, pues permite a los estudiantes corregir errores y comprender mejor los conceptos (Ayala, 2023).

Pixton. Diseña contenidos a través de cómics y artes gráficas, en los que los docentes y estudiantes pueden preparar escenarios relacionados con sus estilos y preferencias de aprendizaje de acuerdo con el contenido de los sujetos, y pueden hacer sus propios productos: “estimula la imaginación de los estudiantes y ayuda su creatividad” (Erol & Kara, 2022, p. 224).

Wordwall. Permite desarrollar “actividades interactivas motivacionales, diferentes juegos interactivos, como imprimibles, según las temáticas que vaya a desarrollar” (Poaquiza, 2022, p. 5).

Cerebriti. Es una herramienta ideal para implementar la gamificación en el aula. Presenta la ventaja de crear juegos de forma muy rápida y sin necesidad de tener conocimientos informáticos.

Edpuzzle. Es una plataforma digital que está diseñada para ofrecer una experiencia más divertida e interactiva. Con la aplicación de herramientas audiovisuales, permite convertir cualquier vídeo en una lección. Se asigna el video a los estudiantes y se puede comprobar su progreso en tiempo real, mientras aprenden a su propio ritmo para así concretar lo aprendido en el aula (Edpuzzle, 2024).

En síntesis, cada herramienta digital está enfocada al desarrollo de actividades que fomenten habilidades socioemocionales, trabajo colaborativo e incremento de la motivación, lo que promueve el aprendizaje de química.

Metodología

La investigación se realizó en la Universidad Nacional de Chimborazo, en la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología, de la Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías. La población estuvo conformada por 29 estudiantes matriculados en el período académico 2024-1S en la asignatura de química inorgánica. No se seleccionó una muestra, pues se ejecutó la investigación con toda la población de estudio.

Esta investigación tuvo como objetivo implementar actividades gamificadas, basadas en la evaluación y retroalimentación inmediata en el proceso de enseñanza-aprendizaje de química, haciendo uso de herramientas digitales tales como: *Genially*, *Liveworksheet*, *Pixton*, *Cerebriti*, *Wordwall*, *Edpuzzle* y *Quizizz*, que acrecienten el compromiso y motivación hacia el aprendizaje de la química en los estudiantes.

Para cada herramienta digital, se elaboró una guía metodológica, que describe la forma de elaborar actividades gamificadas de los siguientes temas: estructura del átomo y modelos atómicos; compuestos químicos, reacciones y ecuaciones químicas; así como estequiometría de la composición y de la reacción.

Las actividades gamificadas fueron utilizadas por los estudiantes en el período académico 2024-1s. Al finalizar, se aplicó una encuesta para evaluar la satisfacción de las estudiantes relacionadas al uso de las actividades gamificadas, a través de la herramienta Google Forms. Posteriormente, con los resultados obtenidos, se realizó el análisis estadístico descriptivo, en el que se tabuló el promedio de rendimiento antes y después de usar las actividades gamificadas.

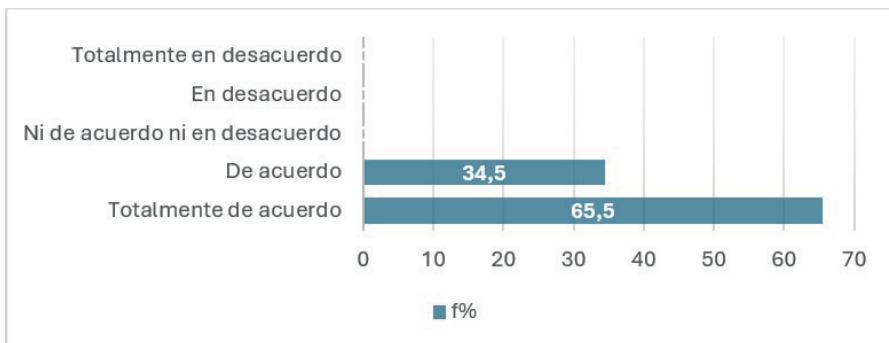
Para cada actividad, se consideró al menos cuatro trayectos: el primero denominado “descubrimiento”, el segundo llamado “entrenamiento”, el tercero identificado como “andamiaje” y el cuarto asignado como “dominio del juego”. Estos ayudan al estudiante a adaptarse para conseguir experiencia y así lograr avanzar a cada nivel (Idrovo K., 2018, p. 5).

Resultados y discusión

Una vez elaboradas las guías de uso de las herramientas digitales orientadas al uso de cada herramienta digital junto con las actividades, se organizaron en la plataforma Jimdo, en el siguiente enlace: <https://unach-tercer-semester.jimdosite.com/>. Los estudiantes procedieron a desarrollar cada una de las actividades de los diversos temas. Al final, respondieron la encuesta, cuyos resultados se muestran a continuación.

1. La gamificación fue adaptable al desarrollo de diversas actividades considerando su entorno de aprendizaje.

Figura 1. Porcentaje de la opinión de los estudiantes respecto a la pregunta 1

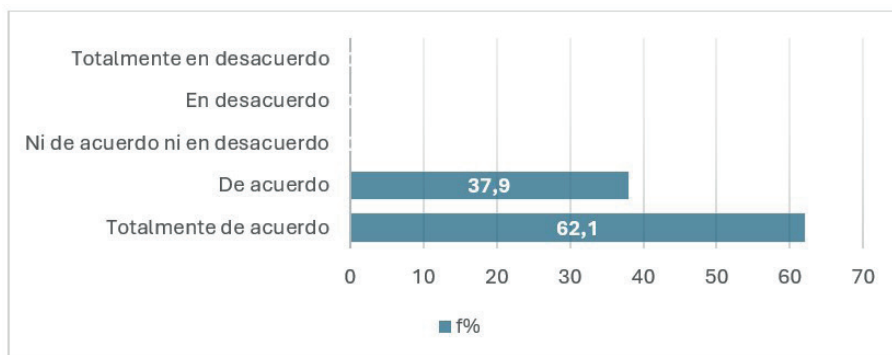


Nota: Elaboración propia. Información extraída de encuesta a los estudiantes

La mayoría de los estudiantes estuvo de acuerdo con que la gamificación fue adaptable a su entorno de aprendizaje. Según Quirós (2020), la gamificación emplea e identifica elementos característicos del juego, que permiten transformar una actividad desarrollada en un entorno no lúdico, en una experiencia agradable que potencie la motivación, la concentración, la transmisión de conocimientos y la creación de un vínculo significativo entre los estudiantes y el docente.

2. La gamificación fomentó el interés, la curiosidad científica y el pensamiento crítico haciendo uso de las diversas herramientas digitales.

Figura 2. Porcentaje de la opinión de los estudiantes respecto a la pregunta 2

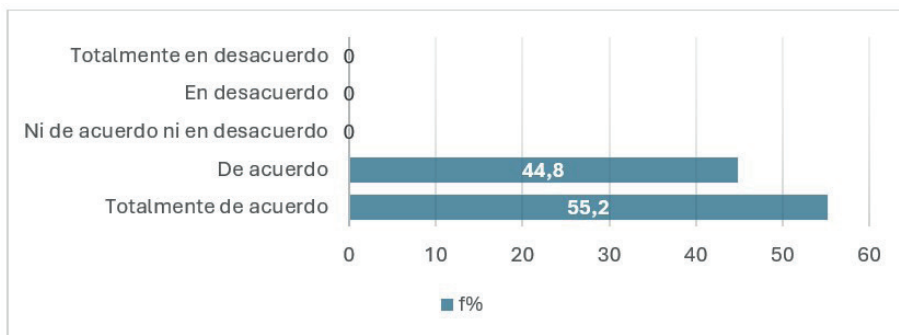


Nota: Elaboración propia. Información extraída de encuesta a los estudiantes

La gamificación fomenta en la mayoría de los estudiantes la curiosidad y el pensamiento crítico, potencia los procesos de aprendizaje basados en el empleo del juego, favorece el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje, facilita la cohesión, integración y la motivación por el contenido, y potencia la creatividad de los estudiantes.

3. Las actividades gamificadas, haciendo uso de las herramientas Pixton y Cerebriti, ayudan en la comprensión de reacciones químicas.

Figura 3. Porcentaje de la opinión de los estudiantes respecto a la pregunta 3

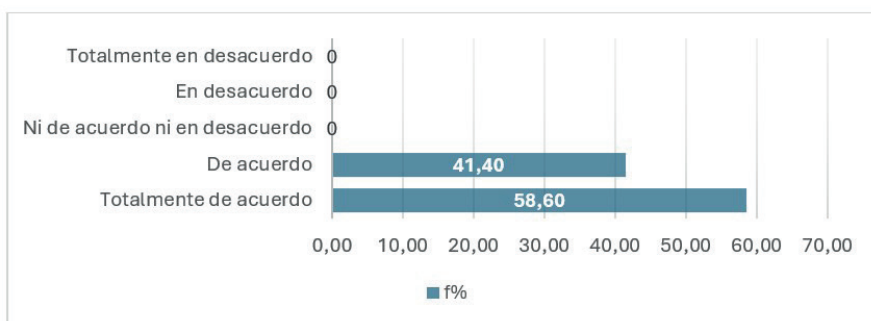


Nota: Elaboración propia. Información extraída de encuesta a los estudiantes

La mayoría de los estudiantes estuvo de acuerdo con el uso de las mencionadas herramientas, debido a que ayudaron en la comprensión de reacciones químicas. Esto concuerda con García (2019), quien afirma que, en el ámbito académico, la herramienta Pixton ha ganado reconocimiento como una forma de expresión cultural y artística válida, además de ser objeto de estudio en diversas disciplinas.

4. Considera que las actividades gamificadas elaboradas en Educaplay mejoró el aprendizaje del tema de ácidos y bases en la clase de química.

Figura 4. Porcentaje de la opinión de los estudiantes respecto a la pregunta 4.

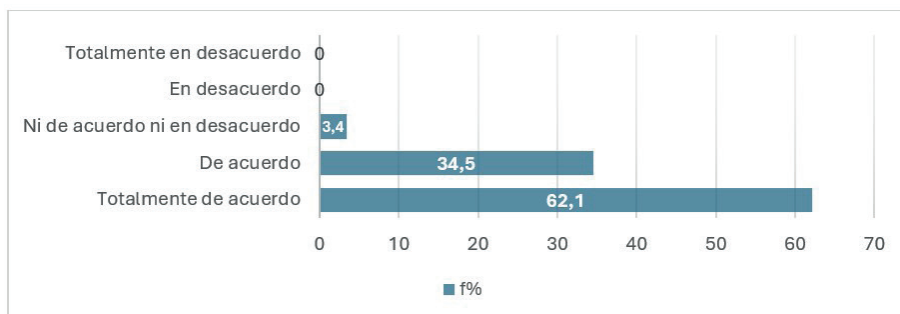


Nota: Elaboración propia. Información extraída de encuesta a los estudiantes

Con los datos recolectados, se aprecia que la herramienta Educaplay ayudó al aprendizaje sobre la teoría de ácidos y bases. Según Páez et al. (2022), los estudiantes mejoran el rendimiento académico con el uso de recursos gamificados; motivan la participación, comunicación y trabajo colaborativo.

5. El uso de Liveworksheet en las actividades gamificadas incrementó el interés por aprender los tipos de reacciones químicas y sus ecuaciones.

Figura 5. Porcentaje de la opinión de los estudiantes respecto a la pregunta 5



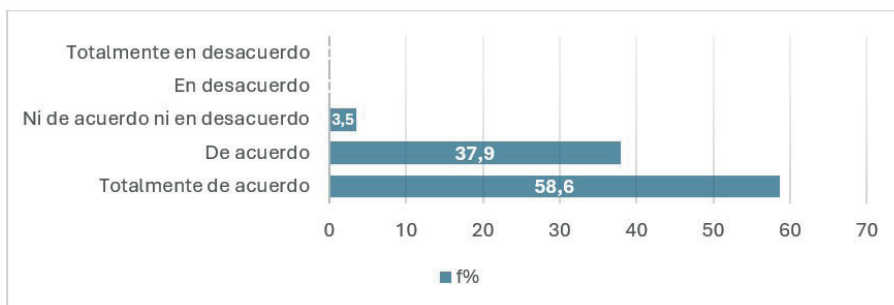
Nota: Elaboración propia. Información extraída de encuesta a los estudiantes

Con los resultados obtenidos, se puede apreciar que el uso de la herramienta LiveWorksheet permitió que los estudiantes puedan tener un mayor interés en el aprendizaje en cuanto a los tipos de reacciones químicas y sus ecuaciones.

De acuerdo con Maraza et al. (2019), las herramientas de gamificación permiten desarrollar actividades que ayudan a conseguir un buen feedback acorde a los objetivos y desempeños de aprendizaje. Dado que los conocimientos disciplinares se vinculan a la enseñanza de la química, surge la necesidad de presentar a los estudiantes enfoques novedosos que estimulen el interés y fomenten la participación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

6. La aplicación Wordwall como herramienta gamificada permitió identificar la ubicación de los elementos químicos de la tabla periódica y compuestos químicos.

Figura 6. Porcentaje de la opinión de los estudiantes respecto a la pregunta 6



Nota: Elaboración propia. Información extraída de encuesta a los estudiantes

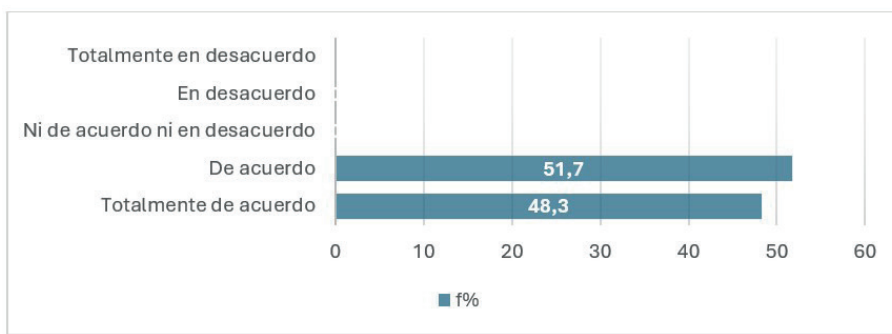
La mayor parte de los encuestados consideró que la aplicación Wordwall, como herramienta de aprendizaje, permitió identificar la ubicación de los elementos químicos de la tabla periódica y revisar la teoría de compuestos químicos.

Según Silva (2019), la aplicación Wordwall es una herramienta que posibilita la creación de actividades interactivas e imprimibles. Además de contar

con diversas plantillas que facilitan la creación de actividades multimedia, la diversidad de ventanas interactivas capta la atención del estudiante.

7. La gamificación, haciendo uso de la herramienta Genially con el juego La mazmorra del dragón, facilitó la comprensión de la formación de compuestos químicos inorgánicos.

Figura 7. Porcentaje de la opinión de los estudiantes respecto a la pregunta 7

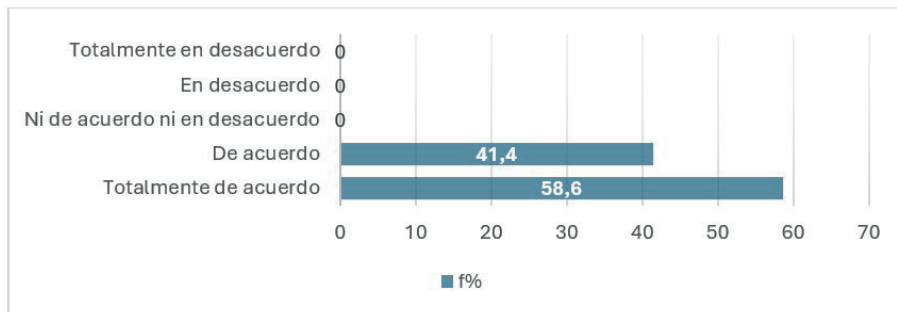


Nota: Elaboración propia. Información extraída de encuesta a los estudiantes

La mayoría de los encuestados estuvo de acuerdo que la gamificación, mediante el uso de la herramienta Genially con el juego “La Mazmorra del Dragón”, facilitó la comprensión de la formación de compuestos químicos inorgánicos. Según Pérez (2021), la gamificación en la educación promueve el aprendizaje activo y el compromiso de los estudiantes, dentro de lo que destaca el uso de herramientas interactivas. Esto motiva la retención del conocimiento sobre los temas desarrollados.

8. La Herramienta Edpuzzle favoreció el aprendizaje visual del tema modelo atómico.

Figura 8. Porcentaje de la opinión de los estudiantes respecto a la pregunta 8.

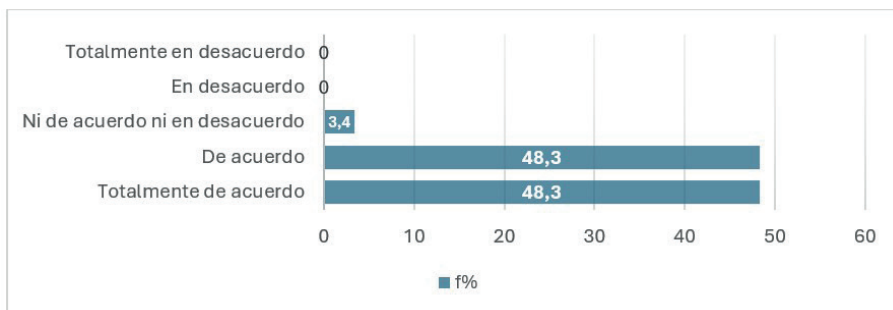


Nota: Elaboración propia. Información extraída de encuesta a los estudiantes

La mayor parte de los encuestados manifestó que la herramienta Edpuzzle favorece el aprendizaje audiovisual del tema modelo atómico, lo que permitió que el aprendizaje sea una experiencia divertida e interactiva. Es decir, con la aplicación de los videos educativos, el estudiante refuerza los conocimientos.

9. El uso de la herramienta Genially, con la actividad gamificada Breakout misterio, complementa el conocimiento de conceptos claves de los tipos de enlaces químicos.

Figura 9. Porcentaje de la opinión de los estudiantes respecto a la pregunta 9

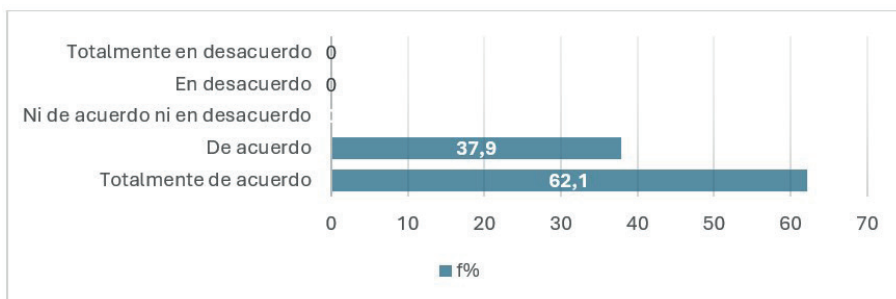


Nota: Elaboración propia. Información extraída de encuesta a los estudiantes

La actividad de gamificación promueve el aprendizaje. Esta busca utilizar el poder de los juegos para lograr ciertos objetivos y ha demostrado ser efectiva en mejorar la experiencia de aprendizaje para personas de todas las edades.

10. La gamificación como estrategia didáctica en la educación superior complementa el aprendizaje de la química.

Figura 10. Porcentaje de la opinión de los estudiantes respecto a la pregunta 10



Nota: Elaboración propia. Información extraída de encuesta a los estudiantes

La mayoría de los encuestados consideró que la gamificación es una estrategia efectiva para complementar el aprendizaje de química. Según González (2019), la implementación de estrategias lúdicas puede mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en temas complejos. Promueve una experiencia de aprendizaje más interactiva y motivadora, y una mayor participación y retención del conocimiento, lo que fomenta el aprendizaje activo y colaborativo en diversos contextos educativos.

La docente de química a cargo del grupo de estudiantes verificó que el rendimiento académico de los estudiantes antes del uso de la gamificación en promedio fue de 6.87/10; y posteriormente, al desarrollarse las actividades gamificadas, la nota promedio fue de 7.43/10. Esto evidenció una mejora en el rendimiento académico y fortaleció el aprendizaje. Sin embargo, lo más importante se aprecia en los estudiantes, quienes mostraron una actitud positiva, involucramiento en cada actividad, euforia, y satisfacción en el desarrollo de las actividades.

Laca et al. (2023) realiza un análisis exhaustivo sobre la implementación de la gamificación con el objetivo de explorar en detalle cómo la gamificación se empleó para aumentar la motivación en estudiantes universitarios de América Latina en el período de 2020 a 2023. Señala la necesidad de elaborar actividades gamificadas que logren satisfacer las necesidades psicológicas de autonomía, relaciones y competencia, lo que puede aumentar la automotivación y la salud mental de los estudiantes, que evitaría una disminución en la motivación (p.3). Por tanto, las actividades gamificadas propuestas mejoran la percepción de los estudiantes hacia la enseñanza, lo que aumenta su participación y motivación mediante una mayor interacción y estímulo para aprender química reflejado en la actitud y rendimiento académico.

Según Laca et al. (2023), la gamificación plugged se ha desarrollado en los ámbitos de ciencias sociales, inglés, diseño mecánico, contaduría pública, derecho, anatomía, matemáticas, álgebra, lectura, escritura de artículos científicos, ecología, informática, gestión de recursos humanos, ingeniería, estrategias y mercados en economía, arquitectura y urbanismo. No obstante, en dicha investigación no se aprecia ningún artículo sobre el tema en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, por lo que resulta una actividad pertinente para ser usada tanto por docentes como por los estudiantes.

Conclusiones

La gamificación, como estrategia activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes universitarios en la asignatura de química, contribuye a incrementar el interés por aprender. Crea un ambiente dinámico y motivador, en el que los estudiantes participan, reflexionan, fortalecen el pensamiento crítico, aplican conceptos, resuelven problemas, mejoran los aprendizajes. Esto genera emociones positivas que dan paso hacia un aprendizaje significativo.

Se desarrollaron actividades gamificadas plugged en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, las mismas que son pertinentes y acordes al contexto de América Latina, lo que promueve una mejora del rendimiento académico y motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química.

Referencias bibliográficas

Acedo, W., Rosas, A. & Villasmil, M. (2022). LA GAMIFICACIÓN COMO HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE. Telemátique: Revista Electrónica de Estudios Telemáticos.18

Ayala, D. E. (2023). TOMI digital y Liveworksheets como recursos didácticos para el aprendizaje de Biología Celular con los estudiantes de segundo semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio institucional de la Unach. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11370>

Dicheva, D., Dichev C., Agre G., y Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*, 18 (3), 75–88. Recuperado de: http://www.ifets.info/journals/18_3/6.pdf

Edpuzzle. (20 de noviembre del 2024). Edpuzzle. Centro de ayuda Edpuzzle. <https://edpuzzle.com/>

Erol, A. N. & Kara E. (2022). A digital educational tool experience in history course: Creating digital comics via Pixton Edu. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 5(1), 223-242.

González, Carina. (2019). Gamificación en el aula: ludificando espacios de enseñanza-aprendizaje presenciales y espacios virtuales. 10.13140/RG.2.2.34658.07364.

Johnstone, A.H. (1982). «Macro and micro chemistry». *School Science Review*, núm. 64. 377-379.

Kim, S., & Song, K. (2018). *Gamification in Learning and Education. USA: Springer International Publishing AG.*: <https://www.springer.com/gp/book/9783319472829#aboutAuthors>

Laca Olivos Chang, L. J. M., Díaz García, M. de L., & Piscoche Botello, C. A. (2024). Gamificación como estrategia para mejorar la motivación en estudiantes universitarios: Revisión sistemática. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 8(35), 2596–2609. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i35.890>

Maluy, M., Leal, S., & Zepeda, J. (2021). Edu Book ¿Cómo gamificar tu clase?. Institute for the Future of Education. https://observatorio.tec.mx/wp-content/uploads/2023/04/EDU-BOOK_GAMIFICACION-2023.pdf

Maraza, Cuadros, Fernández, Alay, & Chillitupa. (2019). Análisis de las herramientas de gamificación online Kahoot y Quizzen en el proceso de retroalimentación

deaprendizajes de los estudiantes. Retrieved from <https://rrp.cujae.edu.cu/index.php/rrp/article/view/193/216>

Pérez, L. (2021). La gamificación en la educación: Promoviendo el aprendizaje activo y el compromiso estudiantil. *Revista de Innovación Educativa*, 15(2), 34-45.

Poaquiza, P. X. S. (2022). La herramienta educativa Word Wall y el aprendizaje en la asignatura de Lengua y Literatura en los estudiantes de Educación General Básica Superior de la Unidad Educativa "Bautista" de la ciudad de Ambato" (Bachelor's thesis, Carrera de Pedagogía de Educación Básica).

Quirós, C. (2020). Estrategias de gamificación para la enseñanza de la química. XII Festival Internacional de Matemáticas - XXII Congreso Nacional de Ciencias, Tecnología y Sociedad, 45.

Reyes, W. & Quiñonez, S. (2020). Gamificación en la educación a distancia: experiencias en un modelo educativo universitario. SciELO - Scientific Electronic Library Online. <https://www.scielo.org.mx/pdf/apertura/v12n2/2007-1094-apertura-12-02-6.pdf>

Rojas, C. (2019). Estrategias de gamificación para el desarrollo de la inteligencia lógico-matemática de los estudiantes de sexto año de educación general básica de la unidad educativa atahualpa. Obtenido de <https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1079/1/Estrategias%20de%20Gamificaci%c3%b3n.pdf>

Silva, M. (2019). Wordwall. Wordwall como recurso didáctico para mejorar la competencia lectora en niños peruanos, 14. Obtenido de. Perú Uruguay, A. (2020). En Etapas de la investigación Bibliográfica. Universidad de la República de Uruguay

Taber, K.S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education». *Chemistry Education: Research and Practice*, vol. 14(2), pp. 156-168.

Zambrano, A., Luque, K. (2020). La Gamificación: herramientas innovadoras para promover el aprendizaje autorregulado. *Dominio de las Ciencias- Revista Científica*, 6(3), 349-369. doi: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1402>

ESCREVER SAR CURRÍCULOS OU OUTROS MODOS DE NARRAR OS SILENCIAMENTOS DE CORPOS QUEERS NA LICENCIATURA EM QUÍMICA

Andressa Geovana Sitônio Barbosa Soares²⁶
Franklin Kaic Dutra-Pereira²⁷

PARA INTRODUIZIR

A universidade na América Latina, em especial no Brasil, é um espaço de construção de conhecimento e diversidade, onde diferentes identidades e experiências se desenvolvem. Para corpos dissidentes *queer*, esse espaço pode apresentar desafios e resistências. Aqui, corpo, em sua polissemia, é entendido a partir dos estudos de Pereira (2020, p. 25) em uma perspectiva que

vai além do conjunto de músculos, ossos e articulações que compõem um corpo humano. Não se pode negar a materialidade do corpo, mas é preciso ampliar sua compreensão como um construto histórico, cultural e político. O corpo seria, pois, uma ferramenta de projeção de sentidos, significados e valores (Le Breton, 2006).

Considerando a multiplicidade do corpo, este texto *escreversa* currículos a partir da narrativa autobiográfica de uma graduanda do curso de Licenciatura em Química, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), refletindo sobre as implicações de ser uma pessoa *queer* em um ambiente acadêmico

26 Licencianda em Química pelo Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

27 Professor Adjunto do departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

predominantemente *cisheteronormativo*. Com ares de resistência, de uma pesquisa com força, com vida, com existência e junto ao *COM-FABULAÇÕES: ateliê de pesquisas inventivas em Educação* (UFPB/CNPq), trouxemos este trabalho com o intuito de narrar sobre o (não) lugar dos corpos dissidentes *queer* no currículo do curso de Licenciatura em Química, na Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Narrar os silenciamentos de corpos *queer* na Licenciatura em Química, na América Latina, em especial no Nordeste brasileiro, implica reconhecer que os currículos não são apenas planejamentos de ensino, mas territórios de poder, onde certas existências são legitimadas enquanto outras permanecem marginalizadas. *Escreversar* currículos significa habitar esses espaços com uma escrita que desafia as normativas acadêmicas, permitindo que as vivências *queer*, com suas singularidades e resistências, sejam incluídas como parte constitutiva do que se entende por ciência e formação docente. Assim, ao abordar o corpo dissidente *queer* como um lugar de contestação e reinvenção, emerge a possibilidade de imaginar outros modos de produzir conhecimento em Química, marcados pela diferença.

Concordamos com Dutra-Pereira (2019, 2023) que a Licenciatura em Química não é apenas um espaço de aprendizagem técnica, mas também um campo onde subjetividades são moldadas e negociadas. Para uma estudante *queer*, as disciplinas do curso, os laboratórios e até os corredores se tornam cenários de embates silenciosos e explícitos. *Escreversar* esses currículos, portanto, não é apenas uma ação individual, mas coletiva, pois abre caminho para que outras vozes *queer* rompam os ciclos de invisibilidade e criem brechas em um espaço historicamente normativo.

Escreversar currículos é, antes de tudo, uma atitude política-poética-estética-ética que questiona as narrativas dominantes que estruturam a formação acadêmica. Pretendemos, então, “[...] *escreversar* (escrever+conversar) comigo sobre as histórias [...]” (Dutra-Pereira, 2022, p. 110) sobre os currículos, sobre a Química e sobre os corpos *queers*. *Escreversar* currículos é, nesse sentido, uma prática de afirmação: ao narrar os silenciamentos, cria-se espaço para que outras/os estudantes *queers* possam se reconhecer, enxergar-se e, acima de tudo, construir uma trajetória acadêmica que valorize suas existências como parte fundamental da ciência e da educação.

No âmbito do curso de Licenciatura em Química, o currículo opera como uma maquinaria que valida certas epistemologias (a *cisheterobranco*-euro-norte-americana-cêntrica) enquanto ignora outras (a do Sul Global, sobretudo), naturalizando o conhecimento científico como universal, neutro e desprovido de questões sociais. Entretanto, a presença de corpos dissidentes *queers* desestabiliza essa lógica, pois evidencia que o currículo não é neutro: ele é um campo de disputas e de exclusões.

Ao experienciar o apagamento de suas diferenças, estudantes *queers* enfrentam desafios que vão além do conteúdo técnico-científico. Esses obstáculos envolvem questões de reconhecimento, pertencimento e sobrevivência emocional em um ambiente frequentemente hostil às diferenças, às suas dissidências e aos seus/nossos corpos. Pode uma sapatão e uma bicha, iniciante à pesquisa e orientar a pesquisa, respectivamente, produzir conhecimento sobre corpos *queers* na Licenciatura em Química?

Quando um corpo dissidente *queer* ocupa o espaço acadêmico e reivindica sua existência, ele expõe as narrativas hegemônicas do currículo como insuficientes e opressivas. Esse corpo, ao rejeitar a conformidade, torna visível aquilo que a matriz heteronormativa tenta ocultar: a pluralidade de formas de viver e produzir conhecimento. *Escreversar*, nesse contexto, não é apenas um gesto textual, mas uma prática corporal que reposiciona os sujeitos em relação ao saber.

O corpo dissidente *queer*, convém informar, o conceituamos a partir das contribuições teóricas de Michel Foucault (2020) e Judith Butler (2020). Para Foucault (2020), o corpo é um campo de batalha onde as normas sociais e discursivas se inscrevem e são contestadas. Ele argumenta que o poder não é apenas repressivo, mas também produtivo, moldando e disciplinando corpos de maneiras específicas através de práticas discursivas e instituições. O corpo dissidente é aquele que desafia as normas de gênero e de sexualidade impostas pelo poder disciplinar. “A disciplina faz funcionar um poder relacional que se autossustenta por seus próprios mecanismo e substitui o brilho das manifestações pelo jogo ininterrupto dos olhares calculados” (Foucault, 2014, p. 170).

Foucault (2020) sugere que os corpos, dissidentes que são, não se conformem às categorias binárias tradicionais (homem/mulher, heterossexual/homossexual), mas resistem a essas categorizações através de práticas de subjetivação que afirmam identidades marginalizadas. Judith Butler (2020), por

sua vez, desenvolve o conceito de performatividade de gênero, argumentando que o gênero não é uma característica interna ou natural do indivíduo, mas sim uma repetição de atos e comportamentos que estabilizam a aparência de uma identidade coerente. Considerando isso, afirmamos que os corpos dissidentes *queer* são aqueles que desafiam essas normas de gênero e de sexualidade através de performances que expõem a artificialidade das categorias binárias.

Assim, o corpo dissidente *queer* não se encaixa nas normas impostas pela heterossexualidade compulsória (Rich, 2010), mas sim, questiona, subverte e reconfigura essas normas através de práticas performativas e resistências discursivas. É um corpo que desafia e desconstrói as fronteiras normativas, abrindo espaço para novas possibilidades de expressão e identidade fora dos limites impostos pelo poder disciplinar e pela matriz heteronormativa.

Com base em Xavier (2019), questionamos onde os estudantes *queer* se inserem dentro do curso de Licenciatura em Química. Eles conseguem se sentir pertencentes à área? Conseguem se enxergar e ver profissionais que as/es/os representem? A partir desses apontamentos, torna-se necessário explorar as vivências desses corpos dentro do curso e da comunidade educacional durante seu período de formação, para entendermos o posicionamento do curso em relação aos corpos dissidentes *queer*.

Colorir a Ciência Química e os currículos

É notório que nas áreas dos cursos de ciências, denominadas exatas, como, por exemplo, o de Química, as questões sociais normalmente tendem a ser silenciadas e, quando abordadas, ocorre sempre com a dita “neutralidade”, centrada nos discursos estruturais que, na grande maioria das vezes, acabam colaborando para a invisibilidade dos corpos, fazendo com que muitos/as/es dos/as/es estudantes e futuros profissionais da área não se sintam confortáveis em falar sobre si, sobre sua trajetória e como ser uma pessoa que se identifica como parte da comunidade de Lésbicas, Gays, Bissexuais, Transexuais, Travestis, *Queers*, Intersexos, Assexuais, Pansexuais, NãoBinárias, mais (LGBTQTQIAPNb+).

Nesse sentido, ao *escrever* sobre a presença *queer* nos currículos de cursos das chamadas ciências exatas, como a Licenciatura em Química, emerge a urgência de abordar como os discursos *cisheteronormativos* continuam

moldando não apenas os conteúdos acadêmicos, mas também os modos de ser e estar dos corpos dissidentes nesse espaço. Ditam as nossas pesquisas, colonizam nossos modos de *ensinarpesquisapublicar*, reafirmam os padrões ditados desde a invasão em nosso país. Desse modo, continuam aniquilando-nos com suas máquinas opressoras da diferença.

A Química, muitas vezes, percebida como neutra e objetiva, reflete em seu ensino práticas discursivas que tendem a silenciar as questões sobre gênero e sexualidade. Quem ousa ainda ter medo de falar sobre gênero e sexualidade na Química? Por que a Química, ou a quem pratica, tem receio e, consequentemente, silencia as conversas e o envolvimento de outros corpos para além do mundo *cisheterocentrado*? Pode a Química ser *queer*?

Schienbinger (2001) argumenta que, a despeito de reivindicações de neutralidade de valor, as ciências têm culturas identificáveis cujos costumes e modos de pensar se desenvolveram no decorrer do tempo. As vivências curriculares de uma graduanda *queer* em Química, na UFPB, são influenciadas pela intersecção de: classe, gênero, raça, etnia, cultura, regionalidade, (a)tipicidade, dentre tantos outros marcadores sociais das diferenças.

Com isso, a depender de algumas abordagens no Ensino de Química, as disciplinas podem refletir ou ignorar a diversidade sexual e de gênero, influenciando diretamente a percepção de pertencimento ou não, e (in)validação de estudantes *queer*. Quando o currículo inclui discussões sobre diversidade e respeita a pluralidade das diferenças, as estudantes se sentem vistas e respeitadas. Por outro lado, a ausência dessas discussões pode reforçar a marginalização e o sentimento de exclusão (Dutra-Pereira, 2024).

De acordo com Bueno (2002), não são somente os currículos e os programas de formação de professores/as que contribuem para a construção da identidade docente, mas também, suas experiências de vida relacionadas à educação e à diversidade. Por meio dessa afirmação, conseguimos visualizar e entender a necessidade da representatividade na área da Educação Química, especificamente nas discussões curriculares.

Como as normas de gênero e de sexualidade são reforçadas ou desafiadas no currículo do curso de Licenciatura em Química, na UFPB, a partir da narrativa de si? De que maneiras os corpos dissidentes *queer* experienciam e resistem à *cisheteronormatividade* no ambiente acadêmico? De que forma a

representatividade de profissionais LGBTTTQIAPNb+ no curso impacta a formação de futuros professores *queer*? Como a narrativa de si influencia o sentimento de pertencimento dos estudantes *queer* na Licenciatura em Química?

Com essas indagações, combustíveis motores de nossa luta e reivindicação na/com esta pesquisa e devido a falta de representatividade, muitos dos futuros corpos dissidentes docentes que estão em seu processo de formação acabam sendo silenciados/as/es pela comunidade acadêmica, na pretensa neutralidade imposta. Mesmo nos tempos atuais, quando se é transmitido em todos os veículos a importância da ampliação de vozes, da resistência e pertencimento da nossa luta social em todos os espaços, ainda existe uma invisibilização dos nossos corpos e de nossas vozes dentro do ambiente universitário.

Faustino et al. (2024) pensam sobre importância de implementarmos discussões e debates sobre as questões *queer* nos currículos do curso de Licenciatura em Química, uma vez que é necessário ampliarmos e darmos maior visibilidade para a nossa luta dentro da Universidade, com o intuito de melhorarmos o processo de formação desses/as/es graduandos/as/es que se identificam como parte da comunidade LGBTTTQIAPNb+, teremos como resultado o avanço no aprimoramento da formação e que outros corpos ocupem a Química, enquanto área que performa.

Sendo assim, faz-se necessário defender o campo educacional com maior inclusão, visibilidade e representatividade de quem somos, uma Educação Química na qual nossos corpos não são descartados e invisibilizados, mas que sim, fazem parte da trajetória educacional e futuramente profissional no qual os momentos vivenciados durante o processo de formação irão influenciar não apenas a vida pessoal, mas também o futuro como profissionais docentes na área do Ensino de Química.

Considerando isso, temos como objetivo, neste artigo, *escrever* sobre as vivências curriculares de estudante *queer* no curso de Licenciatura em Química, da UFPB, identificando os desafios e as resistências enfrentados em um ambiente acadêmico *cisheteronormativo* e propor estratégias de inclusão e representatividade que possam ser implementadas no currículo do curso de Química, visando promover um ambiente educacional mais inclusivo e acolhedor para estudantes e futuros docentes *queer*.

A seguir, detalharemos a metodologia desta pesquisa, que se orienta por preceitos da abordagem qualitativa por explorar as vivências curriculares de estudante *queer* no curso de Licenciatura em Química, na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), na tentativa de operacionalizar com a narrativa autobiográfica da primeira autora que nos permita captar as experiências de um corpo dissidente *queer*, buscando compreender como as normas de gênero e de sexualidade são contestadas e reconfiguradas no contexto acadêmico e nos *escreveramentos* do currículo da Licenciatura em Química.

Metodologia para *escreversar* currículos e a Química

Conjecturamos que uma das formas de *escreversar* currículos é por meio da narrativa autobiográfica, que permite aos sujeitos dissidentes narrar suas próprias histórias e experiências. Essa metodologia desloca o foco da neutralidade curricular para a singularidade das vivências, revelando as marcas de exclusão e resistência que atravessam os corpos *queers*. Ao relatar suas trajetórias, estudantes *queers* reconstroem o currículo a partir de suas perspectivas, questionando os silenciamentos e propondo outras formas de habitar os espaços acadêmicos. Tendo em vista os aspectos epistêmicos e metodológicos, este trabalho fundamenta-se na abordagem qualitativa que “[...] privilegiam, de modo geral, da análise de microprocessos, através do estudo das ações sociais individuais e grupais. [...], abrindo-se à realidade social para melhor apreendê-la e compreendê-la” (Martins, 2004, p. 292).

Em conformidade a Martins (2004), escolhemos escrever este texto que se constitui enquanto um texto autobiográfico, com o intuito de narrar as vivências curriculares de uma estudante assumidamente e abertamente cis-lésbica, da Licenciatura em Química, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), *Campus* I, investigando a partir da narrativa da experiência de si, não sendo tomada como verdade absoluta, mas que expressa a vivência e, que de certo modo, produz micropolíticas de resistência (Deleuze & Guattari, 2011).

Apostamos na narrativa da aluna, pois pode produzir modos outros de ser e estar no mundo e novas subjetividades (Guattari, Rolnik, 1986 & Guattari, 1992), quando temos o intuito de explorar as questões de *gênerosexualidade* no currículo do curso de Licenciatura em Química, a partir da autobiografização de si (Dutra-Pereira, 2019). Com isso, reafirmamos que as narrativas são

resistências. São micropolíticas. São criações. São Invenções. São outros modos de dizer sobre si (Dutra-Pereira, Tinôco, 2023 & Dutra-Pereira, 2019). São escritas de si, narradas, vividas, experienciadas e, por isso, Passeggi, Souza e Vincentini (2011), afirmam que

[...] não se trata de encontrar [...] uma verdade preexistente ao ato de biografar, mas de estudar como os indivíduos dão forma à suas experiências e sentido ao que antes não tinha, como constroem a consciência histórica de si e de suas aprendizagens nos territórios que habitam e são por eles habitados, mediante o processos de biografização. (p. 371)

A pesquisa foi realizada com foco nas vivências curriculares contidas na escrita ensaística da narrativa autobiográfica (Larrosa, 2003, 2004) que pretende explorar as complexas interações entre a formação e as forças da academia, para com os corpos dissidentes *queer*, destacando como suas experiências pessoais e acadêmicas se entrelaçam em um espaço marcado por normas *cisheteronormativas*. A escrita da narrativa permite que essas experiências sejam apresentadas, capturando as nuances e complexidades que, muitas vezes, se perdem. Considerando isso, a partir da autobiografização, *escreveremos* sobre as experiências curriculares de gênero e de sexualidade, lançando interpretações a partir de diferentes teóricos/as.

Assim, através da narrativa escrita, aprofundaremos a compreensão sobre como essa estudante *queer* enfrenta e resiste às pressões normativas dentro do ambiente acadêmico. A escrita da narrativa apresentará as experiências individuais que, muitas vezes, se repetem em outros corpos *queers* que ousam cursar a Licenciatura em Química. Ao autobiografar sua vivência, a estudante traz à tona as intersecções entre gênero e sexualidade, e os currículos permitindo uma análise das estruturas educacionais. Com isso, podemos interpretar essas experiências para destacar a importância de um currículo inclusivo que reconheça e valorize a diversidade de corpos para proporcionar micropolíticas de resistência e resiliência.

Nessa perspectiva, este trabalho descreve a vivência curricular, a partir da narrativa autobiográfica de uma graduanda no curso de Licenciatura em Química, na UFPB, que de acordo com Santos e Torga (2020, p. 124), “a perspectiva individual de cada subjetividade sobre o mundo e suas relações com ele

passa a oportunizar à sua coletividade condições de enriquecimento intelectual e material”.

Esperamos que com as experiências compartilhadas seja possível analisar e discutir as questões *queer*, o currículo e como pensar ideias para aprimorar e incluir os debates sociais da comunidade LGBTTTQIAPNb+ dentro das disciplinas, do curso, do departamento, da universidade..., como sugere Deleuze e Guattari (2011). Com isso, queremos com este trabalho debater outras perspectivas sobre a importância do corpo *queer* no currículo do curso de Licenciatura em Química, quebrando a “neutralidade” - que de neutra sabemos que não tem nada -, para que não apenas os/as graduandos/as se sintam mais pertencentes em seu curso, mas também, que os/as docentes da instituição possam se sentir mais livres e aderir essas perspectivas, criando um ambiente educacional mais inclusivo e receptivo para os/as estudantes ‘*queermicos/as*’ que ingressam no curso.

Experiências curriculares de uma vida *queermica*

Ao entrarmos na universidade, é normal que pensemos que dentro dela as coisas sejam “diferentes”, por assim dizer, que seja um ambiente diversificado, inclusivo no qual você pode ser quem você é sem se preocupar com isso, mas logo percebemos que tudo isso é apenas uma grande utopia. Quando falamos dos cursos de ciências conhecidas como “exatas”, como o curso de Química, é normal as pessoas a tratarem como uma ciência completamente racional, na qual os profissionais da área são apenas vistos e avaliados pelo seu intelecto. Seus corpos e as vivências que eles carregam são completamente silenciados e apagados, tratados como algo indiferente para suas carreiras profissionais, mas sabemos que na realidade não funciona dessa maneira.

Devido a essa neutralidade, que tanto é enfatizada pela comunidade científica, ensaiadas pelo positivismo, grande parte dos/as docentes acabam preferindo evitar trabalhar em suas salas de aula e em suas pesquisas sobre as pautas LGBTTTQIAPNb+. No curso de licenciatura, é normal acharmos que nas disciplinas da área de educação essas questões seriam ao menos minimamente abordadas, mas durante meus dois anos de curso tive apenas um professor que implementou essas discussões nas ementas de suas disciplinas ministradas, o Professor Dr. Robson Guedes de Centro de Educação.

Se até os docentes de componentes curriculares de Educação não abordam essas temáticas, embora sejam completamente aplicáveis na prática da docência e nas ementas de suas disciplinas, imagina nas disciplinas técnicas da Química. Sabemos que em sala de aula enfrentaremos diversas situações envolvendo, por exemplo, a homofobia, e ainda assim preferem continuar excluindo essas discussões. Torna-se ainda mais difícil esperar essas iniciativas dos professores das disciplinas específicas de “exatas” que, normalmente, são consideradas muito conteudistas e não costumam abordar questões sociais.

Os/as discentes *queers* acabam involuntariamente aceitando o silenciamento de seus corpos e suas vozes e, de certa maneira, faz com que muitos/as/es estudantes na nossa Licenciatura em Química, não se sintam pertencentes dentro de seus cursos, tendo a necessidade de esconder quem são para se sentirem mais inclusos dentro do ambiente universitário. Isso contribui para que muitos não se enxerguem dentro de sua área profissional, pois não veem representatividade nos profissionais docentes da instituição, podendo até interferir na formação desses estudantes, contribuindo, assim, para a evasão dos/as alunos/as do curso de Licenciatura em Química.

Por consequência dos posicionamentos adotados pelos/as docentes, muitos/as/es acabam de certa maneira ajudando o apagamento das pautas LGBTQIAPN^b+ dentro da universidade, contribuindo para a falta de interesse dos/as discentes nos poucos projetos que trazem maior foco para a nossa comunidade e que ajudam a criar um espaço seguro no qual os/as estudantes possam se sentir confortáveis em usar sua voz para dar maior visibilidade para nossos corpos.

Quando entrei no Projeto de iniciação científica intitulado *CORPOS DISSIDENTES NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: uma cartografia queer de docentes que ensinam pesquisas publicam*, do Departamento de Química da UFPB, fiquei em choque quando soube que apenas eu e mais uma pessoa mostraram interesse na vaga, pois quando conversei com outros alunos da universidade, vejo vários/as falando que gostariam de ter a oportunidade de participar de projetos e de receber uma bolsa, mas quando surge a chance de pesquisar sobre a comunidade LGBTQIAPN^b+, acabam preferindo continuar sem projeto e perdendo essa oportunidade, apenas pelo fato da temática abordada ser relacionada às pessoas *queer*.

Além disso, vemos um afastamento dos/as alunos/as de Licenciatura em Química dos projetos de pesquisa e extensão na área de ensino. Muitos/as acabam preferindo se especializar nas áreas experimentais do curso, que acabam focando apenas nos níveis de conhecimentos e prática dos conteúdos apresentados pelos/as estudantes. Nesse sentido, quem são e como seus corpos estão presentes na sua formação, é completamente descartado para o desenvolvimento dessas pesquisas e dos seus processos de formação e criação da identidade desses futuros docentes.

Há um reforço do corpo homem, masculino, *cisheterocentrado*, enquanto as mulheres ainda assumem o papel de subserviência e, até mesmo, passam por processos de práticas machistas nas pesquisas realizadas nos laboratórios experimentais. Mas ainda há um pouco de suspiro, uma vez que o Departamento de Química, há um número razoável de mulheres cis - nenhum/a pessoa trans e/ou travesti - que estão conquistando seu espaço, muito embora com passos bem lentos. No entanto, para o corpo trans, travesti, viado, bicha, sapatão, há um silenciamento e sucessivas tentativas de nos apagar. Afinal, não é de hoje que nos rejeitam e nos colocam nos armários - sejam eles reais ou ficcionais.

De acordo com Fior e Almeida (2023, p. 22), “as experiências que ocorrem durante o percurso acadêmico dos estudantes parecem ter um peso maior no abandono quando se comparam às suas características pessoais”. Essa análise nos faz pensar em como esse silenciamento e apagamento dos corpos *queer* dissidentes dos/as discentes matriculados/as no curso, influenciam na decisão de se manter na licenciatura, transferir para o bacharelado ou em certos casos desistirem do curso, o que é algo que ocorre com uma considerável frequência.

Atualmente, os cursos de licenciaturas de ciências “exatas” e da natureza têm sofrido com um número considerável de evasão dos/as alunos/as. Especificamente, grande parte dos/as estudantes que entraram para o curso no período 2022.1, mesmo período que entrei na universidade, decidiram fazer a transferência ou desistiram da Licenciatura por não sentir um maior chamado e acolhimento para a área tanto pelas disciplinas quanto pelos/as professores/as de Química e Educação como um todo.

Por essa razão, é possível identificar que a maior parte dos/as discentes que decidem se manter no curso de Licenciatura demonstram certo desinteresse nas disciplinas curriculares da área de ensino. Além disso, não mostram vontade de participar de projetos e/ou pesquisas que envolvam docência. As

pautas voltadas para questões consideradas mais humanitárias que apresentam uma maior necessidade de aprofundar as lutas, sobretudo, pela comunidade LGBTQIAPNb+, para nossa existência, são inexistentes no currículo e nas práticas docentes, que têm a intenção de nos invisibilizar.

Esse silenciamento de nossos modos de viver à vida, e ainda insistir na produção dela, também ecoa na nossa atuação, quer seja nos estágios supervisionados no Ensino de Química, quer seja em nossa atuação profissional quando formados/as. Lidar, conhecer, valorizar, ampliar as diferenças, é necessário para que cada vez mais possamos reafirmar nossos corpos, além de disseminar que a ciência, o ensino, a escola, a universidade e os centros de pesquisas são produzidos por gente de todas as cores.

A nossa existência deve ser celebrada nos múltiplos espaços, pois não temos a certeza de que chegaremos em casa, dado os inúmeros casos de LGBTQIA+fobia no Brasil. A Química não pode se eximir de abrir espaços para as discussões de gênero e de sexualidade, sobretudo, quando os hormônios e as diferentes reações compõem os nossos corpos. Reafirmamos que os nossos corpos são laboratórios que estão acontecendo diferentes reações, então por que ainda insistem em negar as reações dos corpos *queers*?

Nossos posicionamentos, ideologias e experiências estão cada vez mais politizados, e isso também se aplica aos nossos corpos. Entender quem somos, onde nos posicionamos na comunidade acadêmica e LGBTQIAPNb+, como eles são apagados nesse processo, é crucial para analisarmos como trazer nossas vozes para dentro da universidade. Portanto, as vivências e bagagens que esses carregam podem ser aproveitadas em nossas pesquisas, estudos e futuras carreiras profissionais como docentes.

Escrever os currículos na Licenciatura em Química exige repensar as práticas pedagógicas que, historicamente, silenciaram ou invisibilizaram nossos corpos dissidentes. Essa tarefa não é apenas um gesto técnico ou metodológico, mas um compromisso ético e político com a construção de uma educação mais justa e plural. Os currículos, enquanto dispositivos de poder, muitas vezes, estabelecem fronteiras rígidas entre o que é considerado conhecimento válido e o que é relegado ao domínio do “não científico”. No entanto, nossos corpos *queer*, com nossas vivências e nossas resistências, desafiam-nos a repensar essas fronteiras e a incluir as experiências dissidentes como parte integrante do fazer científico.

Trazer as discussões sobre gênero e sexualidade para o contexto da Química não significa apenas incluir tópicos específicos em disciplinas ou organizar eventos pontuais sobre diversidade. Trata-se de questionar as próprias bases epistêmicas que sustentam o ensino de Química, reconhecendo que o conhecimento científico não é neutro, mas atravessado por valores, narrativas e disputas culturais. Os corpos dissidentes, ao performarem suas existências dentro de espaços acadêmicos *cisheteronormativos*, evidenciam que o currículo não é apenas uma sequência de conteúdos, mas também um campo de negociação de identidades e significados.

Os laboratórios, por exemplo, tradicionalmente vistos como espaços de objetividade e neutralidade, podem ser ressignificados como territórios de criação e de acolhimento. O que significa ensinar reações químicas quando os próprios corpos que aprendem são vistos como reações vivas e dinâmicas, em constante transformação? Como explorar os processos químicos não apenas como abstrações universais, mas como metáforas para compreender as complexidades das existências *queers*? Assim, ao *escrever sar* os currículos, criamos condições para que esses corpos possam se ver representados não apenas nos conteúdos, mas também nas epistemologias e práticas pedagógicas que moldam a formação em Química.

Além disso, ao narrar os corpos em dissidência na Química, emergem outras questões sobre a função social do ensino e da pesquisa científica. Qual papel a Química desempenha na legitimação ou contestação das normatividades que regulam as vidas *queers*? Como a linguagem científica pode ser transformada para acolher as múltiplas formas de expressão que caracterizam esses corpos? E, sobretudo, como podemos educar futuros/as docentes para que sejam agentes de transformação, comprometidos/as com a construção de ambientes escolares mais inclusivos?

Escrever sar os currículos é também um gesto de abertura para a incerteza e para o imprevisto. Ao narrar os silenciamentos e as resistências, damos espaço para que as nossas histórias de vida, as dores e as alegrias dos corpos dissidentes ressoem dentro das salas de aula e laboratórios. Esse movimento de abertura não é isento de riscos, pois desafiar as normas significa expor-se à crítica, à incompreensão e, muitas vezes, à violência simbólica. Contudo, é exatamente nesse espaço de risco que reside a potência da transformação, pois é ali que novos mundos podem ser imaginados e construídos.

Escreversando currículos e corpos com a queermica

A Química é movimento, transformação, um constante rearranjo de elementos que formam novos compostos e novas possibilidades. Ainda assim, o que vemos nos currículos acadêmicos é a tentativa de solidificar o que deveria ser fluido, de calar o que pulsa e insiste em existir. Este trabalho nos levou a atravessar as fronteiras rígidas de um ensino *cisheteronormativo*, desvelando as lacunas deixadas pelo apagamento das vivências *queers* no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Essas não são apenas pedagógicas, mas políticas, culturais e, acima de tudo, éticas.

A ausência de representatividade LGBTTQIAPNb+ nos espaços acadêmicos é um silenciamento que não pode mais ser tolerado. É necessário *escreversar* os currículos, reescrevendo as narrativas que moldam a Química e reposicionando o corpo bicha, o corpo sapatão, como centrais à experiência de ensinar e aprender. Esses corpos, que ousam ocupar os espaços universitários e desafiar as normas impostas, carregam consigo histórias de luta, resistência e reinvenção. São corpos que dançam com os átomos, que criam reações imprevisíveis e que, na potência de suas dissidências, ampliam os horizontes do que pode ser a ciência.

O percurso realizado neste trabalho revelou uma ausência que não pode mais ser ignorada: a falta de representatividade LGBTTQIAPNb+ no currículo da Licenciatura em Química, na UFPB, do *Campus* I. Essa ausência é um sintoma de estruturas acadêmicas que insistem em ignorar as vivências *queers* como parte legítima do processo de formação docente e da produção de conhecimento científico. No entanto, essa ausência também carrega uma potência: desafia-nos a pensar novos modos de habitar a universidade, a escola, os espaços de pesquisa e, sobretudo, o currículo.

O currículo precisa ser *queereducado*, ou seja, desviado de suas rotas normativas para acolher múltiplas formas de ser, estar e aprender. Isso implica em inserirmos narrativas *queers* nas disciplinas, permitindo que os estudantes vejam a si mesmos nos conteúdos que aprendem. É necessário pensar a Química como um campo vivo, em constante interação com as histórias e os corpos que a praticam. Para isso, as disciplinas precisam questionar suas próprias bases epistemológicas: por que priorizamos certas formas de conhecimento

em detrimento de outras? Que perspectivas estamos ignorando ao silenciar as vozes dissidentes?

Na Paraíba, onde a cultura é marcada pela pluralidade e pelas diferenças, é urgente que o ensino de Química reconheça nossas vivências como parte integrante da produção de conhecimento. A Química que move esses corpos não pode ser limitada a equações e teorias desconectadas da vida; ela precisa dialogar com a realidade de estudantes que enfrentam cotidianamente o preconceito, a violência e a exclusão. O que significa ensinar sobre ligações químicas quando as ligações humanas que sustentam nossos/as estudantes são negligenciados/as?

Como futuros docentes, os licenciandos em Química *queer* devem encontrar na universidade não apenas um espaço de formação, mas um lugar de pertencimento. Precisamos de professores/as que compreendam que a neutralidade é uma ilusão e que o Ensino de Química, como qualquer outro campo do conhecimento, está imerso em questões sociais e políticas. Um currículo que ignora isso perpetua as exclusões que já marcam nossa sociedade.

Futuros/as docentes *queers*, formados/as na Licenciatura em Química, precisam exercer suas profissões sem medo de represálias ou discriminações. Esses profissionais precisam estar equipados não apenas com o conhecimento técnico, mas também com a capacidade de criar ambientes inclusivos e acolhedores das diferenças, sobretudo, numa disciplina que as cores são vibrantes e bem-vindas. O impacto de um professor ou professora *queer* que se assume em sala de aula vai muito além do currículo oficial; é um gesto que legitima e empodera estudantes *queers* a também afirmarem seus corpos e modos de viver e reagir à vida.

Escrever sar os currículos é, portanto, um ato político, estético, poético e ético. É desafiar as hierarquias e as exclusões que estruturam a ciência e a educação, propondo um ensino que celebre as diferenças em vez de reprimi-las. Não se trata apenas de incluir conteúdos sobre diversidade, mas de repensar toda a lógica que organiza o conhecimento, as metodologias de ensino e as relações de poder na academia. Trata-se de afirmar que a Química, como qualquer outro campo do saber, é atravessada por corpos, histórias e subjetividades que não podem ser apagados.

Escreversar nos convida a desfazer e refazer os sentidos que damos ao currículo. *Escreversar* é assumir que a Química é um ato político, que cada tabela periódica, cada reação e cada molécula carrega consigo um mundo de significados. É afirmar que as identidades *queers* não são marginais, mas centrais à reinvenção de uma ciência que se pretende humana e relevante.

Na prática, isso significa criar disciplinas que abordem as relações entre ciência e sociedade, promovendo debates sobre como questões de gênero e de sexualidade impactam a produção e a aplicação do conhecimento químico. Significa também transformar os métodos de avaliação para que valorizem a diversidade de perspectivas e experiências dos/as estudantes. Acima de tudo, significa criar uma cultura acadêmica que não apenas tolere, mas celebre a presença *queer* nos espaços de ensino, pesquisa, extensão e gestão.

Se o corpo é um laboratório vivo de reações químicas, como podemos transformar a Química em uma ciência que não apenas observa e mede, mas também celebra a diferença? Como seria um currículo que, ao invés de ensinar sobre o mundo, ensinasse a criar mundos onde todos os corpos possam viver e florescer? Se a Química é a ciência das transformações, que reação em cadeia podemos iniciar quando escolhemos escutar e amplificar as vozes que foram silenciadas? Que mundos podemos criar quando deixamos que todos os corpos, em sua plenitude e potência, movam a ciência? Eis as pistas cartográficas que deixaremos para outrora.

Referências

- Bueno, B. O. (2002). O método autobiográfico e os estudos com histórias de vida de professores: a questão da subjetividade. *Revista Educação e Pesquisa*, 28(1).
- Butler, J. (2020). *Problemas de gênero: feminismo e subversão da identidade*. (20ª ed.) Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- Deleuze, G., & Guattari, F. (2011). *Mil platôs: capitalismo e esquizofrenia*. (Vol. I). (2ª ed.) Rio de Janeiro: Editora 34.
- Dutra-Pereira, F. K. (2019). *Aventuras do contar(se): narrativas da formação de professores de Química à distância*. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Natal.

Dutra-Pereira, F. K. (2022). Escreversar sobre o ensino de química em tempos de pandemia da Covid-19: abissalidades do ensino remoto e ensino híbrido. In: TAVARES, M. I., & MOURA, P. R. G. (Orgs.). *Estágio na licenciatura em química: reflexões em tempos de pandemia*. São Carlos: Pedro & João Editores.

Dutra-Pereira, F. K., & Tinôco, S. (2023). (Re)pensar a formação docente: narrativas auto[bi]ográficas dos/as professores/as de química campesinos/as. *Revista Brasileira de Pesquisa (Auto)Biográfica*, 8(1), 1-11.

Dutra-Pereira, F. K. (2023). Conversas complicadas no Ensino de Química: manifesto por um currículo [Marielle] “Franco”. *Revista Interinstitucional Artes de Educar*, 9(2).

Dutra-Pereira, F. K., Lima, R. S., & Tinôco, S. (2024). Corpos que lutam... Corpos que existem... Corpos que se inscrevem e escrevem na diferença, na educação, na ciência, nas *cartasplatôs* e nos *platôsantirracistas*... *Série-Estudos*, 29(1), 79-102.

Dutra-Pereira, F. K. (2024). “Atenção, tudo é perigoso, tudo é divino, maravilhoso”: Cartografia dos silêncios e das ausências no Ensino de Química no Brasil e os flertes com o neoconversadorismo. In *Anais do XXII - Encontro Nacional de Ensino de Química*, Belém, PA.

Faustino, G. A. A., Bernardes, C. A. C., Vargas, R. N., Silva, J. P., Ruela, B. A., Costa, F. R., Camargo, M. J. R. & Benite, A. M. C. (2024). Professores/as per(formando) gênero: corporeidades, hormônios e a Educação em Ciências/Química. *Química Nova*, 47(5).

Fior, C. A., & Almeida, L. S. (2023). Evasão nos cursos de Licenciatura: influência de variáveis pessoais e acadêmicas. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, 24(1).

Foucault, M. (2014). *Vigiar e punir: nascimento da prisão*. (42ª ed.). Petrópolis: Editora Vozes.

Foucault, M. (2020). *História da sexualidade 1: a vontade de saber*. (10ª ed.). São Paulo: Paz e Terra.

Guattari, F., & Rolnik, S. (1986). *Micropolítica: cartografias do desejo*. Rio de Janeiro: Vozes.

Guattari, F. (1992). *Caosmose*. Rio de Janeiro: Ed. 34.

Larrosa, J. (2003). O ensaio e a escrita acadêmica. *Educação & Realidade*, 28(2).

Larrosa, J. (2004). A Operação Ensaio: sobre o ensaiar e o ensaiar-se no pensamento, na escrita e na vida. *Educação & Realidade*, 29(1).

Martins, H. H. T. S. (2004). Metodologia qualitativa de pesquisa. *Revista Educação e Pesquisa*, 30(2).

Passeggi, M. C., Souza, E. C., & Vincentini, P. P. (2011). Entre a vida e a formação: Pesquisa (auto)biográfica, docência e profissionalização. *Educação em revista*, 34(2).

Pereira, J. R. N. (2020). *Escola do corpo: currículo e implicações de gênero e sexualidades na educação de corpos de bailarinos(as)*. 142f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB.

Rich, A. (2010). Heterossexualidade compulsória e existência lésbica. *Bagoas*, (5).

Santos, Y. A. B., & Torga, V. L. M. Autobiografia e (res)significação. (2020). *Bakhtiniana - Revista De Estudos Do Discurso*, 15(2).

Schienbinger, L. (2001). *O feminismo mudou a ciência?*. (Raul Fiker Trad.). Bauru, SP: EDUSC.

Xavier, A. M. (2019). Berro! Uma educação transviada em química. *Linhas Críticas*, 25.

DISEÑO DE UN INSTRUMENTO SOBRE NATURALEZA DE LA QUÍMICA: Articulando filosofía, historia y enseñanza de la química²⁸

Fredy Ramon Garay Garay²⁹
Letícia dos Santos Pereira³⁰

Introducción

La naturaleza del conocimiento químico es un campo de investigación poco explorado en la literatura (Garay, 2013). Aunque la filosofía de la química ha sentado las bases de un corpus teórico robusto, hablar de la Naturaleza de la Química (en adelante, NdQ) en las instituciones de formación de profesores sigue siendo una tarea ardua, porque, si bien, existe una definición dogmática arraigada en el discurso tanto de profesores como de científicos, su origen, significado y concepciones aún no son del todo claros y coherentes (Schummer, 2003). En este escenario, la historia y la filosofía de la química contribuyen en gran medida a comprender las particularidades de la química como ciencia y su imagen imbricada en contextos sociales, económicos, culturales y medioambientales, así como a disipar concepciones erróneas, ingenuas o incoherentes de la química como ciencia.

Las concepciones tergiversadas de la química no sólo impiden comprender la naturaleza única de esta ciencia desde una perspectiva filosófica e histórica, sino que también implican una imagen social distorsionada. En ella, se perpetúa lecturas sociohistóricas ingenuas o despectivas de esta ciencia, que

28 Este trabajo fue presentado parcialmente en la 5ª Conferencia Latinoamericana del *International History, Philosophy, and Science Teaching Group* (Garay & Pereira, 2022).

29 Profesor Asociado, Facultad de Educación. Universidad de Antioquia, Colombia.

30 Professora adjunta do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

repercuten en la forma en que la sociedad percibe el trabajo químico, así como, en algunos casos, la asignación presupuestal y de dotación de recursos para la investigación. Dichas tergiversaciones de la naturaleza de la química se manifiestan principalmente entre el público en general y los estudiantes de primaria y secundaria (Domenici & Chiocca, 2024; Rusek, Chytrý & Honskusová, 2019; Santos, Ribeiro & Ribeiro, 2015; Morris, 2006).

Aun cuando muchos trabajos discuten tales concepciones provenientes de estudiantes y del público en general, pocos proponen analizar las que hay sobre la naturaleza de la química que tienen estudiantes universitarios y profesores de química, desde perspectivas filosóficas o históricas. Existe una vasta literatura sobre las concepciones de los estudiantes de química en relación a la Naturaleza de la Ciencia (en adelante, NdC), de la que citamos, a continuación, algunos ejemplos. Oki & Moradillo (2008) discuten las concepciones de los estudiantes de química sobre la naturaleza de la ciencia y cómo la aproximación con la historia de la química puede contribuir a comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia. A su vez, Cortez & Kiouranis (2019) presentan cómo un plan de estudios guiado por la historia y la filosofía de la ciencia puede influir en las concepciones sobre la NdC de los profesores en formación. Asimismo, Lopes et al. (2007) y Camacho & Quintanilla (2009) discuten las opiniones presentadas por profesores de química de educación básica sobre la NdC, mientras que Mateos, García & Vilanova (2007) investigaron las opiniones de profesores universitarios. Estos trabajos presentan importantes aportes para la reformulación de los currículos de cursos de pregrado y acciones de educación continua, buscando formar profesores que comprendan cómo se produce el conocimiento científico y su relación con los contextos social y cultural. Sin embargo, no se enfocan en las especificidades del conocimiento químico ni de la química como ciencia, lo que ignora las particularidades epistemológicas, metodológicas e históricas de esta ciencia. Tampoco existen estudios que se hayan centrado específicamente en las concepciones sobre la naturaleza de la química de los profesores en formación (Freire & Amaral, 2021; Castro Pinto, 2017; Barbosa & Aires, 2023; Vesterinen & Aksela, 2009).

Antes de que iniciara el siglo XXI, era frecuente encontrar una única definición de química, que transitaba entre el discurso de los profesores y las instituciones de educación media y secundaria. Esta refería exclusivamente a la ciencia que estudia la materia y sus transformaciones (Sosa, 2015), que

ampliaba la definición a composición y estructura de la materia, así como a sus propiedades, tanto físicas como químicas, y sus transformaciones.

Adicionalmente, a comienzos de la década de los noventa, cuando se empiezan a establecer los cimientos de la naciente filosofía de la química (Garay, 2013), una de las primeras interrogantes que se hacen respecto a esta ciencia son sobre sus formas de significar. Esto es, se cuestionaba si realmente el objeto de estudio de la química es la materia y sus transformaciones, lo cual llevó a que se formularan nuevas definiciones. Por ejemplo, Spencer, Bodner & Richard (2000, p. 1) plantean que la química es “[...] la ciencia que estudia la composición, la estructura y las propiedades de las sustancias, y las reacciones, por las que una de estas se convierte en otra [...]”. Por otro lado, el filósofo de la química J. Schummer (1998) plantea que la química podría ser considerada como la ciencia relacional entre sustancias y especies cuasimoleculares.

Tontini (2004) no sólo advierte de esta nueva y creciente tendencia a cuestionar las definiciones y alcances de la ciencia química, sino que además observa los límites del conocimiento químico. Es decir, si bien se tiende a realizar ciertas generalizaciones en términos de los entramados teóricos de esta ciencia o tecnociencia en la línea de lo que plantea Chamizo (2009), Tontini nos recuerda que existen límites del conocimiento, tanto en lo epistémico cuanto en lo ontológico. En otras palabras, podemos predecir el resultado del más complejo sistema o mecanismo de reacción en la teoría. No obstante, quizá nos enfrentemos a los límites ontológicos de las sustancias o especies cuasimoleculares (Schummer, 1998). Es decir, no somos “dioses” o “adiestradores” de las sustancias, dado que las propiedades intrínsecas no son manipulables. Por ende, no reaccionarán según nuestras teorías o intenciones (Tontini, 2004).

Garay (2013) y Díaz Guevara et al. (2019) han abordado el tema de la naturaleza de la química y sus implicaciones para la enseñanza, focalizándose en la formación de profesores, pero abordando elementos propios de la naturaleza de las ciencias, como son las perspectivas histórica, cultural y filosófica (Garay, 2011). Proponen que, al no ser posible definir una ciencia o un único método para hacer ciencia por pluralismos epistémicos, ontológicos y metodológicos, entonces no existen criterios de demarcación o verdades absolutas. Por tanto, si se hace complejo definir ciencia, lo es aún más definir la naturaleza de la ciencia. Sin embargo, para fines prácticos de esta investigación y en una comprensión bastante somera de esta, además de que se ha investigado sobre

la formación de profesores, sería entenderla cómo la episteme de la ciencia, como forma de conocer, incluye los valores y supuestos inherentes al desarrollo del conocimiento científico (Lederman & Zeidler, 1987; Lederman, 1992; Lederman & Niess, 1997; Abd-El Kalick et al., 1998; Lederman et al., 2002; Lederman et al 2001).

En este sentido, entendiendo la importancia de las concepciones que tienen los profesores en formación sobre el conocimiento científico químico y su relación con la cultura y la sociedad, en este capítulo proponemos fundamentar los principios para el diseño de un instrumento que permita rastrear y caracterizar las concepciones sobre la naturaleza de la química (NdQ) de los estudiantes de licenciatura en química de Brasil y Colombia. La construcción del instrumento se basa en la metodología de diseño de investigación conocida como *design-based research* (DBR). Con base en la literatura para la construcción del instrumento, asumimos como principios fundantes la filosofía de la química y la historia social y cultural de la química, sobre los cuales se erigen los criterios de naturaleza de la química que constituyeron y orientaron la construcción del prototipo del instrumento de investigación sobre las concepciones de NdQ.

Metodología de diseño

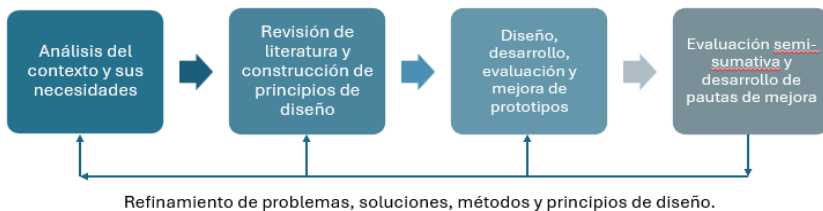
La metodología utilizada para la construcción del instrumento fue la DBR. Según Plomp (2013, p. 15), esta metodología se refiere al “estudio sistemático del diseño, desarrollo y evaluación de intervenciones educativas” que buscan resolver problemas educativos complejos, y ampliar recursos y conocimientos relacionados con el esbozo, desarrollo y características de estos productos educativos.

La metodología DBR, en la investigación en educación, parte de un problema o desafío del contexto educativo concreto, sobre el cual se propone actuar mediante la construcción de un producto didáctico o una intervención (Kneubil & Pietrocola, 2017; Plomp, 2013). En el presente caso, partimos de la necesidad de identificar la forma en que los estudiantes de pregrado, en licenciatura en química o en ciencias naturales, entienden la naturaleza de la química. A partir de la delimitación del problema, se apoya en la teoría, con el fin de buscar los principios teóricos que sustentarán la construcción de

productos educativos. Esto permite una articulación entre la teoría y la práctica educativa (Van der Akker, 1999). Para el caso en cuestión, buscamos, en la literatura sobre historia y filosofía de la química, los fundamentos que sustenten la construcción del instrumento, para que permita analizar los conceptos de los estudiantes de estas licenciaturas.

Plomp (2009) y Sepúlveda (2020) destacan que la metodología DBR se basa en procesos cíclicos, que incluyen tres pasos. El paso 1, investigación preliminar, identifica las necesidades del contexto de intervención, para lo que se busca apoyo en referentes teóricos para la construcción de principios. En el paso 2, construcción de prototipos, se desarrollan, validan, prueban y mejoran productos educativos. Finalmente, el paso 3, evaluación de la intervención, se analiza si el proceso en su conjunto, considerando las etapas anteriores, logró su objetivo y qué aspectos se pueden revisar o mejorar. La figura 1 representa los ciclos de investigación de diseño.

Figura 1. *Los ciclos de la metodología DBR (adaptado de Reeves, 2006, p. 59)*



Llevar a cabo los ciclos de investigación, creación de prototipos y evaluación requiere un tiempo razonable, necesario para probar los instrumentos, reevaluar y construir pautas de mejora más sólidas y consistentes. En este texto, presentamos el primer ciclo de esa metodología, explicando los principios de diseño y delineando un prototipo del instrumento. Como se mostró en la figura anterior, con cada ciclo aumenta el número de participantes en la intervención, lo cual es importante para una evaluación más confiable e identificación de limitaciones del producto didáctico. Además de esta dimensión cuantitativa, en nuestra propuesta pretendemos someter el instrumento sobre la naturaleza de la química, a dos contextos culturales diferentes, Brasil y Colombia, para

evaluar si el instrumento logra los objetivos propuestos y, de ser así, qué similitudes se pueden identificar en las concepciones de la naturaleza de la química de los profesores en formación de estos dos países.

Naturaleza de la Química: principios y criterios de diseño del instrumento

En aras de la consecución de nuestro objetivo de identificar y analizar las concepciones sobre la NdQ de los profesores de química en formación, formulamos dos principios de diseño. En primer lugar, está *la centralidad de la filosofía de la química para comprender la naturaleza de la química*. Como se defiende en la literatura, la filosofía de la química permite comprender los fundamentos de esta ciencia, avanzando en nuestro conocimiento sobre sus principios epistemológicos, sus objetos, representaciones y métodos, así como su relación con otros conocimientos de frontera. En este sentido, una concepción de la NdQ se sustenta en las concepciones sobre cómo la ciencia se relaciona con la sociedad y la cultura en la que se construye esta ciencia. Por tanto, los estudios sociológicos e históricos sobre la ciencia química son necesarios para comprender cómo el conocimiento químico transforma la realidad sociocultural y, al mismo tiempo, cómo se ve impactado por los cambios culturales, económicos, políticos y sociales a lo largo de la historia. Por ello, basándonos en la literatura sobre historia de la química, establecemos como segundo principio *la necesidad de comprender la relación entre la química y la realidad sociocultural en el marco de la perspectiva histórica*.

Para fines prácticos de este trabajo, se ha buscado abordar la naturaleza de la química desde cinco criterios científicos, que se derivan de los principios anteriores. Estos criterios son extrapolables y pueden ser usados para discutir las concepciones de la NdQ, no sólo en la formación de profesores de esta área, sino de la educación química en cualquier nivel. Estos cinco criterios, que buscan dar cuenta de la naturaleza científica de la química y que se fundamentan en los principios de la filosofía y la historia social y cultural de la química, son los siguientes: 1. Objeto de conocimiento, 2. Estructura conceptual, 3. Método, 4. Lenguaje y 5. Dimensión sociocultural. Tales criterios se han abordado en la formación de profesores, según se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. *Criterios para abordar la Naturaleza de la Química*

Criterio	Aproximación
Objeto de estudio	Busca aproximar al estudiante al objeto de estudio de la química, no desde la visión tradicional, sino desde la comprensión de que esta ciencia abarca el estudio de los materiales y las transformaciones de sus propiedades a partir de lo relacional, sistémico y condicional.
Estructura conceptual	Definir la química como una ciencia de teorías no es funcional, por la estructura misma del concepto. Por tanto, se asume la estructura conceptual de la química desde los modelos científicos y que cada teoría es una familia de modelos. Ello es coherente con los objetos de conocimiento de esta ciencia, para los cuales existen varios modelos, como por ejemplo, modelos atómicos, modelo ácido-base o, inclusive, la misma nomenclatura.
Método	En defensa de una autonomía de la química, se establece la imposibilidad de un reduccionismo metodológico. Por tanto, es posible asumir lo planteado por autores como I. Hacking (1990) y V. Talanquer (2009) respecto a que el método de la química está fundamentado en cuatro elementos principales: síntesis, análisis, transformación y modelado.
Lenguaje	La estructuración de un lenguaje propio, que además debe denotar universalidad, posibilita la existencia de una notación, simbología y significación estándar. Esto facilita la validación de científicos químicos en todo el mundo, lo que permite corroborar y reproducir los resultados de esta ciencia, que es en sí mismo un criterio de naturaleza científica.
Dimensión sociocultural	Entiende la química como una ciencia de frontera con otras ciencias, autónoma, con implicaciones significativas en la vida cotidiana, que construye sus objetos de investigación cosificando sus teorías en nuevos materiales, además de entenderlos como parte de la cultura humana (Nye, 2023; Morris, 2023). La química no es una actividad esencialmente beneficiosa o perjudicial para la humanidad, por lo que se adopta una postura crítica respecto de esta ciencia, entendiéndola como interdependiente de la estructura socioeconómica en la que se desarrolla (Bensaude-Vincent & Simon, 2012; Sánchez-Ron, 2010).

En términos de las fronteras que existen entre la filosofía de la química y la educación química, autores como Erduran (2005) argumentan sobre el papel que cumple el lenguaje de la química en la enseñanza de esta ciencia respecto a la consolidación de su autonomía, lo que resalta la imperante necesidad de hacer uso de un lenguaje químico notablemente diferenciado del lenguaje de la física.

Respecto a esto último, Erduran (2005) menciona que, ante las deficiencias derivadas del uso inadecuado del lenguaje químico en el aula, es necesario que los docentes construyan un discurso coherente que refleje un verdadero dominio de cada uno de los términos utilizados. Para ello, es fundamental reflexionar sobre las características del lenguaje químico, cómo se utiliza para

representar fenómenos, qué signos son utilizados para expresar el conocimiento químico y, finalmente, mediante qué medios se comparte el conocimiento químico. Uno de los obstáculos del lenguaje que es resaltado por Tontini (2004) refiere que los profesores de química no utilizan un lenguaje natural, sino un lenguaje propio de esta ciencia, lo que dificulta su comprensión por parte de los estudiantes cuando aún no han sido introducidos en ella.

La falta de correspondencia entre estos dos tipos de lenguaje se debe, en gran medida, al simbolismo utilizado para representar los conocimientos científicos (Erduran, 2005). En algunos casos, en un intento de aclarar en el aula los símbolos utilizados en la ciencia, los profesores recurren a demostraciones o modelos experimentales. Sin embargo, esta correlación crea una dependencia de la validación de los conceptos teóricos mediante la experimentación, que no siempre es posible o no se realiza adecuadamente.

Respecto al objeto de estudio de la química, Schummer (1998) precisa que esta es una ciencia relacional y de condiciones, que centra su quehacer sobre los materiales y su composición, así como en las transformaciones de las propiedades extrínsecas. Esta definición apoya los argumentos a favor de la autonomía de la química respecto a los reduccionismos (epistémicos, ontológicos y metodológicos), que se evidencian en los diferentes niveles de enseñanza de la química.

Entonces, es precisamente, en términos del reduccionismo, que los interrogantes se hacen más inquietantes respecto de la naturaleza de la ciencia, ya que, al asumir la existencia de una única ciencia, sólo debería existir un único método para hacerla. Sin embargo, en la apertura polisémica de NOS, se hizo evidente que es posible asumir la existencia de diferentes métodos como ciencias existan. Por tanto, es obligado reconocer el método para la producción de conocimiento científico químico, que, como menciona Talanquer (2009), obedece a cuatro momentos: analizar, sintetizar, transformar y modelar.

Finalmente, se reconoce la relación histórica entre la química y la transformación de la naturaleza y la práctica experimental, así como la importancia de las tecnologías producidas por la química, que han beneficiado muchas sociedades en diferentes contextos históricos y culturales, pero sin negar su relación con diversos problemas socioambientales a lo largo del desarrollo histórico de esta ciencia (Morris, 2023; Bensaude-Vincent & Simon, 2012; Zaterka & Mocellin, 2022; Bensaude-Vincent & Simon, 2012). Al mismo

tiempo, la historia muestra cómo la química mantiene su relativa autonomía a lo largo del tiempo, incluso compartiendo aspectos comunes con otras áreas del conocimiento científico. Como sostiene Chang (2017), la historia permite comprender cómo las características de la química ayudan a mantenerla como una disciplina científica socialmente relevante, autónoma y única.

Prototipo del instrumento

Existen diferentes instrumentos sobre naturaleza de las ciencias, como por ejemplo, lo que han propuesto Lederman (2002), Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS), Liang et al. (2006), Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI) o Nott & Wellington (2000) con *Questionnaire of Nature of Science Profile* (QNOSP). No obstante, para indagar las concepciones acerca de la naturaleza de la química, sólo se encuentran reportados el propuesto por Chamizo, Catillo & Pacheco (2012), que indaga sobre la naturaleza de la química en profesores y estudiantes de química, o el trabajo de grado de Garzón (2022), que buscó crear un instrumento con la perspectiva histórica y filosófica de la química, y su incidencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El instrumento diseñado, que será validado como prueba piloto con estudiantes de carreras de licenciatura en química y en ciencias naturales de universidades de Colombia y Brasil, tiene énfasis en Filosofía e Historia de la Química. Los criterios de análisis están sobre los cinco principios de la naturaleza científica: objeto de estudio (OB), método (MQ), lenguaje (LQ), estructura conceptual (EC), y dimensión sociocultural (SC). La escala utiliza los valores de: 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (ni de acuerdo ni en desacuerdo), 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo).

Tabla 2. Prototipo del instrumento para analizar concepciones sobre NdQ

Item	Criterio	1	2	3	4	5
La química es una ciencia, porque dice cómo es el mundo.	OB					
Los fenómenos químicos son observables.	OB					
El nivel micro explica los fenómenos del nivel macro.	EC					
La química es una ciencia de modelos teóricos.	EC					
Las teorías químicas se pueden explicar desde las teorías de la mecánica cuántica.	OB					
El método de la química es el método científico.	MQ					
La química se produce a partir de la síntesis, el análisis, modelos y transformación.	MQ					
El lenguaje de la química es universal y puede ser comprendido por cualquier químico.	LQ					
La química se basa en teorías.	EC					
Todos los objetos de la química son reales.	OB					
La química hace uso de entidades teóricas.	EC					
La química avanza en búsqueda de la verdad.	MQ					
Las fórmulas estructurales comunican información que, además, permite predecir el comportamiento de las moléculas.	LQ					
Las sustancias químicas son nocivas, aunque si son venidas de fuentes naturales, no causan problemas a la salud humana ni al ambiente.	SC					
La química trata apenas de la materia visible y sus propiedades.	OB					
La química tiene su propio lenguaje, formado por signos que indican la ocurrencia y las condiciones de una transformación química.	LQ					
El conocimiento químico es importante para solucionar los problemas ambientales.	SC					
La química permite la producción de nuevas tecnologías útiles para la vida cotidiana.	SC					
La química es responsable de la contaminación y problemas en la salud humana.	SC					
La química es una ciencia estrictamente experimental.	MQ					
Los intereses sociales y económicos interfieren en la investigación química y la producción de nuevos materiales.	SC					
Las teorías químicas permiten la producción de nuevos materiales y tecnologías, que a su vez pueden dar lugar a nuevas teorías.	SC					
Es posible describir/predecir una transformación química usando solamente signos químicos.	LQ					

Antes de utilizar el instrumento con estudiantes de pregrado de química, los principios de diseño y el instrumento serán validados por investigadores en el campo de la Enseñanza, Historia y Filosofía de la Química. Este paso es importante para evaluar las limitaciones, identificar brechas y mejorar las preguntas creadas. También, invitamos a los lectores de este trabajo a participar en la validación de nuestro instrumento completando el formulario disponible aquí.

Consideraciones finales y caminos futuros

En este trabajo, se presentaron las primeras etapas del diseño de un instrumento para mapear las concepciones sobre la naturaleza de la química de los estudiantes de licenciatura en química y ciencias naturales de Brasil y Colombia. El objetivo fue analizar cómo estos estudiantes comprenden los elementos básicos que caracterizan a la química como ciencia natural y la hacen ontológicamente autónoma. A partir de la aproximación a la literatura en torno de la Historia y Filosofía de la Química y sobre la base de la metodología DBR, fueron delineados cinco principios de diseño para la construcción del instrumento que resultó en el prototipo divulgado en el presente artículo.

Los próximos pasos de esta investigación incluyen las etapas de validación de los principios, criterios y prototipo del instrumento por parte de investigadores del campo de la Historia y Filosofía de la Química. Con base en los resultados de esta etapa, se pretende reevaluar los principios y opciones de mejora del instrumento. De esta manera, podría ser presentado a los egresados de la licenciatura en química y optimizado continuamente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo propuesto, que es la consecución de un instrumento NdQ que desdibuje la frontera entre la filosofía, la historia y la educación en química. Tampoco escapa al horizonte de acciones de esta investigación incluir otras enunciaciones en el cuestionario que dialoguen con las singularidades de la química en América Latina, como su relación con los saberes sobre la materia de los pueblos tradicionales y las contingencias de su institucionalización en los países de América del Sur, como Brasil y Colombia, donde la química estuvo vinculada al sector productivo y técnico desde el período colonial (Filgueiras, 2016; Matharan, 2016).

Finalmente, destacamos la importancia de esta investigación como un primer paso para el análisis de la formación de profesores de química en América Latina, a partir de los contextos brasileño y colombiano. Un análisis comparativo puede ayudar a reconocer aciertos y desafíos en la formación de profesores que son comunes y específicos a ambos países, además de permitir el intercambio de experiencias. Sin embargo, esta investigación puede servir como un primer paso hacia la integración entre investigadores interesados en las concepciones de los estudiantes latinoamericanos sobre la naturaleza de la química. Mejorar la formación de los profesores de química es un objetivo común para todos y creemos que colectivamente podemos avanzar.

Referencias bibliográficas

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417–436.

Barbosa, F. T. & Aires, J. (2023) Elementos para a constituição da Natureza da Química: percepções de professores-pesquisadores sobre os processos de construção do conhecimento químico. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 27(especial: 3º Congresso Internacional de História da Ciência no Ensino), 382-406. Recuperado en: <http://dx.doi.org/10.23925/2178-2911.2023v27espp382-406>

Bensaude-Vincent, B. & Simon, J. (2008). *Chemistry: The impure science*. London: Imperial College Press.

Camacho-González, J. & Quintanilla-Gatica, M. (2009). Concepciones de los profesores de química sobre naturaleza de la ciencia e historia de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 458-462.

Castro Pinto, G. A. (2017). Un estudio de las concepciones epistemológicas y didácticas en profesores universitarios de química. Tesis de Maestría en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional.

Chamizo, J. & Castillo, D. & Pacheco, I. (2012). La Naturaleza de la Química. *Educación Química*. 23, 298-304.

Chamizo, J. (2009). Filosofía de la química: I. Sobre el método y los modelos. *Educación Química*. 20, 6-11.

Chang, H. (2017). What history tells us about the distinct nature of chemistry. *Ambix*, 64(4), 360-374.

Cortez, J. M. & Kiouranis, N. M. M. (2019). Concepções de Natureza da Ciência de futuros Professores de Química: reflexões a partir de um Programa de Formação orientado para a História e Filosofia da Ciência. *Revista eletrônica de investigação en educación en ciencias*, 14(2), 45-63. Recuperado en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662019000200004

Díaz Guevara, C. A., Garay, F. R., Acosta Paz, J. D. & Aduriz Bravo, A. (2019). Los Modelos y la Modelización Científica y sus Aportes a la Enseñanza de la Periodicidad Química en la Formación Inicial del Profesorado. *Didacticae*, 5(2), 7-25.

Domenici, V. & Chiocca, G. (2024). Perception of Chemistry and Chemistry Education: a Case Study and Some Reflections. *Substantia*. Preprint. Recuperado de: <https://riviste.fupress.net/index.php/subs/article/view/2612>

Erduran, S. (2005). Beyond philosophical confusion: establishing the role of philosophy of chemistry in chemical education research. History, philosophy and science teaching conference, *Proceedings...* Leeds, 1 -23.

Filgueiras, C. A. L. (2015) *Origens da Química no Brasil*. Campinas: Editora da Unicamp.

Freire, M. S. & Amaral, E. M. R. (2021). Perfil conceitual de química: uma ferramenta heurística para a análise de concepções sobre química. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 20(2).

Garay, F. R. (2011). Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias: discusiones para los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Ciência & Educação*, 17(1), 51–62. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132011000100004>

Garay, F. R. (2013) La naturaleza del conocimiento químico en la educación en química. *Revista Chilena de Educación Científica*, 12(1), 17-21.

Garay, F. R., & Pereira, L. S. (2023). Diseño y validación de un instrumento sobre naturaleza de la química desde la perspectiva histórico-filosófica de la química. In *5ª Conferência Latinoamericana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group (IHPST-LA)*, Porto Alegre (Vol. 5, pp. 215-6).

Garzon, N. A. (2022). Diseño y validación de un instrumento que indaga sobre la incidencia de la historia y la filosofía de la química en las concepciones de enseñanza y aprendizaje de la química de profesores en formación inicial. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/18318>.

Hacking, I. (1990). *The taming of chance*. Cambridge University Press.

Kneubil, F. B. & Pietrocola, M. (2017). A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(2), 1.

Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

Lederman, N. & Niess, M. L. (1997). The nature of science: naturally? *School Science and Mathematics*, 97(1), 1-2.

Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. (2002). Views of Nature of Science questionnaire: towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.

Lederman, N., Schwartz, R., Abd-El-Khalick, F. & Bell, R. F. (2001). Preservice teachers' understanding and teaching of the nature of science: an intervention study. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 1(2), 135-160.

Lederman, N. & Zeidler, D. (1987), Science teachers' conceptions of the nature of science: do they really influence teaching behavior? *Science Education*, 71(5), 721-734.

Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M. & Ebenezer, J. (2006). Student understanding of science and scientific inquiry (SUSSI): Revision and further validation of an assessment instrument. En *Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST)*, San Francisco, CA (Vol. 122, pp. 1-38).

Lopes, C. V. M., Krüger, V. K., Del Pino, J. C. & de Souza, D. O. G. (2007). Concepções de professores de Química sobre a natureza do conhecimento científico. *Acta Scientiae*, 9(1), 3-16. Recuperado en: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/92/85>

Matharan, G. A. (2016). La constitución de la química como disciplina en Argentina, México y Colombia: un estudio comparado. *Educación química*, 27(1), 67-73.

Morris, P. J. (2023). Introduction. En: P. Morris (ed.), *A Cultural History of Chemistry in the Modern Age* (pp. 1-27). Bloomsbury Publishing.

Morris, P. J. (2006). Chemistry in the 21st century: Death or transformation? En: J. R. Bertomeu-Sánchez, D. T. Burns, & B. Van Tiggelen, (eds.), *Neighbours and Territories - The Evolving Identity of Chemistry*. Proceedings of the 6th International Conference of the History of Chemistry, Leuven. pp. 329-334.

Nott, M. & Wellington, J. (2000) A Programme for Developing Understanding of the Nature of Science in Teacher Education. En W. F. McComas (ed.), *The nature of*

science in science education: rationales and strategies (pp. 293-314). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Nye, M. J. (2023). Theory and Concepts: Stability and Transformation in Chemical Problems and Explanation 1914 to the Present. En P. Morris (ed.), *A Cultural History of Chemistry in the Modern Age*, 6 (pp. 29-49). Bloomsbury Publishing.

Oki, M. D. C. M. & Moradillo, E. F. D. (2008). O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. *Ciência & Educação (Bauru)*, 14, 67-88. Recuperado en: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/MVJ3vF8LZsVwm8dpqTcWjgt/abstract/?lang=pt>

Plomp, T. (2013). Educational design research: an introduction. En: T. Plomp & N. Nieveen (eds.), *Educational design research* (pp. 10-51.). Enschede, SLO.

Reeves, T. (2006). Design research from a technology perspective. En: J. V. D. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 52-66). New York: Routledge.

Rusek, M., Chytrý, V. & Honskusová, L. (2019). The Effect of Lower secondary Chemistry Education: Students' Understanding to the Nature of Chemistry and Their Attitudes. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 286-299.

Sanchez-Rón, J. M. (2010). *El poder de la ciencia: Historia social, política y económica de la ciencia (siglos XIX-XXI)*. 3ª edición. Madrid: Crítica.

Santos, A. D. S., Ribeiro, A. & Ribeiro, M. (2015). A imagem pública da Química apresentada nos artigos on-line da revista Ciência Hoje. *Exatas Online*, 6(1), 49-67.

Schummer, J. (1998). The Chemical Core of Chemistry I: A Conceptual Approach. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 4(2), 129-162.

Sepulveda, C. (2020). Perfil de adaptação e ensino de evolução: uma metodologia de uso de perfis conceituais no planejamento de ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(2), 56-79.

Sosa, P. (2015). El largo y sinuoso camino de la Química. *Educación química*, 26(4), 263-266. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.09.006>

Spencer, J. N., Bodner, G. M. y Richard, L. H. (2000). *Química. Estructura y Dinámica*. México: Compañía Editorial Continental.

Talanquer, Vicente. (2009). Química: ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos?. *Educación química*, 20(Supl. 1), 220-226. Recuperado en 21 de agosto de 2024, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000500003&lng=es&tlng=es.

Tontini, A. (2004). On the limits of chemical knowledge. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 10(1), 23-46.

Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. En Van den Akker, J. et al. (Org.) *The Design methodology and developmental research in education and training* (pp.1-14). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Vesterinen, V. M., & Aksela, M. (2009). A novel course of chemistry as a scientific discipline: How do prospective teachers perceive nature of chemistry through visits to research groups?. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(2), 132-141. Recuperado en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2009/rp/b908250f>

Zaterka, L.; & Mocellin, R. C. (2022). *Ensaio de História e Filosofia da Química*. São Paulo: Ideias & Letras.

ETNOQUÍMICA E DECOLONIALIDADE: o que os artesãos louceiros podem no ensino de Química?

*Quézia Raquel Ribeiro da Silva*³¹
*Francisco Ferreira Dantas Filho*³²

Introdução

Em se tratando dos conhecimentos químicos, que tipo de relações temos tecido? Estaria a Química confinada ao contexto acadêmico, distante das artes, das práticas cotidianas, das manifestações culturais dos povos? Empreender reflexões neste sentido nos encaminha a considerar aquilo que nos foi/é narrado sobre os sujeitos e contextos que produzem saberes químicos (Alves, Amaral & Simões Neto, 2022).

Em Alves, Amaral e Simões Neto (2022), reconhecemos que, nos currículos tradicionais, praticados na Educação Básica, não é incomum a projeção da Química enquanto empreendimento europeu, reservado a um seletor grupo de sujeitos, distante das práticas cotidianas e de vozes de não cientistas. Nesse sentido, enfatizamos que essas narrativas, sustentadas por muitos professores, obstaculizam a ocorrência de interações com outros territórios e sujeitos que desempenham cotidianamente práticas de natureza química, tendo em vista que observam, experimentam e promovem transformações na matéria.

É preciso assumir a possibilidade de inserirmos, nos debates educacionais, conhecimentos outros, populares, forjados além da Europa, nas práticas cotidianas localmente desenvolvidas. A promoção da sala de aula de Química

31 Professora substituta do departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba, Brasil.

32 Professor associado do departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba, Brasil.

enquanto espaço de contato entre distintas formas de conhecer, para além de se apresentar enquanto uma importante tentativa de tornar o ensino de Química menos asséptico e descontextualizado, também favorece aos estudantes o estabelecimento de leituras quanto ao mundo natural, o desenvolvimento de sensibilidade cultural e o resgate de saberes artísticos, culturais, afetivos e históricos (Gomes, 2024).

Adensado tal discussão, Santana, Silva e Mol (2021) enfatizam que a inserção dos saberes populares/tradicionais no ensino de Química deve se dar a partir do diálogo, em um constante exercício de tradução, o qual se fundamenta no reconhecimento de regiões de contato entre diferentes saberes, possibilitando suas coexistências no espaço escolar. É preciso assumir que não nos cabe sacralizar os saberes populares/tradicionais, condenando os conhecimentos científicos, tampouco impor a cultura científica enquanto única existente, submetendo o que é popularmente construído a um lugar de descrédito. Deve-se admitir o diálogo, entendendo o papel da escola enquanto articuladora de múltiplas culturas, orientando visões amplas acerca do mundo.

Em Gomes (2024), reconhecemos que a inserção de saberes populares/tradicionais nas salas de aula de Química exige reflexões epistêmicas e políticas que se fundamentam em três questões principais: o que se busca com essa inserção? As relações de poder existentes entre a Química e outras formas de conhecimento estão sendo fortalecidas ou questionadas? Como as questões políticas, éticas, históricas e socioculturais relativas à Química têm permeado as discussões tecidas em sala de aula?

Aproximando-nos dessas reflexões, enfatizamos a necessidade de que sejam realizados dois movimentos principais de modo a viabilizar a inserção de saberes populares/tradicionais em salas de aula de Química: (I) reconhecimento de outras formas de manipulação e transformação da matéria e; (II) tensionamento do conhecimento hegemônico e de seus mecanismos de silenciamento. Entendendo tal necessidade, aproximamo-nos dos conceitos de etnoquímica e decolonialidade, esforçando-nos na promoção de um diálogo entre essas perspectivas teóricas e em suas possibilidades para o ensino de Química.

Sustentada enquanto uma das múltiplas etno-X (D'olne Campos, 2009), a etnoquímica se origina na vinculação do termo “etno”, relativo às manifestações culturais e conhecimentos dos povos, e a Química, disciplina da academia.

Compreendemos, em uma aproximação com Francisco (2004) e Barros e Ramos (2014), que as buscas feitas com/através da etnoquímica visam perceber e comunicar as distintas formas pelas quais diferentes sujeitos, em seus contextos culturais, criam, acumulam e fortalecem práticas de natureza química, as quais atualizam observações e experimentações com a matéria, refletindo sua composição, propriedades, meios de manipulação e aplicações possíveis (Sutrisno, Wahyudiati & Louise, 2020).

É nessa possibilidade de admitir, conhecer, valorizar e mobilizar múltiplos sujeitos, suas identidades, conhecimentos e relações que estabelecem com seus territórios que se engendra a potência da etnoquímica e as relações possíveis com perspectivas decoloniais. Longe de ser esgotada em um autor, a virada decolonial (Maldonado-Torres, 2011) se apresenta enquanto movimento que enlaça diferentes autores e visões, as quais embora dissonantes em alguns pontos, atualizam uma importante narrativa: a existência de formas modernas de colonização e a necessidade de rompê-las a partir de perspectivas outras.

Conforme salienta Walsh (2008), a demarcação do eurocentrismo enquanto caminho único de conhecer, bem como a tomada da Europa como um marco científico e intelectual, projeta interdições quanto a outras racionalidades que fujam do ideal europeu. Nega-se a pluralidade de saberes, os quais passam a assumir posições marginais.

Há com/a partir da colonialidade do saber negativas quanto à diversidade epistêmica, ocorrendo uma pretensa desqualificação, em âmbito social, cognitivo e cultural, das qualidades presentes nos conhecimentos que estão para além do contexto científico. Em Walsh (2008), reconhecemos que essas formas de interdições se fortalecem no sistema educacional, tendo em vista que penetram nesses espaços e se regulamentam como legítimas estruturas de hierarquização e exclusão de conhecimentos.

Movidos por tais reflexões, buscamos encontrar práticas de natureza Química desenvolvidas por diferentes grupos nos territórios que habitamos. Tal processo nos possibilitou um encontro com a comunidade rural Chã da Pia, em Areia, Paraíba, território que abriga inúmeros artesãos louceiros, os quais desenvolvem atividades que se voltam a observação, experimentação e transformação da matéria.

A partir de tal encontro, definimos como questão norteadora de pesquisa: o que pode a modelagem de barro da comunidade Chã da Pia no ensino de Química? Dessa forma, objetivamos identificar as práticas de natureza Química existentes nas etapas seguidas pelos artesãos para a produção de louças de barro, dialogando-as com conhecimentos químicos presentes em salas de aula.

Metodologia

Em atenção às buscas empreendidas, aproximamo-nos da abordagem qualitativa, visto que os dados alcançados emergiram dos diálogos que foram estabelecidos com os artesãos de louças de barro, apresentando, portanto, natureza descritiva e não quantificável. Pesquisas com abordagem qualitativa não se vinculam a representações numéricas, dedicando-se ao entendimento profundo de fenômenos, grupos sociais, sujeitos, entre outros (Gil, 2018).

Considerando os objetivos estabelecidos, a pesquisa apresenta caráter exploratório. Segundo Gil (2018), uma pesquisa denominada exploratória tem como característica primordial a obtenção de conhecimento a respeito de determinado tema ou situação pouco explorados, levando o pesquisador a estabelecer maior familiaridade com o fenômeno em estudo.

Em consideração aos procedimentos, aproximamo-nos das pesquisas etnográficas, as quais são definidas por Gerhardt e Silveira (2009) como estudos de um grupo ou povo, associados de algum modo, evidenciando suas características, tradições, língua, religiões, entre outros aspectos. Caminhando nesse sentido, Oliveira (2007) destaca os estudos etnográficos como meio de compreensão do homem em seu contexto sociocultural, utilizando diferentes técnicas a fim de gerar entendimento quanto aos hábitos, valores, linguagem e comportamentos sociais próprios daquele grupo.

Estabelecemos enquanto cenário da pesquisa a comunidade Chã da Pia, localizada no município de Areia, estado da Paraíba, a qual concentra um grande número de louceiros. Ao longo deste estudo, contamos com a participação de 20 artesãos, residentes da comunidade Chã da Pia, que se encontram envolvidos em todas as etapas necessárias para a produção de peças em barro. Para alcançarmos o sigilo requerido, destacamos que os artesãos participantes

foram identificados por meio de códigos alfanuméricos A1, A2, ... A20, onde A refere-se ao termo “artesão”.

Com vistas a possibilitar a produção de dados, realizamos entrevistas semiestruturadas presenciais com os artesãos louceiros a respeito de suas produções artísticas (Guazi, 2021).

Tal pesquisa recorreu à análise textual discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiuzzi (2020), como estratégia metodológica de categorização e análise dos resultados alcançados. Partimos da organização dos dados textuais que compõem o *corpus* desta pesquisa, procedendo com a transcrição e a organização das entrevistas. Após tal processo, realizamos intensa leitura deste material de modo a procedermos com a etapa de fragmentação em unidades de sentidos. Priorizamos organizar os dados seguindo as etapas de produção dos artesãos, de modo a apresentarmos as práticas de natureza Química atualizadas em seus ofícios. Esse movimento de organização possibilitou a construção de um metatexto que se apresentaremos a seguir.

Resultados e discussão

No início de nossos diálogos, solicitamos aos participantes que nos contassem as etapas que seguem na elaboração de suas peças. A seguir, apresentaremos as narrativas alcançadas.

Depois que meu marido bota o barro [...] a gente tem que amassar o barro, tirar todas as pedras porque se deixar alguma quando vai para o forno, com a quentura, ela pipoca aí já danifica a peça [...]. Aí depois a gente vai e arma, faz um bolo e começa a armar, assim puxando com a mão e dando forma a peça. Depois disso [...] volta fazendo o acabamento. Aí depois do acabamento começo isso aqui de raspar. Depois da raspagem deixo secando, em casa mesmo. Depois disso a gente vai e leva para o forno. Aí no forno fica lá uma hora [...] uma hora e vinte minutos esquentando, não pode colocar o fogo de uma vez. Se esquentar de uma vez, começa a pipocar. Depois dessa uma hora e vinte aí pode arrochar fogo (A2, 2023).

Depois que eu cavo e pego o barro. Quando eu chego em casa quebro ele em pequenos pedaços, molha e fica sempre molhando para ver quando vai chegar ao ponto certo. Essa é a parte difícil, eu já botei barro a perder por

causa disso, água demais. Tem essa etapa de chegar no ponto, depois disso você traça ele, vai cortando e tirando as pedras [...] Ai começa a amassar ele [...]. Ai deixa num cantinho pra secar e quando tá no ponto certo é que queima (A17, 2023).

Em atenção as narrativas, reconhecemos que os processos desempenhados pelos artesãos de louças de barro de Chã da Pia atualizam as etapas observadas por Rocha, Suarez e Guimarães (2014) e Alves (2004), quais sejam: (I) coleta e transporte da matéria-prima; (II) constituição da pasta; (III) modelagem da peça; (IV) secagem e (V) queima. A primeira etapa, essencial para se obter os recursos naturais para a produção das peças em barro, demanda dos louceiros idas aos chamados barreiros, locais onde pode ser encontrado o barro de louça. Tais locais se distribuem em diferentes pontos dentro e fora da comunidade, sendo preferíveis territórios umedecidos. O processo de obtenção do barro demanda escavação, haja vista que as primeiras porções de solo apresentam muitos resíduos, o que exigiria um tratamento mais moroso para a obtenção da pasta. Esta etapa de escolha do barro foi narrada por A4.

O primeiro solo é jogado fora. É porque esse é a cabeça. Tem que tirar a cabeça. Às vezes só vai prestar o terceiro solo. Não é o primeiro solo que presta não, por isso tem que cavar (A4, 2023).

A escolha da matéria-prima adequada para a produção artística parte das experiências visuais e sensoriais quanto a sua qualidade. A rejeição em relação à primeira porção do solo (cabeça) demonstra que o critério de escolha adotado se fundamenta no menor índice de materiais indesejáveis, bem como daqueles que originam melhores ligas. Após recolhido, o barro é transportado para as residências e passa a receber os primeiros tratamentos.

Conforme excertos expostos, a quebra do barro é a primeira atividade necessária, realizada de modo braçal a partir de marretas, martelos e/ou enxadadas. O processo de quebra visa proporcionar melhor absorção da água, desempenhando importante papel na liga ou plasticidade da massa obtida.

Em atenção à narrativa de A17, compreendemos que, após a quebra, o artesão “*molha e fica sempre molhando para ver quando vai chegar ao ponto certo. Essa é a parte difícil, eu já botei barro a perder por causa disso, água demais*”. A expressão “*vai chegar ao ponto certo*” demonstra que existe limite para a adição

de água ao barro, tendo em vista que o que se busca é a obtenção de uma pasta, chamada de “bolão”, geralmente armazenada em sacos plásticos.

Nessa etapa, a plasticidade se configura como o aspecto mais relevante para o artesão, tendo em vista que ela afeta a qualidade das peças produzidas. Considerada como a propriedade que permite a deformação de um dado material a partir da aplicação de uma força externa e a manutenção do formato obtido quando está dada força for cessada, a plasticidade depende diretamente da quantidade de água adsorvida no material, o qual poderá se tornar mais ou menos maleável a depender das intenções de quem modela e de sua composição (Prado, 2011).

Ao se trabalhar com a argila e a ela se adicionar pequenas quantidades de água, estará o artesão atribuindo ao primeiro componente do sistema a função de disperso, enquanto ao segundo o de dispersante. Há entre os louceiros esforços para a produção de uma mistura minimamente heterogênea, na qual haja agregação entre as porções de matéria-prima, que podem apresentar cores diferentes dependendo da sua composição, embora ainda sejam necessários tratamentos adicionais para a pasta final. O ponto certo se dá quando a liga ou plasticidade do barro é atingida, sendo possível sua modelagem. O teste quanto ao ponto da mistura é feito a partir da manipulação de uma porção, onde se observa a maleabilidade e o teor de água.

Nesse sentido, interessa ainda destacar que, conforme narrativa dos louceiros, esta liga deve apresentar características que viabilizem a modelagem e queima das peças, não sendo interessante a obtenção de uma pasta de barro muito lisa.

Se o barro for muito liso também as peças, elas pipocam. Aí o que é que a gente faz quando tá assim é ir na estrada pegar areia, peneira a areia direitinho e aí mistura a areia dentro do barro pra ele ficar mais grossinho. Ele deixa de ser tão liso, porque ele não pode ser muito liso demais não (A16, 2023).

A narrativa sugere que, em alguns casos, há necessidade de adição de outros materiais à mistura obtida. Ao dialogar essa prática a outras pensadas na pesquisa de Alves (2004), reconhecemos que a areia é usada neste contexto como antiplástico, visando reduzir a plasticidade, reter parte da umidade da

pasta, melhorar o manejo e garantir melhor resistência das peças quando postas sob cocção. Apesar de ainda ocorrer, o uso dos antiplásticos é pontual, pois, em geral, os louceiros recolhem adequadamente o barro e adicionam a porção de água que melhor se adequa a suas artes.

No contexto do ensino de Química, a escolha da matéria-prima, bem como a preparação do barro a partir da quebra mecânica e adição de água podem fomentar discussões acerca de diversos conteúdos didáticos, tais como: homogeneidade de misturas, plasticidade, solubilidade, ligações químicas, processos físicos da matéria, composição submicroscópica e suas relações com propriedades macroscópicas, entre outros aspectos.

Percebida a liga da massa obtida, os louceiros seguem para outra etapa de tratamento, na qual se dedicam a amassar o barro (Figura 1). Conforme excertos, amassar significa “*tirar a pedra todinha que tiver, o processo dele tudinho é amassado na mão*” (A3, 2023) ou “*tirar todas as pedras porque se deixar alguma quando vai para o forno, com a quentura, ela pipoca aí já danifica a peça*” (A2, 2023), de modo que seja possível ao artesão modelar a peça e garantir maior resistência na etapa de queima. Ao amassar o barro novamente temos desenvolvida uma prática de natureza Química no que se refere à separação de diferentes materiais sólidos (pasta de barro e pedras) a partir do processo de catação, citado na narrativa de A2 (2023) “[...] *a gente tem que catar as pedras tudinho a mão, já pensou?*” e A16 (2023) “*no outro dia ele tá mole aí eu vou catar as pedras, os bagaços e fico amassando assim em uma tábu*”.

Figura 1. Artesãos amassam o barro a fim de retirar pedras e outros materiais indesejáveis



Fonte: Elaboração própria (2024).

Findados os tratamentos preliminares da pasta, os louceiros iniciam efetivamente a etapa de formação das peças, conhecida como armar e puxar. A execução desta etapa apresenta particularidades considerando a peça que se

deseja obter, contudo algumas similitudes ocorrem, como a formação do bolo de barro inicial (armar o bolo) e a execução de incisões com as pontas dos dedos no centro deste bolo (puxar a peça) para se obter paredes mais finas.

O movimento de mãos e dedos garante o formato desejado à peça, bem como assegura a simetria das bordas do objeto, chamada de “beijo”. Em alguns momentos, a modelagem é associada ao acordelado, em que o louceiro adiciona porções de barro, no formato de cordas compridas, sobre o beijo da peça inicial modelada, de modo a aumentar seu tamanho. Segue-se o movimento de mãos, sendo essas deslocadas até o fundo do recipiente visando realizar movimentos de arraste para distribuir a pasta até a borda. Nenhum louceiro da comunidade desenvolve a modelagem de peças em barro a partir do uso de tornos ou moldes (Figura 2).

Figura 2. Formação do corpo de uma peça em barro



Fonte: Elaboração própria (2024).

Nesta etapa de estruturação das peças, observamos a presença de diferentes instrumentos simples de origem vegetal ou reciclados. Geralmente, os louceiros utilizam pedaços secos de cabaça ou coité em formato similar a uma pá ou cuia rasa, servindo, principalmente, para arredondar peças. Tratamentos adicionais feitos nas superfícies foram narrados.

Para alisar a gente usa aspa, num tem aqueles barril antigo? Pronto, é aquele ferrinho que faz o barril. Pra grosar é um pedacinho de pendão de agave e pra alisar usa pedaço de pereiro. Na hora que tá fazendo usa couro de sapato ou de balinheira. Os xêxos (seixos) também usa, mas dá trabalho e tem que a peça tá no ponto certo, porque se tiver seca demais não tem como alisar que preste (A6, 2023).

Conforme excerto, a técnica de alisar ou grosar a superfície das peças consiste na passagem, em um primeiro momento, de um pedaço do caule das espécies vegetais agave ou pereiro. A parte superior das peças é alinhada a partir do uso de pedaços de couro visando aparar possíveis deformidades. Os artesãos buscam neste primeiro momento garantir uniformidade a todas as regiões da peça enquanto a pasta ainda se encontra maleável. Observamos ainda junto a alguns louceiros a raspagem da superfície por meio do uso de seixos, o que acarretaria um acabamento minuciosamente alisado. Tal etapa não é comum a todos, tampouco é realizada em todas as peças, ocorrendo à eleição daquelas que necessitam de tal tratamento. Aqueles que optam por seu uso finalizam a fase do alisamento com a passagem de uma sacola plástica, chamada pelos artesãos de bolsa, a fim de lustrar as peças.

Após a modelagem, os artesãos organizam suas produções em fileiras sob o solo, de modo a garantir a secagem. Segundo narrativas de A11 (2023) a secagem é feita “[...] *em casa mesmo porque o barro não pode levar vento*”. Ademais, conforme narrativa de A16 (2023), a secagem ocorre em casa, porque “*a gente deixa o barro secar naturalmente, não pode colocar no sol*”. Tais excertos demonstram que o processo de secagem demanda resguardo das peças, longe da ação de ventos fortes e raios solares diretos, de modo a viabilizar a saída da água da pasta modelada de maneira uniforme, sem deformações para a peça (Figura 3).

Figura 3. Organização das peças em barro para secagem



Fonte: Elaboração própria (2024).

De acordo com Alexandre, Rizzo e Garcia (2020), procede-se entre os louceiros de Chã da Pia a secagem natural, realizada, exclusivamente, por influência das condições climáticas, reconhecendo a importância desta etapa

de produção, os autores concordam com os louceiros quando afirmam que a ausência de cuidados, assim como o pouco tempo dedicado à secagem, pode acarretar fraturas, rachaduras e deformações nas peças, tendo em vista que a saída da água irá ocorrer de forma abrupta, não havendo acomodação satisfatória das partículas constituintes. Assim, as restrições narradas pelos louceiros se justificam de modo a manter a integridade das peças.

Dialogando esta prática de natureza Química a outras pensadas no contexto acadêmico/escolar, reconhecemos que, em termos termodinâmicos, esse processo de secagem, evitando o contato direto da peça com os raios solares, relaciona-se com três conceitos físico-químicos importantes: sistema, vizinhança e troca de energia. Em se tratando dos dois primeiros termos, reconhecemos em Atkins, Jones e Laverman (2018, p. 243) que é conveniente, para se entender as mudanças de energia ocorridas, dividir o mundo em duas partes: “a região de interesse [...] é chamada de sistema. Tudo o mais [...] é chamado de vizinhança. A vizinhança inclui a área onde são feitas as observações sobre a energia transferida para o sistema ou retirada do sistema. O sistema e a vizinhança formam o universo”. É salutar ainda ponderarmos a classificação dada aos sistemas, divididos em abertos, possibilitando trocas de matéria e energia com a vizinhança; fechados, onde permanece uma quantidade fixa de matéria, mas é possível trocas de energia e isolado onde não há trocas nem de matéria nem de energia.

Considerando o cenário da modelagem em barro, reconhecemos que o ambiente de descanso, bem como as peças que ali se fazem presentes formam um sistema, enquanto tudo que se coloca aos arredores deste espaço é chamado de vizinhança. A relação entre esses dois constitui o universo. Em geral, interessa que os espaços reservados a esta secagem se apresentem como sistemas abertos, permitindo trocas com a vizinhança. Tal imposição se dá pela necessidade existente de ocorrer trocas de energia na forma de calor de modo a possibilitar o endurecimento prévio da peça pela evaporação da água em sua estrutura (Atkins, Jones & Laverman, 2018).

É salutar destacar ainda que a etapa de secagem dura alguns dias, variando de acordo com as condições climáticas. Isso ocorre porque a água presente nas camadas externa e interna das peças cerâmicas evapora em momentos distintos. Externamente, a evaporação ocorre com rapidez, considerando as trocas de

energia ocorridas, enquanto nas estruturas internas a água passa pelo processo de migração por capilaridade até que possam atingir a superfície e evaporar.

Quando tal etapa é demasiadamente acelerada, pela exposição ao sol, por exemplo, não há uniformidade na evaporação da água, o que gera deformidades e maior probabilidade de quebras. Visualmente, os artesãos envolvidos com o barro determinam o fim do processo de secagem quando observam redução no tamanho das peças, dada à perda de água, e uma melhora na resistência mecânica (Prado, 2011).

O final da etapa de secagem sinaliza o início de outro processo crucial para a produção de louças de barro: a queima. Reconhecendo a relevância desta atividade nas artes desenvolvidas, buscamos explorar junto aos artesãos aspectos desta etapa, evidenciando, a seguir, algumas narrativas alcançadas:

Primeiro, a gente arruma os fogareiro. Depois, a gente bota as panelas e tem gente que cobre com caquinho de panela quebrada. Pra esquentar é 1 hora e meia. Tem que esperar esquentar, porque se botar fogo logo pipoca tudinho, porque o barro tá frio né? Aí tem esquentar direito, se tiver pote grande é quase 2 horas pra esquentar. Quando a gente faz o fogo bota uns pau mais grosso na boca do forno aí vai esquentando e esquentando, e a gente aí a gente vai vendo, o fogo vai baixando aí pode arrochar fogo. Eu uso pau de mameleiro, amorosa, unha de gato, só lenha seca, amorosa preta também. Usa uns pedacinhos bem fininho, outros maiores, eu gosto dos bem fininhos que fica bem sequinho que aí a gente arrocha lenha (A14, 2023).

A lenha no forno só pode ser fina, não pode ser grossa não. Porque nas finas o fogo é mais leve, nas grossas o fogaréu é muito grande e as panelas podem se quebrar. A gente queima de dia a partir das 10 horas, porque as panelas têm que levar logo um solzinho de manhã, tomar logo aquele esquentar antes de ir para o forno, porque se for botar elas frias demais aí quando vir a labareda de fogo aí é duas temperaturas a quente e a fria aí pode rachar. Tem que levar uma esquenturinha no sol (A16, 2023).

Em atenção às narrativas apresentadas, reconhecemos que diferentes aspectos são considerados pelos louceiros no contexto da queima, como, por exemplo, o tempo que deve ser dedicado ao aquecimento do forno, organização das peças, espessura, tipo e qualidade das espécies vegetais utilizadas como combustível e tempo de queima necessário. Durante os diálogos que

estabelecemos, visitamos os fornos dos artesãos (Figura 4), reconhecendo formatos arredondados e constituições similares, a partir de materiais localmente disponíveis, com forte presença do barro, sendo o diâmetro a única distinção encontrada entre eles. Tais fornos são pensados para a queima de um número elevado de peças (no mínimo 50), etapa que exige atenção, dada à necessidade de uma boa organização. Artefatos com maior massa são postos em baixo, mais próximo à caixa de fogo, seguidos por peças de menor tamanho.

A construção dos fornos se encontra basicamente dividida em dois compartimentos superpostos: na parte inferior, localiza-se o espaço para inserção de combustível para a queima, enquanto a região superior fica reservada para o depósito das peças cerâmicas, possível com a presença de estruturas que separam as duas câmaras. A região inferior do forno conta com dois orifícios diametralmente opostos, um voltado para a inserção de galhos e outro para a circulação de ar (Alves, 2004).

Figura 4. *Alguns fornos presentes na comunidade Chã da Pia*



Fonte: Elaboração própria (2024).

Quanto às espécies vegetais empregadas na queima, compreendemos haver escolhas similares entre os artesãos com destaque para a amorosa preta (agrupadas no gênero *Mimosa*), marmeleiro (gênero *Cydonia*) e unha-de-gato (gênero *Uncaria*). Pela disponibilidade na comunidade, as amorosas são as mais empregadas no processo de queima, embora haja certa predileção pelo marmeleiro entre alguns louceiros.

Adensando tais observações, um ponto de destaque dos excertos apresentados diz respeito à progressão da temperatura no processo de queima. Observamos a presença de narrativas similares a de A14 (2023) “*Tem que esperar esquentar porque se botar fogo logo pipoca tudinho [...]*”, demonstrando a

necessidade de se compreender os diferentes estágios pelos quais a louça de barro passa até atingir sua máxima resistência mecânica.

Desse modo, submeter as peças a altas temperaturas logo no início da cocção impediria a efetivação de transformações ocorridas em intervalos de temperatura distintos na estrutura da massa de barro, podendo acarretar em danificações para a peça (Guimarães, 2017 & Alves, 2004).

Em Guimarães (2017), compreendemos que, ao serem postos sob cocção, artefatos em barro passam por uma série de transformações físicas e químicas em suas estruturas, de modo que o produto final obtido apresente as características requeridas. O que se observa é que, quando submetidas a altas temperaturas (acima de 500 °C), peças em barro experimentam a fusão de alguns de seus constituintes, sobretudo dos diferentes óxidos, e sua posterior solidificação (advinda do resfriamento), formando fortes pontos de adesão nas camadas interiores. A progressão da temperatura fortalece esse movimento fusão-solidificação em outras regiões, garantindo, assim, uma rigidez cada vez maior.

Interessa ainda destacar os modos pelos quais os louceiros de Chã da Pia empreendem o controle térmico durante a combustão. Os excertos “*Quando a gente faz o fogo bota uns pau mais grosso na boca do forno aí vai esquentando e esquentando e a gente aí a gente vai vendo, o fogo vai baixando aí pode arrotar fogo*” (A14, 2023) e “*A lenha no forno só pode ser fina, não pode ser grossa não. Porque nas finas o fogo é mais leve, nas grossas o fogaréu é muito grande e as panelas podem se quebrar*” (A16, 2023) demonstram que o controle térmico necessário se dá pela escolha da madeira para a queima, havendo predileção por espécies mais finas. Tais narrativas evidenciam uma correlação entre a massa da lenha e a temperatura atingida no forno. Menores massas, menores temperaturas atingidas, ao passo em que maiores massas, altas temperaturas atingidas.

Tempo e temperatura são os maiores reguladores da etapa de queima, visto que se houver negligência com alguns desses acentua-se o risco de se obter peças “cruas”, excessivamente queimadas ou deformadas. Conforme as narrativas, o tempo médio de queima varia de acordo com o tamanho do forno e o número de peças submetidas a queima, indo de duas até quatro horas, sendo finalizado pelos artesãos quando se observa a ocorrência de uma intensa cor avermelhada nas louças, compreendida por Alves (2004) como sendo fruto de oxidações ocorridas. Essas peças finalizadas são designadas como “limpas”.

Conectando a etnoquímica visitada com a produzida no contexto acadêmico/escolar, entendemos que a combustão é, em sua natureza, um processo exotérmico, onde ocorre liberação de energia na forma de calor. Por apresentar características extensivas, compreendemos que a quantidade de calor liberada no contexto de uma combustão é diretamente proporcional a de matéria submetida a tal processo. Assim, ao escolher conscientemente madeiras com determinadas massas, os artesãos exercem um melhor controle térmico, assegurado a partir da adição progressiva dessas na caixa de fogo (Atkins, Jones & Laverman, 2018; Santos, et al., 2022).

Considerações finais

Ao longo desta pesquisa, passamos a perceber quais as práticas de natureza Química têm sido acionadas pelos louceiros quando implicados em suas artes. Desde a escolha do barro até a queima, notamos a ocorrência de distintos saberes que atualizam movimentos de observação, experimentação e transformação da matéria, evidenciando conhecimentos outros, construídos solidariamente a partir de processos que fogem ao contexto científico, em geral marginalizados por não se inserirem nesse território.

Os processos de catação realizados, bem como a constituição da pasta de modelagem por meio da adição de água, demonstram os conhecimentos dos artesãos em relação a processos de separação de materiais sólidos, assim como a constituição de misturas homogêneas. Associado a isso, a etapa de secagem e o resguardo das peças em relação às mudanças bruscas no ambiente onde repousam, demonstram saberes extremamente com relevância quanto ao tempo necessário para a ocorrência de uniforme evaporação da água nas diferentes camadas que compõem as peças em barro. Como atividade final realizada, a queima das peças em barro evidencia os mecanismos utilizados pelos louceiros para estabelecerem controle térmico do sistema, priorizando a combustão de madeiras com menor massa.

Observada a multiplicidade de saberes presentes nesse fazer artístico, reconhecemos inúmeras possibilidades de integração nas salas de aula de Química, proporcionando o desenvolvimento do pensamento químico a partir da desinibição de outras lógicas e modos de experimentar e transformar a matéria.

A urgência do diálogo reivindicado neste estudo se alinha a outras tantas pesquisas que buscam compreender as inventividades produzidas em países latino-americanos, valorizando-as e admitindo-as enquanto modos legítimos de ser, conhecer e atuar no mundo. Entendemos que o estabelecimento de discussões nesse sentido põem em movimento a necessidade de serem desenvolvidas, sobretudo, na América Latina, práticas educativas de resistência: (I) política e epistemológica, deslocando-se dos parâmetros assumidos no contexto científico quanto à existência de formas únicas e corretas de perceber e transformar a matéria, afirmando outros sujeitos e modos de fazer que escapam a essas regulações; e (II) territorial, considerando a relevância de saberes criados em territórios outros, como comunidades rurais, tensionando as relações de controle e de exclusão exercidas pelo conhecimento hegemônico.

Referências

Alexandre, J., Rizzo, I., & Garcia, F. (2020). *Caminhos de Barro: nossa história*. Editora UENF.

Alves, A. G. C. (2004). *Do “barro de loiça” à “loiça de barro”: caracterização etnopedológica de um artesanato camponês no agreste paraibano*. [Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos]. Repositório.

Alves, C. T. S., Amaral, E. M. R., & Simões Neto, J. E. (2022, setembro 27). Decolonialidade e Conteúdos Cordiais: Caminhos Possíveis Para Estabelecer Relações Entre Ensino de Ciências e Educação em Direitos Humanos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 22, 1-27. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/37601/31497>.

Atkins, P., Jones, L. & Laverman, L. (2020). *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente* (7ª ed). Bookman.

Barros, J. & Ramos, L. (2014). Perspectives in Etnochemistry. Em P. Gerdes (Ed.), *Explorations in Ethnomathematics and ethnoscience in Mozambique*. (95-102). Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Pedagogical University.

D’olne Campos, M. (2009). Etnociência, Etnografia e Saberes Locais. In Fantinato, M. (Ed.), *Etnomatemática: novos desafios teóricos e pedagógicos*. Editora da Universidade Federal Fluminense.

Francisco, Z. L. (2004). *O ensino de Química em Moçambique e os saberes culturais locais*. [Tese de doutorado, Universidade Católica de São Paulo]. Repositório.

- Gerhardt, T. E., & Silveira, D. T. (2009). *Métodos de Pesquisa*. Editora da UFRGS.
- Gil, A. C. (2018). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (6ª ed.). Atlas.
- Gomes, S. Q. (2024, dezembro 30). Inserção de Saberes Tradicionais no Ensino de Química: a necessária coerência teórica. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química*, 5(1), 1-23. <https://doi.org/10.56117/resbenq.2024.v5.e052417>.
- Guazi, T. S. (2021, dezembro 16). Diretrizes para o uso de entrevistas semiestruturadas em investigações científicas. *Revista Educação, Pesquisa e Inclusão*, 2, 1-20. <https://revista.ufr.br/rep/rep/article/view/e202114/pdf>.
- Guimarães, C. A. O. (2017). *Avaliação do ciclo de queima nas propriedades tecnológicas de cerâmica vermelha*. [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro]. Repositório.
- Maldonado-Torres, N. (2011, janeiro 11). Thinking through the decolonial turn: post-colonial interventions in theory, philosophy and critique - an introduction. *Transmodernity: Journal of Peripheral Cultural Production of the Luso-Hispanic World*, 1, 1-15. <https://doi.org/10.5070/T412011805>.
- Moraes, R., & Galiazzi, M. C. (2020). *Análise textual discursiva* (3ª ed.). Editora Unijuí.
- Oliveira, M. M. (2007). *Como fazer pesquisa qualitativa*. Petrópolis: Vozes.
- Prado, C. M. O. (2011). *Caracterização química e mineralógica das argilas utilizadas na produção de cerâmica vermelha no estado de Sergipe*. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Sergipe]. Repositório.
- Rocha, F. N., Suarez, P. A. Z. & Guimarães, E. (2014, junho 12). Argilas e suas Aplicações em Utensílios e Materiais Cerâmicos. *Revista Virtual de Química*, 6(4), 1105-1120. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20140070>.
- Santana, R. O., Silva, W. P., & Mol, G. S. (2021, novembro 30). Diálogo de saberes, trabalho de tradução e intercientificidade: intersecções possíveis no ensino de química. *Debates em Educação*, 13(2), 270-288. <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2021v13nEsp2p270-288>.
- Santos, T. B., Marques, A. S., Santos, A. T., Ferreira, C. N., Macedo, G. D., Lopes, E. L., Souza, H. L., Carmo, L. L., Leão, L. L., & Damé, P. R. V. (2022, Maio 20). Barro, Tempo e Paisagem: Fazeres cerâmicos ao sul do sul. *Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade*, 6(21), 119-139. <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/pixo/article/download/22298/14364/>.

Sutrisno, H., Wahyudiati, D., & Louise, I. S. Y. (2020). Ethnochemistry in the Chemistry Curriculum in Higher Education: Exploring Chemistry Learning Resources in Sasak Local Wisdom. *Universal Journal of Educational Research*, 8(12), 7833-7842. <https://www.hrpub.org/download/20201230/UJER72-19520690.pdf>.

Walsh, C. (2008, dezembro 12). Interculturalidad, plurinacionalidad y decolonialidad: las insurgencias político-epistémicas de refundar el Estado. *Tabula Rasa*, 9, 131-152. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39600909>.

POTENCIALIDADES DOS ESTUDOS DE CASO PARA UMA EDUCAÇÃO DECOLONIAL, INTERCULTURAL E CRÍTICA NA AMÉRICA LATINA: desdobramentos de uma narrativa

*Gabriel Inácio da Silva*³³
*Andrei Steveen Moreno-Rodríguez*³⁴
*Claudio Gabriel Lima Junior*³⁵

Introdução

A educação em Ciências, particularmente na América Latina, encontra-se enraizada em uma matriz colonial que, ao longo dos séculos, delineou os sistemas de ensino, os currículos e as práticas pedagógicas com base em heranças eurocêntricas. Essas heranças não se restringem às estruturas tangíveis, como arquitetura, organização e currículos, mas impregnam as próprias bases epistemológicas que sustentam o processo educacional. Trata-se de um legado profundamente enraizado, que privilegia a racionalidade científica ocidental a única forma legítima de conhecimento, enquanto subalterniza ou ignora os saberes locais, ancestrais e indígenas, frequentemente rotulados como primitivos ou supersticiosos.

Isso ocorre devido os países latino-americanos integrarem uma herança colonial que deixou como legado profundas desigualdades sociais e estruturais, evidenciadas, sobretudo, no campo educacional, em que a disparidade de acesso, formação e qualidade de ensino entre diferentes contextos é uma das maiores

33 Graduando em Licenciatura em Química pela Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

34 Professor Adjunto do departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

35 Professor Associado do Departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

barreiras. Como consequência, têm-se a configuração de um mecanismo de reprodução das desigualdades epistemológicas, ao invés de um espaço para a construção de uma pedagogia plural, inclusiva e emancipada (Aroha, 2022).

Nesse sentido, Ferreira e Pita (2020) escrevem que essa situação se perpetua, em parte, pela falta de formação que prepara os professores para desafiar essa perspectiva hegemônica e introduzir uma visão mais crítica e contextualizada do conhecimento científico. Sem acesso a estudos que incentivam uma postura crítica e decolonial, muitos docentes permanecem presos em currículos que ignoram as pluralidades culturais e sociais.

Entendemos que a abordagem decolonial refere-se a um esforço crítico para desafiar e superar as estruturas coloniais de poder, incluindo a educação. Em outras palavras, busca desestabilizar o eurocentrismo ao acolher epistemologias que valorizam os conhecimentos locais, originários e afrodescendentes (Oliveira & Lucini, 2021). No campo educacional, isso implica (re)formular os currículos e as práticas pedagógicas. É nesse contexto que se inserem os Estudos de Caso, uma metodologia baseada na resolução de problemas, que transcende a mera transmissão de conteúdo, oferecendo uma abordagem dialógica e contextualizada, capaz de conectar o conhecimento científico às vivências concretas dos estudantes (Sá, Queiroz, 2010, Queiroz, Cabral, 2016 & Queiroz; Sacchi, 2020).

Os estudos de caso têm potencial para fomentar uma educação crítica e emancipatória, pois colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, desafiando-o a analisar situações complexas e propor soluções fundamentadas. No contexto decolonial, essa estratégia pode possibilitar a integração de saberes locais, permitindo que os estudantes reconheçam e valorizem suas experiências e culturas. Consequentemente, torna-se uma ferramenta pedagógica, epistemológica e política, que pode desestabilizar as imposições da colonialidade.

Com esse desafio, este trabalho, de caráter exploratório, analisa a proposta de estudo de caso, intitulada *Trilhando o Caminho Verde: conflito entre o garimpo ilegal e a proteção ambiental*. Tal proposta tem como objetivo de aprendizagem buscar alternativa de solução para o problema descrito na narrativa, além de produzir reflexões críticas sobre as dinâmicas da colonialidade que permeiam as relações entre ciência, sociedade e meio ambiente. De igual maneira, a proposta oferece aos professores de Química uma oportunidade de questionar e desconstruir ideias impostas pelo eurocentrismo na América Latina.

Desafios e potencialidades de uma educação decolonial no ensino de Química

No Brasil, a educação traz consigo as marcas profundas do colonialismo-europeu, em que, nos períodos colonial e imperial, o domínio da cultura europeia foi imposto aos povos originários, com a intenção de suprimir e subordinar as tradições e conhecimentos locais. Esse processo foi caracterizado pela tentativa de preservação da conjuntura das monarquias europeias, que estruturaram suas sociedades com fortes divisões entre a aristocracia e as classes populares e replicaram esses padrões no Brasil e nos demais países da América Latina (Santos & Segadilha, 2024).

No México, por exemplo, a imposição cultural promovida pela colonização espanhola, gerou uma forte desvalorização das línguas e dos saberes indígenas, como das civilizações maia e zapoteca, deixando marcas profundas na educação. Embora o país tenha reconhecido oficialmente a diversidade cultural por meio de legislações como a Lei Geral de Direitos Linguísticos dos Povos Indígenas (2003), segundo Baptista e López-Gopar (2019), a prática educacional, frequentemente, prioriza o espanhol e os paradigmas eurocêntricos, em detrimento das epistemologias originárias.

Essa hegemonia linguística e cultural não apenas compromete a preservação das identidades indígenas, mas também reforça uma lógica assimilacionista que exclui epistemologias não ocidentais do campo de produção de conhecimento. O resultado disso é a perpetuação de um sistema educacional que negligencia as cosmologias originárias e mantém uma visão monolítica e hierárquica do saber.

De forma semelhante, na Argentina, a colonização desarticulou sua forma de organização social e seus saberes ancestrais, atualizando-os por estruturas político-culturais alinhadas aos interesses da metrópole, gerando uma estrutura educacional profundamente enraizada em valores coloniais que invisibilizam as contribuições históricas e culturais dos povos originários e afrodescendentes (Belmonte, Borsani & Sartino, 2023). Durante o período pós-independência, a construção de uma identidade nacional centrada em Buenos Aires consolidou uma narrativa que celebrava a herança europeia e relegava as culturas dos mapuches e dos guaranis à marginalidade (Tonial, Maheirie & Garcia, 2017).

Diante dessas heranças coloniais dos diferentes países da América Latina e que estão enraizadas nos seus sistemas educacionais, é urgente refletir sobre maneiras de romper com os paradigmas eurocêntricos que ainda permeiam as práticas pedagógicas e as estruturas de ensino, haja vista que esta imposição histórica de valores e epistemologias coloniais é comprovada na marginalização de conhecimentos ancestrais, tanto de povos originários quanto afrodescendentes, o que reforça uma lógica de exclusão e desvalorização dessas culturas.

No caso específico do conhecimento químico, é válido destacar que mesmo que as culturas originárias no continente tenham produzido conhecimentos empíricos relacionados com o comportamento da matéria e com o domínio de suas transformações (Chamizo, 2004), ao igual que outras culturas na Ásia e na África (Silva & Pinheiro, 2018, Amauro & Silva, 2021), os europeus atribuíram a si mesmos a criação da Química como Ciência. Essa situação é extensível a outras disciplinas, como a Física e a Biologia. Nessa perspectiva, podemos afirmar que o conhecimento científico, como o conhecemos hoje, é uma construção humana que se constitui a partir das contribuições de diferentes civilizações ao longo da história, em todos os cantos do planeta, e não uma construção propriamente europeia.

Por exemplo, conforme relatado por Chamizo (2004), há cerca de 5.000 anos (período pré-hispânico), as culturas originárias que habitavam a Mesoamérica e a região Andina, já haviam desenvolvido conhecimentos ligados ao que hoje conhecemos como Química, por exemplo: a) tinham domesticado o milho e o feijão; b) desenvolveram métodos avançados de agricultura; c) conheciam diversidade de plantas medicinais; d) desenvolveram técnicas para embalsamar; e) dominaram técnicas de redução mineral, assim como de liga e fusão de metais; f) fabricavam corantes; g) produziam materiais como papel e borracha (látex).

Da mesma maneira, de acordo com Chamizo (2004), a exploração dos recursos naturais pelos colonizadores europeus gerou uma necessidade premente de estudar mais a fundo materiais de relevância econômica como os metais preciosos. Assim, no período colonial, a busca por esses materiais na América se tornou o elemento central da narrativa da Química e, nela, os conhecimentos das culturas nativas desenvolveram um papel fundamental.

No caso específico do Brasil, a formação superior em Ciências teve início após a chegada da corte portuguesa, que fugia da invasão napoleônica em Portugal (Lima, 2013). Antes disso, os filhos dos burgueses precisavam viajar a Portugal para cursar o ensino superior.

Assim, o estudo da Química começou a ser implementado pelos europeus no Brasil Colonial para suprir a necessidade de profissionais com conhecimentos técnicos na área. Logo, os conhecimentos químicos, na época, eram de domínio de uma elite enraizada em uma cultura eurocêntrica e brancocêntrica.

Nessa perspectiva, a Química foi se constituindo como um campo do conhecimento tecnicista, positivista e mercantilista. Consequentemente, o ensino da disciplina, assim como de outras ciências, enfatizou a memorização, a reprodução de conceitos científicos e a matematização dos fenômenos naturais. De acordo com Leite, Zanon e Jungbeck (2015), esse processo gerou o entendimento dos conceitos científicos desde um viés puramente lógico/matemático, sem a compreensão submicroscópica e/ou macroscópica dos fenômenos. Nessa lógica positivista, não houve espaço para escutar as contribuições de outras epistemologias, filosofias ou cosmovisões para além da ocidental.

Nesse sentido, surgem as seguintes perguntas: Como integrar os saberes tradicionais e os conhecimentos produzidos pelos povos originários e afrodescendentes às práticas pedagógicas sem reproduzir uma lógica de exotismo ou subalternização? Quais estratégias podem ser utilizadas para superar o epistemicídio e promover uma coexistência de saberes e epistemologias?

Esses questionamentos, de fato, não possuem respostas definitivas ou simplistas, uma vez que se tratam de processos históricos e sociais profundamente complexos, ou, pelo menos, não podem ser respondidos sem que haja, no mínimo, uma conscientização dos tipos de colonialidade que influem os paradigmas educacionais atuais (Quadro 1). Sem essa consciência, torna-se impossível reconhecer as raízes coloniais presentes nas práticas pedagógicas e estruturas de ensino, dificultando o rompimento eficaz com as imposições e exclusões herdadas da modernidade colonial.

Quadro 1. *Alguns tipos de colonialidade*

Colonialidade do Poder	Quijano (2005) propõe esta categoria central das análises decoloniais na busca de explicar como, após os processos formais de independência das colônias, as relações de poder, baseadas na exploração e subordinação, não desapareceram, mas se reconfiguraram e se perpetuaram. Reconfigurações estas que, embora formalmente descolonizadas, continuam a operar de maneira desigual, estabelecendo uma posição entre o “Centro” (as potências coloniais e suas esferas de influência) e a “Periferia” (os países ou povos anteriormente colonizados) (Maia; Farias, 2020).
Colonialidade do Saber	Reis (2022) descreve este tipo de colonialidade como a instauração da racionalidade europeia como a única forma válida e verdadeira de produção de conhecimentos, enquanto outras formas de pensamento dos povos colonizados foram tidas como primitivas ou supersticiosas.
Colonialidade do Ser	Refere às formas de imposição e dominação que vão além das dimensões materiais, políticas ou econômicas do colonialismo clássico, incidindo sobre a própria existência e subjetividade dos povos colonizados. Tal processo desestrutura as cosmovisões, as identidades e os modos de vida dos povos colonizados, ao impor uma visão de mundo que nega a legitimidade e a humanidade plena de sujeitos considerados “outros” (Rios-Martins, 2023).

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Com a caracterização/nomeação das estruturas de colonialidade, e a compreensão de suas manifestações nas esferas do poder, do saber e do ser, abre-se uma janela crítica para a ação transformadora: a implementação de uma decolonialidade genuína nas práticas educacionais. A partir da definição desses conceitos, é possível não apenas diagnosticar os elementos educacionais que ainda perpetuam as insígnias do colonialismo, mas também, de maneira deliberada e estratégica, promover uma mudança estrutural que reverberará por gerações.

Caracterizando os estudos de caso na perspectiva decolonial

A metodologia dos estudos de caso configura-se como uma ramificação da didática baseada na resolução de problemas, frequentemente referida como *Problem Based Learning* (PBL). Sua gênese se encontra na Universidade de McMaster, no Canadá, no contexto das Ciências da Saúde, em que o estudante é imerso em um dilema prático, descrito como um caso clínico, o qual

demanda não apenas um diagnóstico, mas uma proposta de intervenção ou tratamento, conforme delineado pela narrativa do problema (Queiroz, 2020).

No que se refere ao ensino da Química, autores como Sá e Queiroz (2010), Queiroz e Cabral (2016), Queiroz e Sacchi (2020), têm se dedicado à elaboração de casos, à sua implementação e à pesquisa acerca dessa metodologia no ensino de Ciências/Química. A essência de sua aplicação permanece fiel às raízes originais: o educador oferece aos discentes uma narrativa, geralmente, derivada de fontes como artigos acadêmicos, reportagens jornalísticas e afins, na qual se apresenta um problema que incide diretamente sobre a realidade cotidiana, que, devido à sua pertinência, exige uma análise minuciosa e uma solução que se fundamente tanto na abstração teórica quanto na aplicabilidade prática, estabelecendo uma relação indissociável entre o conhecimento científico e os desafios da vida real.

Quanto à estrutura do estudo de caso, Sá (2010) descreve que esses podem ser classificados em três tipos diferentes, com base na clareza e na definição do problema central da narrativa.

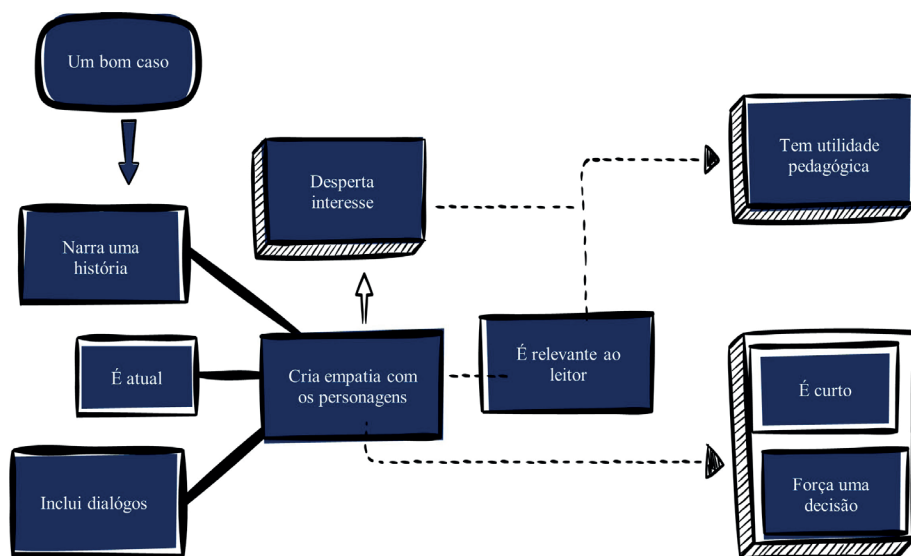
- A. Estruturado, quando os estudantes se deparam com diversas alternativas de resolução, ficando incumbidos de analisá-las cuidadosamente e selecionar a solução mais viável;
- B. Mal-estruturado, em que falta de um direcionamento, cabendo aos estudantes a responsabilidade de identificar o problema a ser investigado e explorar as possíveis alternativas para solucioná-lo;
- C. Múltiplos problemas, na qual há necessidade de resolver uma série de problemas interligados, com o problema principal se desdobrando em questões secundárias que também precisam de soluções.

Acerca disso, Herreid (1998) descreve dez fatores que caracterizam um caso como adequado, descrito na Figura 1. Nesse sentido, segundo o arcabouço normativo proposto por Kortland para a tomada de decisão, a resolução de um caso exige a consideração de uma sequência de processos intrincados.

Primeiramente, deve-se compreender a elucidação do problema, determinando, de forma precisa, a natureza do dilema em questão. Em sequência, procede-se à formulação de critérios que englobam uma investigação aprofundada das propriedades e nuances, caracterizando o problema a ser abordado. Em seguida, o julgamento de valor, que consiste numa avaliação criteriosa da

gravidade do problema, ponderando suas implicações e sua significância dentro do contexto em que se insere (Cancela, 2023).

Figura 1. Indicadores de um bom caso



Fonte: Adaptada de Herreid (1998).

Diante disso, é possível afirmar que a incorporação dos estudos de caso transcende a mera instrução técnica e instrumental: torna-se um valioso agente para a formação de uma consciência crítica tanto no educador quanto no educando, uma vez que, ao se apropriar dessa metodologia e implementá-la no ambiente escolar, o professor não apenas promove a resolução de problemas, mas também incita uma reflexão profunda sobre as estruturas sociais e culturais que condicionam a realidade dos estudantes.

Sob a lente da interculturalidade, tal abordagem pode permitir que o aluno se envolva em um processo dialógico, em que múltiplas epistemologias, frequentemente relegadas à margem, encontram espaço legítimo de expressão. Essa interação entre saberes diversos fomenta a capacidade dos discentes de não apenas compreenderem, mas transformarem ativamente suas circunstâncias, rompendo com a passividade imposta por currículos hegemônicos e eurocentrados (Oliveira, Pinheiro & Simões, 2023). Desse modo, o professor, ao dominar e aplicar essa metodologia, habilita-se a cultivar uma prática

emancipatória que empodera o aluno como agente de mudança, capaz de (re) interpretar e (re)significar a sua inserção no mundo com base em uma perspectiva crítica e pluralista.

Além disso, quando se olha para uma perspectiva decolonial, considerando que essa metodologia exige do professor não apenas o domínio do conteúdo, mas também a habilidade de mediar discussões, integrar saberes diversos e construir narrativas que desafiem as perspectivas hegemônicas, a não execução dela em espaços (formais ou não-formais) educacionais contribuem para perpetuação de modelos instrucionais eurocentrados que ignoram as potencialidades transformadoras de um ensino fundamentado na interculturalidade, especialmente no ensino de Ciências/Química.

Desdobramentos de uma narrativa de estudo de caso na perspectiva decolonial

Com base nas ideias discutidas anteriormente, foi elaborado um estudo de caso intitulado *Trilhando o Caminho Verde: conflito entre o garimpo ilegal e a proteção ambiental*, que explora, de maneira crítica, as múltiplas facetas das dinâmicas de colonialidade no contexto da atividade mineradora em terras indígenas. Situado na tensão entre interesses econômicos e a preservação dos direitos socioambientais, o estudo de caso apresenta uma narrativa em que os personagens Carlos, engenheiro químico e consultor ambiental, e Luiza, representante governamental, enfrentam o desafio de mitigar devastadoras consequências do garimpo ilegal na reserva dos Wajãpi, abordando os impactos químicos e ecológicos, como a contaminação por mercúrio e cianeto, assim como os desdobramentos sociais, os conflitos relacionados com o território e a ameaça às comunidades locais.

Quadro 2. *Narrativa do estudo de caso****Trilhando o Caminho Verde: conflito entre o garimpo ilegal e a proteção ambiental***

Recentemente, houveram discussões, por parte da bancada ruralista no Congresso, sobre a possível legalização do garimpo dentro de reservas extrativistas, como forma de gerar empregos e estimular o desenvolvimento econômico na região. No entanto, essa proposta levanta preocupações sobre os impactos ambientais e sociais da atividade mineradora. Os Wajãpi, por exemplo, já têm experimentado os efeitos prejudiciais do garimpo ilegal em suas terras, especificamente na contaminação de rios com mercúrio, utilizada no processo de eliminação do ouro, e no desmatamento causado pela atividade de destruição da biodiversidade local, ameaçando espécies de plantas e de animais que são essenciais para a subsistência dos povos originários.

Nesse sentido, Carlos, um engenheiro químico e consultor ambiental, foi contratado, pelo Ministério do Meio Ambiente, para avaliar os impactos do garimpo ilegal na reserva e propor medidas para mitigar esses impactos. Ele está ciente dos riscos ambientais associados ao garimpo, incluindo a contaminação do solo e da água por produtos químicos tóxicos, como mercúrio e cianeto.

Luiza, representante do governo, está encarregada de elaborar políticas de gestão ambiental e regulamentação do setor de mineração na região. Ela reconhece a importância de intensificar a proteção do meio ambiente, mas enfrenta desafios para encontrar soluções que atendam às necessidades das comunidades locais e garantam a sustentabilidade.

- Carlos, estamos preocupados com a possibilidade de legalização do garimpo em nossa reserva. Sabemos dos danos que essa atividade pode causar ao nosso meio ambiente e à nossa saúde. Disse Amanajara, integrante da Wajãpi.

- Compreendo suas preocupações, Amanajara. Os impactos do garimpo ilegal podem ser devastadores, especialmente devido ao uso de produtos químicos tóxicos na extração de minérios. Precisamos encontrar maneiras de proteger esta terra e os recursos naturais! Afirma Carlos.

- Discordo veementemente da ideia de legalizar o garimpo. Os supostos benefícios econômicos não justificam os graves danos ambientais e sociais que essa atividade causa. A exploração mineral desenfreada e irresponsável resulta em desmatamento, contaminação da água e do solo, além de conflitos sociais e violações dos direitos das comunidades locais. Acrescenta Luiza.

Esse projeto tem grandes chances de ser aprovado, já que a bancada ruralista é uma das maiores e com mais força no Congresso. Assim, cabe ao governo se organizar, montando equipes para orientar contra o projeto, por meio do Ministério do Meio Ambiente.

Suponha que integrará a equipe de Carlos e Luiza. Elabore documentos com informações técnicas e evidências científicas sobre os riscos ambientais e sociais associados ao garimpo, a fim de serem apresentadas e discutidas na Conferência Nacional do Meio Ambiente.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Ao analisar a narrativa apresentada sob a ótica dos critérios estabelecidos por Herreid et al. (1994), para a concepção de um bom estudo de caso, constata-se que a história incorpora, de maneira contundente, os elementos fundamentais que caracterizam um caso relevante. Nesse sentido, é crucial

mencionar que, durante a concepção deste estudo de caso, procuramos incorporar elementos que promovam uma análise decolonial da problemática abordada. Incluímos personagens como Carlos, Luiza e Amanajara com a intenção de considerar uma dimensão humana à narrativa, apoiando a identidade e a empatia dos estudantes com as vivências dos Wajãpi e outros povos afetados pelo garimpo.

No tocante a estrutura do caso, pontua-se que esta foi intencionalmente desenvolvida para ser breve e objetiva, permitindo sua aplicação em diversos contextos pedagógicos. Além disso, utilizamos diálogos para tornar a narrativa mais dinâmica e atrativa, criando um ambiente propício para discussão. Nosso objetivo é que os discentes sejam desafiados a propor soluções fundamentadas em evidências científicas e argumentações fundamentadas, promovendo uma compreensão crítica e contextualizada da realidade.

No que tange as principais fontes de inspiração para elaboração do texto destacam-se as notícias, reportadas pelo G1, intitulada de *Operação da PF mira garimpo ilegal que desmatou 83 campos de futebol perto de terra indígena no AP*, que retrata a destruição de aproximadamente 680 mil metros quadrados de área próxima à Terra Indígena Waiãpi e *Câmara aprova retrocessos na pauta ambiental e pode fragilizar mecanismos de prevenção* que aborda sobre a aprovação de medidas que representam retrocessos significativos na pauta ambiental.

Sob essa perspectiva, no que se refere à abordagem das questões dos povos originários, Dutra-Pereira (2023) assevera a imprescindibilidade de que a exploração, a mineração e o garimpo ilegal, bem como as inúmeras adversidades enfrentadas por essas comunidades, sejam tratadas com seriedade no âmbito educacional. É provável que professores se deparem com alunos cuja realidade estejam intrinsecamente ligadas a essas práticas inaceitáveis, marcadas por ilegalidade, violência e flagrante violação de direitos humanos. Assim, omitir ou negligenciar tais situações configura não apenas um retrocesso pedagógico, mas também um descumprimento da responsabilidade ética da educação que inclui a promoção da formação de uma consciência crítica, alicerçada no respeito à diversidade cultural e na defesa intransigente dos direitos fundamentais.

Além disso, como mencionado anteriormente, para qualquer transformação genuína deste quadro deletério, é necessária a compreensão dos paradigmas coloniais que ainda perpassam os setores educacionais. Nesse sentido,

a narrativa exposta no Quadro 2 possui a funcionalidade de reconhecer a colonialidade do poder, enquanto estrutura de subordinação e exploração. Isso porque a perpetuação de modelos extrativistas que privilegiam interesses econômicos imediatistas reflete a lógica hegemônica de um centro que se impõe sobre as periferias, submetendo territórios indígenas e rurais a práticas predatórias que devastam ecossistemas e desestabilizam como bases de subsistência das comunidades locais. Essa dinâmica é sustentada por políticas que, ao priorizarem o capital e o lucro em detrimento da sustentabilidade, ignora as vozes que clamam pela preservação ambiental e pela defesa de seus direitos fundamentais.

No caso do garimpo, a colonialidade do poder se revela na instrumentalização dos territórios, transformadas em zonas de sacrifício para atender às demandas globais por metais preciosos, ao mesmo tempo em que perpetuam a marginalização econômica e a política das populações que habitam essas áreas. Assim, o modelo extrativista não apenas reafirma desigualdades históricas, mas reforça a concentração de poder nas elites que, sob o discurso do desenvolvimento, perpetuam a exploração dos recursos naturais e dos povos que deles dependem.

Quando se olha para a segunda categorização, os saberes indígenas, que integram uma visão holística e ancestral de convivência com o meio ambiente, são frequentemente relegados à esfera do “não-científico” ou “primitivo”, enquanto tecnologias de exploração intensiva, baseadas em paradigmas ocidentais, são enaltecidas como superiores. No contexto do garimpo, essa hierarquização epistêmica legitima o uso de compostos químicos como mercúrio e cianeto, promovidos como indispensáveis à proteção mineral, sem considerar os impactos devastadores sobre os ecossistemas e as populações locais. Dessa forma, a colonialidade do saber sustenta práticas que perpetuam a destruição ambiental, demonstrando como o conhecimento, quando instrumentalizado pelo poder, pode se tornar cúmplice da exploração e da desigualdade.

Além disso, em relação à colonialidade do ser, a narrativa auxilia na reflexão da desumanização e da subordinação das populações impactadas, negando-lhes o direito de existência plena e de autodeterminação com base na problemática em questão. Isso porque a transformação de territórios indígenas em zonas de exploração econômica, em que os modos de vida e as identidades dos povos originários são sistematicamente desconsiderados, é reforçada por

uma lógica que enxerga os territórios não como espaços de vida e cultura, mas como meros depósitos de riquezas a serem extraídas, independentemente dos custos sociais e ecológicos. Assim, os povos que resistem à exploração são frequentemente tratados como obstáculos, enquanto suas demandas por dignidade e preservação ambiental são invisibilizadas.

Ao refletirmos os tipos de colonialidade - poder, saber e ser - evidenciados no estudo de caso, torna-se possível avançar para uma abordagem decolonial que questione as estruturas hegemônicas enraizadas no modelo extrativista. Isso porque a partir dessa compreensão crítica, a decolonialidade pode ser trabalhada como uma lente que reconstrói as relações entre ciência, sociedade e natureza, ao promover um diálogo epistemológico entre os conhecimentos técnico-científicos e os saberes locais.

Isso é mais notório quando se olha para o encaminhamento do caso, em que a criação de documentos que serão apresentados em uma conferência propõe não apenas um exercício de argumentação e elaboração científica, mas também uma prática de resistência e transformação. Ao debruçar sobre os efeitos do garimpo, os estudantes são desafiados a assumir uma postura crítica, questionando as narrativas hegemônicas e dando voz às perspectivas históricas e culturais que são marginalizadas. Este exercício, portanto, configura-se como uma ação decolonial, uma vez que os povos originários podem ser não só ouvidos, mas integrados de maneira significativa no processo de construção do conhecimento.

Assim, no encaminhamento e resolução do caso, é necessário valorizar o domínio da Química para compreender e mitigar os impactos ambientais e sociais ao mesmo tempo em que se reconhecem das práticas culturais e cosmológicas dos povos originários como elementos indispensáveis para a construção de soluções éticas, sustentáveis e emancipatórias.

Referências

Aroha, A. (2022). A educação no Brasil colonial e imperial: uma herança eurocêntrica e escravocrata. *Cadernos Acadêmicos Unina*, 2(1). <https://doi.org/10.51399/cau.v2i1.105>.

Amauro, N. Q. & Silva, G. H. C. da. (2021). Química ancestral africana. *Debates em Educação*, [S. 1.], 13(Esp2), 171-185. <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2021v13nEsp2p171-185>.

Baptista, L. M. T. R., & López-Gopar, M. E. (2019). Educação crítica, decolonialidade e educação linguística no Brasil e no México: questões epistemológicas e metodológicas traçadas por um paradigma-outro. *Uberlândia: Letras & Letras*, 35, 1-27.

Belmonte, V., Borsani, M. E., & Sartino, J. (2023). A Colonialidade em questão da Patagônia, Argentina: CEAPEDI 2017-2023. *Revista Latinoamericana de Ciencias de la Comunicación*, 22(42). <https://doi.org/10.55738/alaic.v22i42.968>

Cancela, R. (2023). *Explorando o tema sobre o uso de agrotóxicos no ensino de Química através do método de estudo de caso*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, IFBA. <http://repositorio.ifba.edu.br/jspui/handle/123456789/499>

Chamizo, J. A. (2004, junho 01). Apuntes sobre la historia de la química en América Latina. *Revista de la Sociedad Química de México*, 48(2), 165-171.

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. (2003). *Ley General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas*. Diario Oficial de la Federación. <https://doi.org/10.26512/revistainsurgencia.v8i2.44010>

De Souza Oliveira, E., & Lucini, M. (2021). O Pensamento Decolonial: Conceitos para Pensar uma Prática de Pesquisa de Resistência. *Boletim Historiar*, 8(1). Recuperado de <https://periodicos.ufs.br/historiar/article/view/15456>

Dos Reis Ribeiro, G. (2023). Políticas linguísticas e educacionais e(m) formação docente: uma discussão sobre as colonialidades do ser, do saber e do poder. *Calidoscópio*, 20(2). <https://doi.org/10.4013/cld.2022.202.02>

Dutra-Pereira, F. K. (2023, janeiro 04). Conversas complicadas no ensino de Química: manifesto por um currículo [Marielle] “Franco”. *Revista Interinstitucional Artes de Educar*, [S. l.], 9(2), 221-241, 2023. DOI: 10.12957/riae.2023.73679. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/riae/article/view/73679>.

Fernandes Nunes, C. M., & Araújo, R. M. B. (2020). Formação de professores na América Latina: apontamentos introdutórios. *Formação Docente - Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores*, 12(23), 11-20. <https://doi.org/10.31639/rbfp.v12i23.300>.

Ferreira, M. M. D., & PITA, R. J. (2020). Colonialidade do saber no ensino da educação básica: resistência ou reprodução do eurocen-trismo? *Revista Escrita* (Puc-Rio). 10.17771/PUCRio.escrita.46645

Herreid, C. F. (1994). Case Studies in Science. A Novel Method of Science Education. *Journal of College Science Teaching*, 23(4), 221-29.

Herreid, C. F. (1998). What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, Arlington, 27(3), 163-169.

Leite, J. C. S, Zanon, L. B & Jungbeck, M. (2015). A matematização no ensino dos conteúdos de Química e a sua relação com temas de relevância social em aulas da Licenciatura. In: III *Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica*. Santo Ângelo-RS. <https://san.uri.br/sites/anais/ciecitec/2015/resumos/comunicacao/745.pdf>.

Lima, J. O. G. (2013, dezembro 27). Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. *Revista Espaço Acadêmico*, 12(140), 71-79.

Lima, P. L. de O., Aguiar, E. C., & Giavara, A. P. (2024). Ensino de História para os anos iniciais: pesquisa e produção de um recurso educativo sobre datas comemorativas com perspectiva decolonial. *Caminhos da educação diálogos Culturas e Diversidades*, 6(1), 01-20. <https://doi.org/10.26694/caedu.v6i1.5025>

Maia, F. J. F., & Farias, M. H. V. de. (2020). Colonialidade do poder: a formação do eurocentrismo como padrão de poder mundial por meio da colonização da América. *Interações*, Campo Grande, 21(3), 577-596. <https://doi.org/10.20435/inter.v21i3.2300>

Oliveira, R. D. V. L. de, Pinheiro, B. C. S., & Simões Neto, J. E. (2023). Ética Ubuntu nas discussões sobre experimentação científica: colonialidade e (des)humanização no ensino de Química. *Ensino, Saúde E Ambiente*, 15(3), 543-559. <https://doi.org/10.22409/resa2022.v15i3.a42594>

Queiroz, S. L. & Cabral, P. F. O. (2016). *Estudos de caso no ensino de ciências naturais*. São Paulo: CDCC-USP.

Queiroz, S. L. & Sacchi, F. G. (2020). *Estudo de Caso no Ensino de Ciências Naturais e na Educação Ambiental*. (1ª ed.) (Vol. 1). São Paulo. Editora: Diagrama.

Quijano, A. (2005). Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina. In: Lander, E. (Org). *A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais. Perspectivas latinoamericanas*. Clacso, Buenos Aires, Argentina.

Reis, S. dos D. A. (2002). Colonialidade do saber: perspectivas decoloniais para repensar a univers(al)idade. *Debates & controvérsias. Educ. Soc.* 43, 1-12. <https://doi.org/10.1590/ES.240967>

Rios-Martins, A. L. (2023). Tempo, espaço e subjetividades: A emergência do conceito de colonialidade do ser. *Revista De Teoria Da História*, 26(2), 177-183. <https://revistas.ufg.br/teoria/article/view/77280>

Sá, L. P., & Queiroz, S. L. (2010). *Estudo de casos no ensino de química*. (2ª ed.) Campinas: Átomo.

Santos, I. de S., & Segadilha, D. M. F. (2024). Políticas educacionais, organização escolar e formação de professores da colônia ao império no Brasil: apontamentos para reflexão. *Caderno Pedagógico*, 21(9), e8477. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n9-339>

Silva, L. H. & Pinheiro, B. C. (2018). Produções científicas do antigo Egito: um diálogo sobre Química, cerveja, negritude e outras coisas mais. *Revista debates em ensino de Química*, 4, 5-28.

Tavares, M., & Gomes, S. R. (2018). Multiculturalismo, interculturalismo e decolonialidade: prolegômenos a uma pedagogia decolonial. *Dialogia*, (29), 47-68. <https://doi.org/10.5585/dialogia.N29.8646>

Tonial, F. A. L., Maheirie, K., & Garcia Jr, C. A. S. (2017). A resistência à colonialidade: definições e fronteiras. *Revista de Psicologia da Unesp*, 16(1), 18-26. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-90442017000100002&lng=pt&tlng=pt.

AUTORAS E AUTORES

Andrei Steven Moreno-Rodríguez

Professor Adjunto do departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Brasil. Licenciado em Química, mestre e doutor em Educação em Ciências. Realiza pesquisas sobre formação de professores de Química, Decolonialidade e interculturalidade na Educação Científica, e Análise Textual Discursiva.

andrei.rodriguez@academico.ufpb.br

Andressa Geovana Sitônio Barbosa Soares

Licencianda em Química pelo Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa/PB. Bolsista projeto de pesquisa (PIBIC) sobre corpos dissidências na Educação em Ciências/Química. Integrante do COM-FABULAÇÕES: ateliê de pesquisas inventivas em Educação. Realiza pesquisas sobre escrita na graduação em Química, corpos em dissidências nas ciências exatas, teoria queer/cuir a partir das pós-estruturas do conhecimento e das filosofias da diferença.

andressa.sitonio@academico.ufpb.br

Angélica Cristina Rivelini-Silva

Professora Associada da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Apucarana. Licenciada em Química, mestre e doutora em Ensino de Ciências. Realiza pesquisas sobre formação de professores de Química, Alfabetização Tecnológica e Midiática no Ensino de Ciências, Estudos sobre Gêneros e Análise de Mídias.

arivelini@utfpr.edu.br

Belén Alexandra Sanipatín Urquizo

Investigadora de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Química. Realiza investigaciones en el área de Procesos Químicos con nanopartículas y metodologías de enseñanza aprendizaje de la Química desde la Experimentación y uso de simuladores virtuales.

belen.sanipatin@esPOCH.edu.ec

Boris Fernando Candela Rodríguez

Profesor Asociado de la Universidad del Valle, Colombia. Facultad de Educación y Pedagogía. Magister en Educación en Ciencias. Realiza investigaciones en la educación química sociopolítica, formación docente, Investigación Basada en el Diseño y Lenguaje de las ciencias.

boris.candela@correounivalle.edu.co

Carlos Alexander Guerrero Quitiaquez

Asistente de docencia de la Universidad del Valle, Colombia. Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Maestrando en Educación - Universidad del Valle. Realiza investigaciones sobre educación científica para la acción sociopolítica en contextos escolares.

carlos.quitiaquez@correounivalle.edu.co

Claudio Gabriel Lima Junior

Professor Associado do Departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Licenciado em Química, mestre e doutor em Química Orgânica. Realiza pesquisas sobre formação de professores e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no ensino de Química.

claudio@quimica.ufpb.br

Elena Patricia Urquizo Cruz

Profesora Investigadora de la Universidad Nacional de Chimborazo, de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología.

Ingeniera Química, Magister en Educación Superior, Magister Scientiae en Ingeniería Química. Realiza investigaciones sobre diversas metodologías y estrategias para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química, en los niveles de Educación de Bachillerato y Educación Superior.

eurquizo@unach.edu.ec

Francisco Ferreira Dantas Filho

Professor associado do departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba. Licenciado em Química, mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Doutor em Engenharia de Processos. Realiza pesquisas sobre etnoquímica, metodologias para a Educação Química e formação inicial e continuada de professores de Química.

dantasquimica@yahoo.com.br

Franklin Kaic Dutra-Pereira

Professor Adjunto do departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba. Licenciado em Química e doutor em Ensino de Ciências. Orientador do PPGE/UFPB, do PROFQUI/UFPB e do PPGECID/UFRB. Líder do COM-FABULAÇÕES: ateliê de pesquisas inventivas em Educação. Tem pesquisado sobre formação de professores/as de Ciências/Química, Teoria Queer/Cuir, Estudos Culturais da Educação, Corpos em dissidências, contracolônialidade em/com/na Educação em Ciências e Estudos nos/dos/com os Cotidianos, a partir das pós-estruturas do conhecimento e das filosofias da diferença.

franklin.kaic@academico.ufpb.br

Fredy Ramón Garay Garay

Profesor Asociado, Facultad de Educación. Universidad de Antioquia, Colombia. Licenciado en Química, Magister en Docencia de la Química e Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Linha de Pesquisa: Filosofia de la Química y Educación de la Química. Identidad profesional del profesor. Historia y epistemología de las ciencias y formación de profesores.

fredy.garay@udea.edu.co

Gabriel Inácio da Silva

Graduando em Licenciatura em Química pela Universidade Federal da Paraíba. Pesquisa e discute a potencialidade dos estudos de caso para uma educação crítica e emancipatória no ensino de química.

gabriel.silva3@academico.ufpb.br

Letícia dos Santos Pereira

Professora adjunta do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia. Licenciada em Química, mestre e doutora em Ensino, Filosofia e História da Ciência. Realiza pesquisas sobre História da Química e contribuições da História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Química.

leticiapereira@ufba.br

Márcia Aparecida dos Santos

Professora do quadro próprio do estado do Paraná, Brasil. Licenciada em Química, mestra em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza.

marcia.jumanu.18@uel.br

Marina Silvia Masullo

Profesora Titular del Departamento de Enseñanza de Ciencia y Tecnología en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Bioquímica, Profesora de Química, Magister en Investigación Educativa. Tema de investigación: Hacer visible el pensamiento en las clases de ciencias naturales.

marina.masullo@unc.edu.ar

Mario Roberto Quintanilla-Gatica

Profesor asociado de la facultad de educación en la Universidad Católica de Chile. Doctor en didáctica de las ciencias. Realiza investigaciones sobre epistemología, historia de la ciencia, formación del profesorado de ciencias, discurso científico en el aula y controversias sociocientíficas.

mquintag@uc.cl

Monserrat Catalina Orrego Riofrío

Docente investigadora de la Universidad Nacional de Chimborazo. Realiza investigaciones sobre didáctica de la química, uso de plataformas digitales para la enseñanza de química.

morrego@unach.edu.ec

Quézia Raquel Ribeiro da Silva

Professora substituta do departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba. Licenciada em Química, mestra em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Doutoranda em Ensino. Realiza pesquisas sobre etnoquímica e decolonialidade no ensino de Ciências e formação de professores de Química. queziarrs@gmail.com

Robson Simplicio de Sousa

Professor Adjunto do Departamento de Educação, Ensino e Ciências da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Licenciado em Química, Mestre em Química Tecnológica e Ambiental e Doutor em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Realiza pesquisas sobre Filosofia da Educação em Ciências/Química nas perspectivas fenomenológica e hermenêutica e em metodologia de análise qualitativa, especialmente, Análise Textual Discursiva. robson.simplicio@ufpr.br

Vivian dos Santos Calixto.

Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (Facet) e Docente Permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECMat) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Licenciada em Química, mestre e doutora em Educação em Ciências. Desenvolve investigações no campo da formação de professores de Química, Currículo e Análise Textual Discursiva. viviancalixto@ufgd.edu.br



Impresso na Prime Graph
em papel offset 75 g/m²
fonte utilizada adobe caslon pro
junho / 2025

Na capa desta obra incluímos a arte de Joaquín Torres García (1943) como uma expressão simbólica de nossa perspectiva epistêmica ao afirmar que “nosso norte é o sul”. Também incluímos símbolos de elementos químicos, como forma de representar a centralidade da química no nosso contexto sociocultural. Neste livro, reunimos textos que refletem a pluralidade de olhares e contextos que atravessam a pesquisa em Educação Química na América Latina. Com contribuições de pesquisadoras e pesquisadores da Colômbia, Brasil, Chile, Equador e Argentina, o livro apresenta análises e experiências que revelam modos diversos de pensar e ensinar Química. Trata-se de um convite a conhecer os caminhos trilhados e a refletir sobre os sentidos da Educação Química em nossos territórios. A publicação se constitui como um desdobramento do projeto “Mapeamento da comunidade latino-americana de pesquisa em Educação Química” (MAPEQUIM/AL), que teve apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e cuja proposta foi identificar e analisar produções científicas da área, assim como estabelecer diálogos com seus autores.



ISBN 978-65-5563-589-8

