

Ingrid Nunes Derossi
Luciana Caixeta Barboza
Organizadoras

Diálogos da educação científica e o ensino de química

Diálogos da educação científica e o ensino de química

**Ingrid Nunes Derossi
Luciana Caixeta Barboza
(Organizadoras)**

**Diálogos da educação científica e o
ensino de química**

Copyright © Autoras e autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

Ingrid Nunes Derossi; Luciana Caixeta Barboza [Orgs.]

Diálogos da educação científica e o ensino de química. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023. 107p. 16 x 23 cm.

**ISBN: 978-65-265-0561-8 [Impresso]
978-65-265-0562-5 [Digital]**

DOI: 10.51795/9786526505625

1. Educação química. 2. Diálogo. 3. Educação científica. I. Título.

CDD – 370/540

Capa: Petricor Design

Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828

Diagramação: Diany Akiko Lee

Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Científico da Pedro & João Editores:

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil).



Pedro & João Editores

www.pedroejoaoeditores.com.br

13568-878 – São Carlos – SP

2023

Sumário

- 7** **Continuando o diálogo: educação química**
Ingrid Nunes Derossi
Luciana Caixeta Barboza
- 11** **Ensino remoto emergencial: para onde foram as tensões e perspectivas?**
Roberta Guimarães Corrêa
- 29** **Como contribuir para a formação de cidadãos críticos? Alfabetização científica em tempo de Fake News**
Poliana Flávia Maia
- 49** **Possibilidades de atuação dos formadores de professoras e professores de química na divulgação científica**
José Gonçalves Teixeira Júnior
- 69** **Propostas para uma Educação Científica crítica no Ensino Médio: considerações sobre práticas desenvolvidas em aulas de química**
Mateus José dos Santos
Andréia Francisco Afonso
Aguinaldo Robinson de Souza
- 87** **Recursos educativos digitais para o ensino de química: o caso das simulações computacionais e das atividades laboratoriais usando a plataforma comercial “arduíno”**
Carla Moraes

105 Sobre as organizadoras

105 Sobre as autoras e os autores

Continuando o diálogo: educação química

O Simpósio Mineiro de Educação Química (SMEQ), teve a sua primeira edição realizada em 2011 na Universidade Federal de Viçosa com a temática *Educação Química e as novas perspectivas para a (re)construção dos saberes*, e foi pautado nos ideais acadêmicos dos Encontros Mineiros de Ensino de Química (EMEQs), que teve sua última edição em 2003 na mesma instituição (SANTOS *et al.*, 2017).

Mesmo sendo um evento regional, o SMEQ entrou para o calendário de eventos de relevância para a área de Educação Química com uma proporção nacional e passou a ser realizado com uma periodicidade bienal, já tendo sido realizado nas universidades de Viçosa, Lavras, Juiz de Fora, Uberlândia, São João del Rey e, o mais recente, uma parceria da Universidade Federal do Triângulo Mineiro e do Instituto Federal do Triângulo Mineiro.

Assim, 10 anos após a primeira edição, o VI SMEQ foi realizado de forma on-line, devido à pandemia da COVID-19, e a necessidade de distanciamento social. A temática escolhida para o evento foi: *Por uma educação disruptiva no combate à desinformação*.

A partir das intensas discussões ocorridas nos cinco dias de evento com palestras, mesas redondas, apresentações culturais, minicursos e apresentações de trabalho, surgiu a ideia de sistematizar, em formato de livro, algumas das ricas discussões surgidas no evento. Nosso objetivo é continuar o diálogo de forma a contribuir para a formação de professores e educadores químicos.

O primeiro capítulo, *Ensino remoto emergencial: para onde foram as tensões e perspectivas?*, de Roberta Guimarães Corrêa, nos apresenta discussões sobre o Ensino Remoto Emergencial (ERE) vivenciado durante a Pandemia da COVID-19. Ao longo do capítulo percorremos os caminhos do ERE e somos convidados a refletir sobre o que ficou de aprendizado desse processo em que tivemos, por exemplo, a utilização de forma bem intensa das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs).

Mudanças e adaptações foram implementadas por professores e estudantes em termos de comunicação, planejamento, desenvolvimento das aulas e formas de estudo, mas também escancarou-se a desigualdade educacional que impossibilitou que muitos estudantes acompanhassem o ERE. A interação (ou a falta dela) também é destacada pela autora, discutindo como os professores e estudantes vivenciaram essa situação. Por fim, somos convidados a refletir sobre as mudanças, ainda necessárias, nas práticas educacionais.

No segundo capítulo, *Como contribuir para a formação de cidadãos críticos? Alfabetização científica em tempo de Fake News*, a autora Poliana Flávia Maia propõe reflexões sobre o ensino de ciências/química que almejamos oferecer, destacando o fenômeno de divulgação de informações falsas, um tema atual e de relevância social e acadêmica. A autora propõe uma análise das informações falsas e como, a partir da abordagem da natureza das ciências, combater a disseminação delas. Ao longo do capítulo é apresentada uma proposta de “anatomia das Fake News”, para auxiliar na compreensão de como estão estruturadas e como facilmente são veiculadas na sociedade.

O terceiro capítulo, *Possibilidades de atuação dos formadores de professoras e professores de química na divulgação científica*, de José Gonçalves Teixeira Júnior, apresenta as possíveis contribuições dos professores na divulgação científica e como essa pode ser uma ponte entre universidade e educação básica com base em atividades realizadas com estudantes do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência e do Programa Residência Pedagógica. O autor explora as atividades de divulgação científica, que têm crescido em diferentes espaços sociais, desde a tradicional mídia até as aulas de ciências e suas particularidades, no entanto, destaca a falta de reflexões sobre o assunto. A partir do referencial teórico selecionado pelo autor, são revisitadas as atividades que foram realizadas nas escolas e como que elas podem ser agrupadas nos princípios que norteiam a elaboração de um bom material de divulgação científica, sendo eles: dimensão lúdico-responsável,

dimensão simplificadora do conteúdo da divulgação, dimensão combativa (MESSEDER NETO, 2019).

O quarto capítulo, *Propostas para uma Educação Científica crítica no Ensino Médio: considerações sobre práticas desenvolvidas em aulas de química*, de Mateus José dos Santos, Andréia Francisco Afonso e Aguinaldo Robinson de Souza apresenta uma proposta de educação científica para as aulas de química realizada por meio do projeto *Química na Prática*, financiado pelo *Instituto Sua Ciência*. A proposta se baseia nos pressupostos da Alfabetização e Divulgação Científica, buscando o protagonismo dos estudantes da Educação Básica por meio da investigação e da pesquisa científica. As atividades foram desenvolvidas com estudantes de uma escola pública do estado de Minas Gerais buscando a reflexão e discussão e o combate às *Fake News*. Os autores relatam o sucesso do projeto que tem conseguido atrair a atenção dos estudantes para as discussões científicas de forma que estes se tornem cidadãos mais críticos.

O quinto capítulo, *Recursos educativos digitais para o ensino de química: o caso das simulações computacionais e das atividades laboratoriais usando a plataforma comercial “arduíno”*, de Carla Moraes, propõe uma discussão sobre a integração das tecnologias digitais no processo educacional de forma a potencializar a aprendizagem significativa, trilhando um percurso cronológico e apresentando o modelo teórico conhecido como “conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo” (TPACK do inglês technological pedagogical content knowledge) (MISHRA e KOEHLER, 2006). A autora discute também as possibilidades de uso das simulações computacionais para o ensino de conceitos e processos químicos, assim como o uso do arduíno para atividades laboratoriais.

Esperamos que a leitura dos textos desperte o interesse dos leitores e suscite mais discussões sobre estas temáticas, tão importantes para a formação de professores.

Ingrid Nunes Derossi
Luciana Caixeta Barboza

Referências

MESSEDER-NETO, H. S. A divulgação científica em tempos de obscurantismo e de *Fake News*: contribuições histórico-críticas. In: ROCHA, M. B.; OLIVEIRA, R. D. V. L. **Divulgação Científica: textos e contextos**. São Paulo: Livraria da Física, p. 13-24, 2019.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 8, p. 1017-1054. 2006.

SANTOS, M. J.; CATÃO, V.; LOPES, J. G. S.; REIS, I. F.; FERRAZ, V. G. L. Simpósio Mineiro de Educação Química como possibilidade de integrar ações em prol da formação inicial e continuada dos professores de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 3, n. 1, p. 134–149, 2017.

Ensino remoto emergencial: para onde foram as tensões e perspectivas?

Roberta Guimarães Corrêa

Escrever um texto sobre o Ensino Remoto Emergencial, tema abordado na palestra proferida no encerramento da sexta edição do Simpósio Mineiro de Educação Química (VI SMEQ), realizado de 14 a 18 de junho de 2021, me proporcionou a possibilidade de revisitar um momento de nosso passado, nada distante, em que a necessidade de distanciamento social nos afastou de nossos espaços de atuação docente. Longe das salas de aula, das reuniões e encontros de formação e orientação presenciais, alternativas foram adotadas para que pudéssemos continuar realizando nosso trabalho docente. Esse novo local de trabalho, de *web* conferências, *lives*, ambientes virtuais de aprendizagem e aplicativos de *smartphone*, passou a constituir o espaço possível para as interações entre os diferentes sujeitos do fenômeno educativo e para os processos de ensino e aprendizagem.

Nesse movimento de resgate e reflexões sobre os eventos e seus desdobramentos que marcaram e marcarão para sempre nossas histórias profissionais e pessoais, busco relocalizar e problematizar as tensões e perspectivas que o Ensino Remoto Emergencial nos apresentava em junho de 2021. Por isso, ao invés do título deste texto coincidir com o título da palestra proferida (Ensino Remoto Emergencial: tensões e perspectivas), convido os leitores e leitoras para uma nova reflexão sobre o tema, agora em 2023, em um novo espaço e tempo. Por isso, o título deste texto apresenta um questionamento: “Ensino Remoto Emergencial: para onde foram as tensões e perspectivas?”

Visando contribuir para esse movimento reflexivo, que envolve passado e presente, este capítulo inicialmente apresenta

brevemente os acontecimentos que levaram a implementação do Ensino Remoto Emergencial no Brasil. Em seguida, os principais tópicos da palestra proferida em 2021 são apresentados. Então, para finalizar o capítulo procuro reposicionar as tensões e perspectivas relacionadas ao Ensino Remoto Emergencial em nosso contexto atual, de pleno retorno ao ensino presencial.

Notas sobre o contexto que levou à implementação do Ensino Remoto Emergencial

Os primeiros casos de Covid-19 foram registrados na cidade de Wuhan, República Popular da China. Ainda sem a denominação de Covid-19, em dezembro de 2019, um número crescente de casos de pneumonia grave passou a ser registrado (LIMA; SOUSA, 2021). No dia 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recebeu o alerta sobre a alta incidência de casos de pneumonia grave na cidade chinesa. A análise desses casos revelou, em 7 de janeiro de 2020, que um novo coronavírus era responsável pelas infecções respiratórias graves. Segundo a Organização Pan-Americana De Saúde (OPAS)¹, os vírus da família do coronavírus são encontrados por toda parte e, até então, raramente causavam doenças mais graves que um resfriado comum, porém esse novo vírus causava sintomas mais intensos e preocupantes. O novo coronavírus, que inicialmente foi denominado 2019-nCoV, recebeu o nome de SARS-CoV-2 em 11 de fevereiro de 2020 (TELASKA; MACHADO, 2022).

A rapidez na propagação, devido à alta transmissibilidade viral, o aumento exponencial dos casos registrados e à gravidade de muitos deles, levaram a OMS a declarar, em 30 de janeiro de 2020, que o surto identificado inicialmente na cidade de Wuhan constituía uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII). Esse alerta, o mais alto da OMS, além de

¹ <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19> - Acesso em: 02/03/2023

anunciar os eventos que podem representar risco para saúde pública de outros países, desencadeia uma série de ações coordenadas para interromper o avanço do vírus e da doença. Essas ações são apresentadas por um comitê de especialistas, chamado de Comitê de Emergências do RSI, que encaminha um parecer com recomendações para reduzir ou prevenir a propagação da doença.

No dia 11 de março de 2020, o diretor-geral da Organização Mundial da Saúde (OMS), Tedros Ghebreyesus, declarou que a emergência de saúde causada pelo SARS-CoV-2 tinha atingido o patamar de uma pandemia, ou seja, tinha se espalhado para várias regiões do mundo. O SARS-CoV-2, causador da doença denominada Covid-19 (covid é uma sigla que significa Corona Vírus Disease – doença do coronavírus – e o número 19 faz referência ao ano de 2019, ano que os primeiros casos foram identificados), antes mesmo do anúncio da OMS em março, já estava presente em mais de 100 países². Em março de 2020, até o dia da declaração de emergência de saúde, mais de 118 mil casos e mais de 4.000 óbitos tinham sido registrados globalmente (LIMA; SOUSA, 2021). Em junho de 2020, a Covid-19 já estava presente em mais de 215 países, com mais de sete milhões de casos da doença e mais de 408 mil óbitos notificados (SILVA *et al.*, 2020).

A pandemia provocada pela Covid-19 transformou a rotina das populações, alterando a dinâmica social, cultural e as atividades econômicas. Essas transformações foram acontecendo à medida que governantes ao redor do mundo adotavam, ou não, as orientações da ONU para contenção da doença em seus países (MOSSMANN; DAGA; GOULART, 2021). Mossmann, Daga e Goulard (2021) destacam, em artigo que discute o processo de implementação de atividades não presenciais pela rede estadual de ensino de Santa Catarina em 2020, que o cenário brasileiro era crítico, não só por conta do aumento do número de casos de Covid-19 que sobrecarregava os sistemas públicos e privados de saúde, mas

² <https://news.un.org/pt/story/2020/03/1706881> - Acesso em: 20/02/2023.

também pela crise construída pelo próprio governo federal, que só tensionava mais um contexto cheio de preocupações e problemas.

Para barrar a transmissão da doença, uma vez que não existiam medicamentos ou vacinas específicas para tratamento e prevenção da Covid-19, medidas de distanciamento social foram sugeridas e adotadas. Essas medidas incluíram a recomendação para que as pessoas ficassem em casa, restrição do trânsito de pessoas e bloqueio de fronteiras, cancelamento de eventos e o fechamento das escolas, comércio e de locais de lazer e trabalho (SILVA *et al.*, 2020). Considerando o fechamento das escolas, no final de março de 2020, um comunicado da Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e a Cultura (UNESCO) mencionava que 87% da população mundial de estudantes tinha sido impactada pelo fechamento das escolas e universidades³.

No Brasil, após o fechamento das escolas para conter a propagação do vírus, o Ministério da Educação (MEC) publicou uma série de normativas que tinham como objetivo sinalizar caminhos alternativos para que as atividades de ensino e de aprendizagem pudessem ser, de alguma forma, retomadas. Gatti (2020) ressalta a dificuldade, inclusive por conta da diversidade de atores envolvidos na elaboração das políticas, para adotar ações coordenadas a nível federal, estadual e municipal. Em 17 de março de 2020, o MEC publicou a portaria nº 343 que autorizava instituições de educação superior integrantes do sistema federal de ensino a substituir as aulas presenciais por aulas em meio digitais (BRASIL, 2020a). Em abril de 2020, através da medida provisória (MP), o MEC estabeleceu normas excepcionais para o ano letivo da educação básica e do ensino superior. Segundo MOSSMANN, DAGA e GOULART (2021):

A referida MP desobrigou o cumprimento dos 200 dias letivos, mas não das 800 horas, o que significou que estar na escola não era mais necessário nessa quantidade de dias, desde que o estudante cumprisse a carga horária exigida

³ <https://www.unesco.org/pt/articles/unesco-reune-organizacoes-internacionais-sociedade-civil-e-parceiros-do-setor-privado-em-uma-ampla> - Acesso em: 20/02/2023

de estudo em casa. Essa flexibilização do calendário escolar não obrigou a utilização de metodologias e recursos relacionados à Educação a Distância, mas abriu espaço para que as redes de ensino utilizassem plataformas de ensino virtual, a fim de cumprirem, de alguma forma, a carga horária exigida até o final do ano letivo. (p.1039).

A MP nº934 abriu o caminho para que estudantes pudessem cumprir a carga horária de 800 horas fora da escola, a partir de atividades pedagógicas não presenciais. As atividades não presenciais, que no parecer do CNE/CP nº 5/2020 são descritas como atividades mediadas ou não por tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), visam, segundo o parecer, “...garantir atendimento escolar essencial durante o período de restrições para realização de atividades escolares com a presença física de estudantes na unidade educacional da educação básica ou do ensino superior.” (BRASIL, 2020b, p.21). O parecer lista como atividades pedagógicas não presenciais aquelas que

podem acontecer por meios digitais (videoaulas, conteúdos organizados em plataformas virtuais de ensino e aprendizagem, redes sociais, correio eletrônico, *blogs*, entre outros); por meio de programas de televisão ou rádio; pela adoção de material didático impresso com orientações pedagógicas distribuído aos alunos e seus pais ou responsáveis; e pela orientação de leituras, projetos, pesquisas, atividades e exercícios indicados nos materiais didáticos. (BRASIL, 2020b, p.8).

No trecho final do texto do parecer, é explicitado que as orientações apresentadas devem ser consideradas sugestões e que as secretarias de educação e instituições de ensino podem apresentar soluções mais criativas e adequadas para os desafios impostos pelos seus contextos. No entanto, o parecer salienta a importância de se atender os objetivos de aprendizagem e o desenvolvimento de competências e habilidades, que devem se alinhar às especificidades do contexto das atividades não presenciais.

A flexibilização dos espaços escolares, dos recursos/estratégias/meios que poderiam ser utilizados para o cumprimento das 800 horas anuais fizeram emergir quase que naturalmente a

solução: adoção de uma modalidade de ensino mediada pelas TDICs. Silva, Goulart e Cabral (2021) destacam que a manutenção das atividades de ensino e de aprendizagem no contexto de distanciamento social parecia resolvida com a adoção da modalidade à distância. No entanto, os autores alertam que essa modalidade à distância é diferente da Educação à Distância, comum em muitas universidades (SILVA; GOULART; CABRAL, 2021).

Para explicitar a diferença entre a Educação à Distância e a modalidade de ensino implementada em muitas instituições de ensino (em todos os níveis) durante a pandemia, a expressão Ensino Remoto Emergencial (ERE) passou a ser utilizada. Hodges *et al.* (2020) discutem essa denominação, que já se encontrava em debate por diferentes membros da comunidade acadêmica. Essa denominação além de promover um distanciamento da Educação a Distância também incorpora, por conta da palavra emergencial, a noção de um processo de implementação que acontece de forma rápida, sem o adequado e necessário planejamento e formação de todos os sujeitos envolvidos no processo.

Outro ponto importante destacado por Hodges *et al.* (2020) é o caráter temporário do ERE, ou seja, uma vez que as condições adversas que levaram à implementação dessa modalidade são superadas, o ERE deve ser interrompido.

O cenário apresentado brevemente nos parágrafos anteriores sintetiza alguns eventos que levaram à implementação do Ensino Remoto Emergencial no Brasil. Porém, a sequência de eventos apresentada não expressa a preocupação, o medo, a tristeza, as perdas, as limitações e angústias que a pandemia nos trouxe. Os impactos foram e, para muitos ainda são, numerosos e de diversas dimensões.

Ensino Remoto Emergencial: tensões e perspectivas

Em junho de 2021, mês de realização do VI SMEQ, havia passado um pouco mais de um ano da declaração da OMS de que a emergência de saúde causada pelo SARS-CoV-2 tinha atingido o

patamar de uma pandemia. A vacinação contra a Covid-19 tinha sido iniciada em janeiro de 2021⁴, porém vivíamos um dos maiores picos de registros de casos da doença e de óbitos^{5, 6}.

Inseridos nesse cenário adverso estavam professores e estudantes que já haviam acumulado vivências e experiências com os diferentes modelos de ERE implementados de forma temporária. Esse foi o contexto no qual a palestra de encerramento do VI SMEQ foi proferida. Com o título “ERE: tensões e perspectivas”, a palestra tinha como objetivo suscitar reflexões sobre tensões que se impuseram na implementação do ERE e, também, trazer uma visão otimista sobre o retorno presencial às escolas e universidades, que, apesar de esperado, ainda se mostrava nebuloso por conta do cenário epidemiológico.

A palavra “tensão” nos remete às perturbações, apreensões, desconfortos, preocupações e angústias suscitadas pela implementação e condução do ERE. Logo no início do processo de implementação do ERE, a necessidade de romper com nossos locais e práticas de atuação gerou uma série de desconfortos, uma vez que foi necessário a inserção e adaptação a um novo local de trabalho e estudo. Esse local, mediado pelas TDICs, demandou de professores e estudantes novas dinâmicas comunicacionais, novas formas de planejamento, condução de aulas e novas rotinas de trabalho e estudo.

Apesar do desconforto gerado pela ruptura com o ensino presencial, a adoção do sistema remoto, mediado por sistemas digitais com acesso à internet ou por meios comunicacionais como TV e o rádio, foi considerado positivo por Almeida e Dalben (2020),

⁴ <https://portal.fiocruz.br/noticia/brasil-celebra-um-ano-da-vacina-contracovid-19#:~:text=Entramos%20em%20mais%20um%20ano,no%20dia%2024%20de%20janeiro.- Acesso em 15/03/2023.>

⁵ https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2021/06/30/interna_gerais,1282232/junho-termina-com-o-terceiro-maior-numero-de-mortes-por-covid-19-em-bh.shtml - Acesso em 15/03/2023.

⁶ <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/06/30/junho-e-o-2o-mes-mais-mortal-e-o-que-registra-maior-no-de-casos-de-covid-da-pandemia-no-estado-de-sao-paulo.ghtml - Acesso em 15/03/2023.>

por conta de sua possibilidade de atingir o maior número de pessoas em um maior número de localidades possível. No entanto, apesar de positivo, os autores destacam que, mesmo bastante difundidos atualmente, os recursos digitais ainda não são acessíveis por boa parte da população (ALMEIDA; DALBEN, 2020). Nesse sentido, apontam a contribuição do ensino remoto para o aumento das desigualdades educacionais:

a implementação do ensino remoto se mostra via de mão dupla: por um lado, permite que o afastamento seja físico, mas não completo, com manutenção de contato social em meio virtual; por outro, traz, de maneira subjacente, o aumento das desigualdades educacionais já demasiadamente expressivas no sistema educacional brasileiro. (ALMEIDA; DALBEN, 2020, p.3).

Lima, Ramos e Oliveira (2022), em artigo que tem como foco o Regime Especial de Atividades Não Presenciais (REANP) implementado pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais na rede estadual de ensino, também abordam a desigualdade educacional mencionada por Almeida e Dalben (2020). Mas, os três autores dão maior destaque aos prejuízos no processo educativo que são causados pela desigualdade digital. Essa desigualdade, ou exclusão digital, se impõe ao se considerar o uso das TDICs como forma de democratizar o acesso à informação e, conseqüentemente, ao ensino remoto. Ao se desconsiderar as realidades sociais, econômicas e educacionais de crianças e jovens, que ou não têm acesso ou possuem acesso limitado à internet, se exclui uma parcela significativa da população do fenômeno educativo (LIMA; RAMOS; OLIVEIRA, 2022).

A implementação do REANP no estado de Minas Gerais pode servir como um exemplo de implementação do ERE em escolas estaduais e municipais de outros estados, principalmente quando a política educacional proposta tem como eixo estruturante o uso de TDICs e da internet como alternativa para substituição das aulas presenciais. O fato de parte da população mineira não ter acesso à internet (também comum em outros estados), já fragiliza uma política educacional que foi estruturada para possibilitar a

continuidade do processo de ensino e de aprendizagem de estudantes enquanto as atividades presenciais estavam suspensas. Ao contrário, o REANP funcionou como um reprodutor das desigualdades, ao não ter sido implementado de forma uniforme e adequada nas diferentes camadas sociais (LIMA; RAMOS; OLIVEIRA, 2022).

Da mesma forma que no Ensino Médio, no Ensino Superior o ERE se materializou a partir do uso das TDICs e do acesso à internet, o que também gerou tensões, pois muitos graduandos também não tinham acesso à infraestrutura necessária para acompanhar as aulas remotas e também para acessar os materiais disponibilizados para estudo (SILVA; GOULART; CABRAL, 2021).

Além das dificuldades de acesso às TDICs, muitos de nós sentimos certo desconforto com o ERE, o que se deu pelo pouco tempo que tivemos para adaptação de nossos planejamentos e práticas de ensino. Além disso, como já mencionado em parágrafos anteriores, o caráter emergencial do ensino remoto, que implica realização de adaptações e rapidez de implementação, comprometeu a realização de processos formativos mais longos e cuidadosos para atuação adequada nesse novo espaço de formação (SILVA; GOULART; CABRAL, 2021). Esse desconforto também foi sentido pelos estudantes, que foram forçados a modificar sua rotina de deslocamentos, sua rotina em sala de aula e a maneira de se relacionar com seus pares e com o professor (GATTI, 2020). Os alunos tiveram que se adaptar aos materiais de ensino e também buscar novos espaços para realização dos estudos, esse último muito relevante no contexto do ensino remoto (MACEDO, 2021).

A partir do momento que o desconforto inicial com essa nova modalidade foi superado ou, pelo menos, amenizado, a necessidade de repensar, modificar e ressignificar as aulas, ou o que entendemos como aula, passou a constituir uma nova tensão no ERE. Quais conteúdos de ensino deveriam ser disponibilizados para estudo? De que forma os materiais deveriam ser disponibilizados para estudo? Seriam realizados encontros síncronos ou somente atividades assíncronas? As aulas seriam

gravadas e disponibilizadas no *Youtube*? Quais atividades poderiam ser propostas nos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA)? Essas e outras questões foram se apresentando à medida que o ERE passava fazer parte da nossa rotina de trabalho docente.

Ter a possibilidade de diversificar a forma como os conteúdos seriam apresentados, de trabalhar de forma síncrona e assíncrona e de solicitar a realização de atividades avaliativas diferentes, à primeira vista, não parece uma tensão, um problema, pelo contrário, parece uma vantagem que o ERE apresenta em relação ao ensino presencial. Porém, essa diversificação, em muitos casos, levou à sobrecarga de conteúdos abordados e, conseqüentemente, de conteúdos que deveriam ser estudados e que seriam foco dos processos avaliativos. Para dar conta da quantidade de conteúdos, muitos estudantes passaram a adotar a estratégia de assistir os vídeos disponibilizados em velocidades até duas vezes maior que o normal.

Essa tensão da sobrecarga de conteúdos pode ser justificada pelas limitações do ERE. Hodges *et al.* (2020) afirmam que, por ser uma modalidade temporária de ensino que visa garantir o acesso a disciplinas e conteúdos durante períodos em que o ensino presencial precisa ser interrompido, é comum a ocorrência de problemas na qualidade do que é ofertado. No entanto, os mesmos autores destacam a importância da proatividade do professor na busca de soluções criativas para os problemas que podem emergir durante o ERE.

A criatividade do professor para buscar soluções aos desafios impostos durante o ERE em diferentes contextos também é mencionada no parecer do CNE/CP nº 5/2020 (BRASIL, 2020b). Apesar de ser uma característica importante, é necessário enfatizar que esse chamamento à criatividade, dado pelo parecer, pode incutir uma responsabilização pelo processo de implementação do ERE que não é apenas professor, mas também das instituições de ensino e dos governos municipal, estadual e federal.

Nóvoa e Alvim (2021) trazem apontamentos muito importantes sobre o impacto da Covid-19 no contexto escolar, mais

especificamente na forma como tendências para o futuro da educação levam a um esvaziamento da própria escola, de sua história e da construção coletiva que promove:

A Covid-19 deu um grande impulso a essas tendências, que se apresentam, agora, como uma “inevitabilidade” para o futuro. Com discursos atraentes, inovadores, empreendedores, criativos, nega-se a herança histórica da escola e procura-se fomentar uma educação esvaziada das dimensões públicas e comuns, pautada pelo ritmo do “consumismo pedagógico” e do “solucionismo tecnológico”. (NÓVOA; ALVIM, 2021, p. 3)

O ERE com a utilização de recursos digitais não transformou nossas salas de aula, não trouxe soluções prontas que nos colocaram mais perto desse futuro inevitável que Nóvoa e Alvim (2021) ressaltam. Muito pelo contrário, o ERE reforçou modelos tradicionais de ensino e demandou mais do que criatividade dos professores, exigiu sensibilidade, atenção e empatia. Gatti (2020) menciona a necessidade, principalmente considerando o contexto de retorno ao ensino presencial, de se ter sensibilidade, de apreender os desafios e as situações enfrentadas para a manutenção das atividades de ensino e de aprendizagem.

Considerando minha experiência durante o ERE, a dimensão tecnológica dessa modalidade, o preparo das aulas, de materiais de ensino, correção de atividades avaliativas, ao longo do tempo, teria se tornado insustentável se não tivesse buscado me apoiar na dimensão humana do trabalho docente. O olhar atento e sensível foi fundamental para compreender e relativizar a tensão que mais se impôs no meu contexto de ERE: a redução drástica das interações entre professores e estudantes.

Segundo Lima, Ramos e Oliveira (2022), o ensino remoto reduz de forma significativa o diálogo e as interações entre o professor e seus estudantes. Essa diminuição pode ser, de alguma forma, explicitada, a partir da Figura 1, que apresenta um cenário que foi comum em minhas salas de aula virtuais, durante os encontros síncronos.

Durante vários meses, na maioria das minhas aulas, o contato visual com meus estudantes se dava a partir de suas fotos de perfil ou, como no caso da Figura 1, das iniciais de seus nomes. Ver os estudantes com as câmeras ligadas não era algo comum por vários motivos: problemas de conexão (LIMA; RAMOS; OLIVEIRA, 2022), falta de espaço adequado para estudo e acompanhamento das aulas (MACEDO, 2021) e até mesmo vergonha de se expor eram justificativas comuns dos estudantes.

Figura 1 - Captura de tela obtida durante aula síncrona de uma turma do curso de licenciatura em Química



Fonte: Elaborada pela Autora a partir de captura de tela, 2023.

Por mais que as razões fossem justificáveis, não poder ver os graduandos para conseguir captar reações, positivas ou não, durante as aulas síncronas me causaram grande preocupação e desconforto. Não era uma questão de buscar o retorno para aprovação do meu discurso ou a necessidade de ter expectadores. O distanciamento físico promoveu a interrupção de muitas interações que eram comuns em minhas salas de aula. Sem ter condições de fazer a leitura das expressões dos estudantes e mais, com a redução drástica da participação dos estudantes nas aulas, todo o movimento dialógico, fundamental em aulas sociointeracionistas, foi radicalmente reduzido.

O ensino remoto favoreceu a reprodução de abordagens de ensino tradicionais já reconhecidamente limitadas (LIMA; RAMOS; OLIVEIRA, 2022) quando se considera a complexidade do processo de ensino e aprendizagem e o papel ativo que os estudantes devem desempenhar na construção do conhecimento.

Gatti (2020), ao apresentar sua leitura da realidade educacional, tanto da Educação Básica como da Superior, apresenta uma série de dúvidas, dificuldades e preocupações que abrangem, por exemplo, o estudo e a aprendizagem de novos conteúdos curriculares que podem apresentar restrições que são impostas pelo ensino remoto. No entanto, a autora destaca, de forma muito pertinente, os efeitos emocionais desse contexto remoto, que afetam professores e estudantes:

dificuldades de atenção e concentração, o estresse de alunos pela situação do isolamento, por excesso de conteúdos emitidos ou de tempo dedicado diante de tela de computador ou outro aparelho digital, trocas relativizadas pelo esforço comunicativo demandado, falta do calor dos laços presenciais, entre outras situações, o estresse dos professores pela exigência rápida de novas performances, de preparação de aulas virtuais demandando mudanças em perspectivas didáticas. (GATTI, 2020, P.33)

No entanto, para além das tensões, rupturas, preocupações e dificuldades que foram explicitadas na palestra, também procurei destacar que o ERE poderia nos deixar um legado com o objetivo de nos orientar, ou melhor, nos reorientar para o retorno ao ensino presencial. Ou seja, em 18 de junho de 2021, tentava projetar um cenário futuro, não apenas de um retorno, mas de um recomeço de nossas atividades docentes.

Essa dinâmica de pensar perspectivas também foi realizada por outros autores. Gatti (2020), Nóvoa e Alvim (2021) são exemplos desse movimento de reflexão a partir do presente que vivenciamos para a projeção de expectativas para o retorno ao ensino presencial. Gatti (2020) faz, inclusive, uma ação intermediária, de problematização do período de transição do ensino remoto para o presencial. Nesse contexto intermediário,

pontua a importância dos educadores se comprometerem com a recuperação das condições de aprendizagem de seus alunos e também destaca a criação de ambientes de serenidade, de acolhimento e de compreensão.

Quando passa a tecer considerações sobre o futuro próximo, Gatti (2020) faz um convite para abandonarmos os velhos hábitos e para buscar novos caminhos. No entanto, esses não consistem na adoção irrestrita das tecnologias, do ensino remoto. São novos caminhos que podem e até devem ter a presença das tecnologias, mas como partes da construção de uma nova escola, de um espaço formativo forte, que deve ter seu papel e importância reafirmados. A experiência escolar deve ter sentido político e existencial:

Político no sentido do humano-social e ético, e existencial no sentido de ser um “potencial lugar de experiências; como um palco para encontros intergeracionais mediados pelo diálogo com um conjunto de objetos e práticas culturais”. (CARVALHO, 2017 apud GATTI, 2020, p. 34).

Nóvoa e Alvim (2021) se somam ao discurso de Gatti (2020) e falam da necessidade de uma metamorfose da escola, da criação de ambientes que possam viabilizar as trocas, o estudo e o trabalho conjunto, uma vez que aprender depende da participação de outros (NÓVOA; ALVIM, 2021). Esses ambientes, essa nova escola, devem viabilizar encontros, valorizar estudantes e professores e favorecer os processos de ensino e de aprendizagem.

Ensino Remoto Emergencial: para onde foram as tensões e perspectivas?

Após o resgate de eventos e reflexões realizados em nosso passado recente, chegamos a 2023. Mais precisamente em abril de 2023, mais de três anos da declaração da OMS de que a emergência de saúde causada pelo SARS-CoV-2 tinha atingido o patamar de uma pandemia. As vacinas bivalentes, ou de segunda geração,

estão sendo aplicadas no País⁷. Porém, temos o triste registro de quase 700 mil óbitos e um universo de 37 milhões de casos já diagnosticados da Covid-19⁸.

O ERE já não faz mais parte da nossa realidade, finalmente voltamos aos nossos espaços de atuação docente, às nossas reuniões e encontros de formação e orientação presenciais. Muitas das tensões causadas pelo ambiente de ensino remoto foram superadas. Mas, e as tensões geradas pelo excesso de trabalho, tanto dos docentes quanto dos estudantes? E os efeitos emocionais negativos, o estresse, angústia e ansiedade gerados pelo distanciamento e pelo ensino remoto? E o tensionamento causado pelo esvaziamento da relação professor-estudante? E o excesso de uso de telas? Essas tensões também foram superadas? Ou elas foram simplesmente transferidas do ERE para o Ensino presencial? Ou, talvez, elas sempre existiram, foram amplificadas pelo ERE e agora voltam ao seu estado natural?

As tensões continuam, fazem parte de nosso cotidiano, de nossa rotina de trabalho e estudo, de nossas interações de trabalho. Mas, e as perspectivas abordadas na palestra e em parágrafos anteriores deste texto, para onde foram?

Bernadete Gatti (2020) apresenta dois extremos possíveis: um de transformação, de mudanças de nossas práticas; e outro de retorno às condições e às práticas adotadas antes do distanciamento social, antes do ensino remoto. Hodges *et al.* (2020), ao conceituarem o ERE, dão muito destaque ao caráter temporário, provisório da modalidade, que deve ser abandonada assim que a crise que nos levou ERE for superada. Nesse sentido, as tensões e perspectivas simplesmente desaparecem, porque o ERE já foi superado. O ERE foi problemático, gerou e ampliou tensões, mas agora é uma modalidade de ensino que faz parte do nosso passado.

⁷ <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/fevereiro/vacinas-bivalentes-e-monovalentes-sao-igualmente-eficazes-e-protectem-contra-a-covid-19-saiba-mais> - Acesso em: 20/04/2023.

⁸ <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2023-03/em-tres-anos-de-pandemia-ciencia-e-virus-evoluiram> - Acesso em: 20/04/2023

No entanto, por conta desse movimento de volta ao passado, coloco novamente as perspectivas como uma agenda para discussão, para reflexão e, se possível, para transformação, um dos extremos possíveis enunciado por Gatti (2020). Faço esse convite, porque precisamos, novamente e de forma urgente, ainda mais considerando o que vivemos no ERE e suas consequências, pensar em mudanças de nossas práticas como docentes, como estudantes e de uma nova escola que possibilite a construção de uma nova educação. Mas, para além de pensar, precisamos efetivamente trilhar esse novo caminho.

Referências

ALMEIDA, L. C.; DALBEN, A. (Re)organizar o trabalho pedagógico em tempos de Covid-19: no limiar do (im)possível. **Educação & Sociedade**, 41, 2020-01-01 2020.

BRASIL. **Medida Provisória 934, de 1º de abril de 2020**. Estabelece normas excepcionais sobre o ano letivo da educação básica e do ensino superior decorrentes das medidas para enfrentamento da situação de emergência de saúde pública [...]. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 abr. 2020, seção 1 - extra, p. 1.

BRASIL. **Portaria nº 343, de 17 de março de 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2020, seção 1, p. 39.

GATTI, B. A. Possível reconfiguração dos modelos educacionais pós-pandemia. **Estudos Avançados**, 34, n. 100, p. 29-41, 2020-12-01. 2020.

HODGES, C. *et al.* The difference between emergency remote teaching and online learning. **Educause Review**, 27 mar. 2020.

LIMA, C. D. C. D.; RAMOS, M. E. N.; OLIVEIRA, A. L. R. D. Implementação de uma política educacional no contexto da pandemia de Covid-19: o REANP em Minas Gerais. **Educar em Revista**, 38, 2022-01-01. 2022.

MACEDO, R. M. Direito ou privilégio? Desigualdades digitais, pandemia e os desafios de uma escola pública. **Estudos Históricos (Rio de Janeiro)**, 34, n. 73, p. 262-280, 2021-08-01. 2021.

MOSSMANN, S. D. S.; DAGA, A. C.; GOULART, A. J. Uma leitura crítica do processo didático-pedagógico encaminhado durante a pandemia da Covid-19 na rede pública estadual de ensino em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada**, 21, n. 4, p. 1037-1069, 2021-12-01. 2021.

NÓVOA, A.; ALVIM, Y. C. Os professores depois da pandemia. **Educação & Sociedade**, 42, 2021-01-01 2021.

SILVA, J.; GOULART, I. D. C. V.; CABRAL, G. R. Ensino remoto na educação superior: impactos na formação inicial docente. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, p. 407-423, 2021-02-01. 2021.

TELASKA, T. D. S.; MACHADO, A. L. A pandemia da covid-19 e suas repercussões para a educação básica: revisão sistemática da literatura. **Revista Entreideias: educação, cultura e sociedade**, 11, n. 3, 2022-12-13. 2022.

Como contribuir para a formação de cidadãos críticos? Alfabetização científica em tempo de *Fake News*

Poliana Flávia Maia

As mudanças na sociedade implicam, ou deveriam implicar, em mudanças no ensino, de forma que esse atenda às novas demandas colocadas aos cidadãos, contribuindo para que as pessoas estejam mais bem preparadas para lidar com a realidade. Entre as principais mudanças que vivenciamos nas últimas décadas, possivelmente, aquelas relacionadas ao processo de comunicação e veiculação de informações têm sido as mais rápidas. Diante desse cenário recente, decorrente do acelerado desenvolvimento tecnológico, novas demandas são colocadas para a educação, de forma que, mesmo os discursos e perspectivas educacionais mais atuais, precisam ser constantemente ressignificadas. Especificamente no campo do ensino de ciências, enquanto debatemos como promover e como avaliar a alfabetização científica dos estudantes (debate ainda atual, mesmo que tenha se iniciado em meados do século passado) (ROBERTS, 2007), a forma de acesso e compartilhamento de informações, como ocorre na atualidade, deve ser integrada a essa discussão de alfabetização científica.

Pensar em educação para o exercício da cidadania e, mais especificamente, enquanto professores de química, pensar em ensinar essa ciência para tal objetivo, não ocorre sem uma devida problematização. Afinal, devemos nos questionar: *como nós queremos atuar no ensino?; queremos contribuir para a formação de cidadãos com quais atributos?; quais conhecimentos e habilidades queremos que esses cidadãos desenvolvam, por meio de um processo que chamamos de alfabetização científica?.*

Diante dessas questões, esse texto pretende contribuir para a reflexão sobre qual ensino de ciências/química queremos promover, especificamente considerando um fenômeno que, apesar de não ser novo, tem se ampliado com o desenvolvimento das tecnologias e processos de comunicação: a divulgação de informações falsas, mais conhecidas na atualidade como *Fake News*¹. Apesar de esse termo ter ganhado maior repercussão recentemente, tendo sido apropriado do inglês como reflexo do processo de globalização que vivemos, a veiculação de informações falsas aparece como um processo ligado à própria história da humanidade. Junto ao que tem sido denominado como *Fake News* (que seriam notícias falsas, conforme a tradução literal do termo), coloca-se à disposição das pessoas um grande repertório de falácias, teorias da conspiração, fatos fabricados e todo o tipo de distorção da verdade que levam à desinformação. As pessoas estão, incessantemente, sujeitas a um “bombardeamento” de *Fake News* a partir de diversas mídias. O acesso à internet e às redes sociais, com facilidade de produção e compartilhamento de diversos conteúdos, tem levado à grande intensificação da desinformação na atualidade.

Esse novo cenário nos impõe a necessidade de refletir sobre como promover a alfabetização científica dos estudantes, de forma a contribuir para a formação de cidadãos que saibam questionar, criticar e discernir sobre a confiabilidade de informações. Assim, enquanto docentes da área de ciências, devemos buscar responder às questões colocadas previamente, encontrando caminhos para que possamos contribuir para a alfabetização científica dos

¹ Nesse trabalho, optamos por unificar sob o termo *Fake News* diversos processos de difusão de informações incorretas, como teorias da conspiração, falácias, desinformações, teorias alternativas, entre outros. Tal escolha se deve à grande difusão do termo *Fake News*, especialmente a partir de 2016, período das eleições nos Estados Unidos da América. Alertamos, todavia, que não é foco desse texto abordar o tema pseudociências, que entendemos que é mais amplo do que *Fake News* e pode levar à criação dessas (PIVARO; GIROTTI, 2022).

estudantes, estimulando o desenvolvimento de atributos voltados ao exercício da cidadania.

Para pensar sobre a promoção da educação para o exercício da cidadania, nos referenciamos em documentos elaborados pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), sobre a educação para a cidadania global, visão essa que tem embasado as discussões sobre essa temática em todo o mundo (democrático!). A educação para a cidadania global "tem um papel crucial a desempenhar para equipar alunos com competências para lidar com o mundo dinâmico e interdependente do século XXI" (UNESCO, 2015, p. 9). A promoção da educação, nessa perspectiva, visa contribuir para formação de cidadãos participativos, isso é, que não só tenham o conhecimento teórico-conceitual, mas que tenham também o conhecimento atitudinal, cidadãos que possam e queiram participar, que queiram agir para ser, então, agentes de transformação do seu meio. Além disso, é importante que ele tenha autonomia, no sentido de ser capaz de buscar conhecimento por conta própria, fazer pesquisas e ser crítico. A ideia é que possa procurar visões diferentes e ter um conhecimento amplo, pois a pessoa só é crítica se conseguir procurar informações a partir de fontes diversas, estando aberta a diferentes visões. Afinal, se ela só conhece um lado da história, só um posicionamento, isso não lhe proporciona o desenvolvimento da criticidade. Estabelecendo uma relação direta com a alfabetização científica, essa autonomia e independência são fundamentais para que as pessoas sejam "capazes de desmascarar e rejeitar as reivindicações infundadas dos negadores da ciência" (ALLCHIN, 2021).

Além desses, outro atributo que se busca desenvolver para o pleno exercício da cidadania é a solidariedade, de forma que as pessoas se preocupem com o bem-estar e com a qualidade de vida não só dela, mas com as outras pessoas, em um contexto global. Nesse sentido, compreender as consequências de suas ações, compreender os impactos de veicular informações erradas e

trabalhar no sentido de barrar a disseminação da desinformação fazem parte desse exercício da cidadania.

De acordo com a UNESCO (2015), a educação para a cidadania global

Visa empoderar alunos para que eles se engajem e assumam papéis ativos, tanto local quanto globalmente, para enfrentar e resolver desafios globais e, por fim, contribuir de forma proativa para um mundo mais justo, pacífico, tolerante, inclusivo, seguro e sustentável. (UNESCO, 2015, p. 15)

Mesmo que a gente viva em uma sociedade democrática, aqui no Brasil e, por lei, que todos os cidadãos possuam os mesmos direitos, é importante pensar que nem todos *desfrutam* dos mesmos direitos, ou melhor, esses direitos não são garantidos a todos. E, ainda, pensar em uma cidadania global implica em pensar para além do Brasil, pensar em mundo, reconhecendo que muitas nações ainda não têm um regime democrático como nós temos. Temos que refletir no campo global, de uma forma ampla, e, como cidadãos, devemos reconhecer que essa luta é de todos. É necessário buscar esse empoderamento, o que não está só no sentido da nossa atuação local, mas em uma perspectiva global. Assim, essa educação para a cidadania é baseada e dirigida por princípios que nos levam a atuar buscando a justiça, a criticidade, a participação ativa, de forma que a gente possa resolver problemas sociais, participar da sociedade de uma forma a realmente buscar a dignidade dos sujeitos e lutar por essa dignidade.

Ainda dentro dos documentos da UNESCO, destaca-se que a educação para a cidadania global

Visa desenvolver e aplicar as competências cidadãs fundamentais, como investigação crítica, tecnologia da informação, **alfabetização midiática**, pensamento crítico, tomada de decisão, resolução de problemas, construção da paz e responsabilidade pessoal e social. (UNESCO, 2015, p. 16, grifo nosso)

Quando pensamos no ensino de química, é comum pensarmos em investigação, ao considerar os processos de construção dessa ciência e de aprendizagem envolvendo ensino por investigação. A

tecnologia da informação também se relaciona mais comumente ao ensino da química, dado o (desejável) uso de ferramentas tecnológicas no ensino e o ousado uso da tecnologia para a produção e comunicação da ciência. O termo “alfabetização midiática”, citado no documento da UNESCO, por sua vez, é mais atual e está associado justamente à necessidade de as pessoas saberem lidar com as mídias, sendo capazes de receber e analisar criticamente as diversas informações veiculadas. Isso implica em ir além da leitura das palavras, da mensagem escrita. A alfabetização midiática refere-se a receber de forma crítica e criteriosa as informações, questionando a veracidade dessas. Pensar no papel do professor de ciências/química na formação para a cidadania implica em pensar na promoção da alfabetização científica que contemple essa leitura crítica das informações, ou seja, devemos pensar na alfabetização midiática como parte do processo de alfabetização científica.

A necessária promoção da alfabetização midiática junto ao ensino de Ciências tem sido destacada por diversos pesquisadores da área (HODSON, 2013; HÖTTECKE; ALLCHIN, 2020; REID; NORRIS, 2016). Nas palavras de ALLCHIN (2022):

Os objetivos da educação científica, portanto, precisam ampliar significativamente a alfabetização científica para incluir a alfabetização científica midiática e abordar a confiabilidade das afirmações científicas onde quer que apareçam, de tubos de ensaio ao *YouTube*, do livro de laboratório ao *Facebook* (p.1476, tradução nossa).

Dessa forma, a alfabetização científica que pretendemos desenvolver deve visar contribuir para que os estudantes sejam capazes de buscar informações por si próprios e atuar criticamente a partir de um posicionamento informado. As autoras Sasseron e Carvalho (2011) apresentam três eixos estruturantes para alfabetização científica, que abrangem: “*compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais*”, “*entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente*”, “*compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam suas práticas*” (p.75).

Nesse momento, destacamos o último eixo citado, que aborda a necessidade da compreensão da natureza das ciências para a promoção da alfabetização científica das pessoas. Os conhecimentos relativos a esse eixo vão além dos conceitos e teorias. Claro que o conhecimento de conceitos e teorias científicas constituem importante base para compreender nosso mundo e até para buscarmos informações ou aprofundar a compreensão dessas. Contudo, é impossível desenvolvermos compreensão de todas as teorias, conceitos e temáticas abordadas na área de ciências, contudo, o conhecimento de natureza das ciências constitui um saber mais geral, que pressupõe compreender como ocorre a construção dos conhecimentos científicos. Nessa perspectiva, passamos de '*o que a ciência fala*' para '*como a ciência se constrói*'. E ainda, ao compreender processos de construção da ciência, espera-se o desenvolvimento da criticidade no sentido de julgar a credibilidade das informações recebidas, chegando a questionar questões epistemológicas relacionadas ao processo de construção de determinado conhecimento, como os critérios de produção e validação, e até mesmo chegando a questionar '*quem fala pela ciência*' (ALLCHIN, 2022).

Tais conhecimentos constituem um grande passo para a promoção da alfabetização científica, porque, a partir disso, espera-se contribuir para o desenvolvimento da criticidade, no sentido de desmitificar a ciência, aproximando-a do estudante, rompendo com a ideia de que ciência é de difícil acesso e compreensão. O entendimento da natureza da ciência contribui para humanizar a ciência ao mesmo tempo em que difunde a necessidade de métodos e critérios específicos de sua produção, o que pode ser um passo contra o negacionismo e as pseudociências.

Ao pensar em como a natureza das ciências pode contribuir no debate atual contra o que estamos denominando aqui como fenômeno das *Fake News*, propomos uma análise sobre a presença dessas na sociedade para, a partir disso, pensarmos em como a alfabetização científica pode ser desenvolvida no sentido de combater a disseminação delas. Alertamos que não é objeto desse

texto analisar a origem dessas, o que deve ocorrer, em uma perspectiva mais ampla, a partir de uma análise filosófica, política e sociológica².

Para começar a pensar na veiculação de informações falsas em nossa sociedade, iniciamos usando como exemplo algumas ideias propagadas por movimentos antivacinas. Ideias como *'vacinas são operações diabólicas'*, *'vacinas constituem uma prática perigosa de inoculação'*, *'vacinas são parte de um plano para atacar populações civis'*, *'a vacinação compulsória visa atacar os direitos dos cidadãos'*, podem refletir perfeitamente ideias difundidas por movimentos antivacinas na atualidade, como se viu amplamente presente no período da pandemia da Covid-19. Contudo, ideias como essas foram enunciadas por pessoas, como pastores, governantes e líderes de movimentos sociais há mais de 200 anos (HUSSAIN; ALI; AHMED; HUSSAIN, 2018). Pensamentos como os apresentados foram difundidos para a sociedade desde o período do desenvolvimento da primeira vacina, contra a varíola, e uma trágica consequência disso foi a redução da adesão da população ao processo de vacinação, como ocorre até hoje. Informações equivocadas sobre as vacinas geram medo e, com isso, doenças que poderiam ser erradicadas assolam as sociedades. E, apesar do desenvolvimento do processo de produção das vacinas ao longo do tempo e, claro, o aumento da segurança dessas, com protocolos de testes muito bem estabelecidos nessa área da ciência, muitas pessoas ainda acreditam nas informações falsas que são difundidas nas mídias e se colocam contrárias à vacinação.

Não compreender o processo de produção da ciência, seus métodos, e não valorizar o conhecimento desenvolvido são possíveis causas da credibilidade que as pessoas atribuem às *Fake News*. Contudo, quando as informações erradas são provenientes dos próprios atores do empreendimento científico, isto é, dos

² Para compreender, a partir de uma perspectiva mais ampla, os fenômenos das *Fake News*, pseudociências e movimentos anticência, especialmente vivenciados na atualidade, recomendamos a leitura do livro "Onde aterrar: como se orientar politicamente no antropoceno", do filósofo Bruno Latour, publicado em 2020.

cientistas, o peso dessas informações pode ser ainda maior, tanto em relação à adesão às ideias difundidas quanto em relação ao desenvolvimento da desconfiança e falta de credibilidade na ciência. Nesse sentido, podemos citar o que ocorreu em 1998, com a publicação de um artigo na renomada revista científica *The Lancet* pelo médico e pesquisador Andrew Wakefield, na qual ele relatou ter encontrado correlação entre a vacina tríplice viral e o desenvolvimento do autismo em crianças (HUSSAIN; ALI; AHMED; HUSSAIN, 2018). Após a identificação de conflitos de interesse por parte do pesquisador, problemas éticos na pesquisa e identificação de sérios problemas metodológicos por outros cientistas, que invalidavam as conclusões do estudo publicado por Wakefield, a revista retirou o artigo de circulação e publicou uma retratação em relação ao mesmo. Contudo, o impacto gerado por esse artigo não foi reversível, com uma grande redução nos índices de vacinação durante os anos que se seguiram, com retorno do sarampo como doença endêmica em alguns países (como na Inglaterra), aumento de casos da doença em todo o mundo e até mortes. Nesse caso, temos uma informação falsa produzida dentro do próprio contexto de produção da ciência e, diante disso, colocam-se as perguntas: *‘diante disso, como confiar na ciência?’*; *‘como podemos nos prevenir de informações falsas, problemas éticos e outras falhas que ocorrem dentro da própria ciência?’*. Uma possível resposta a isso também pode ser encontrada dentro da natureza da ciência: o conhecimento científico é produzido coletivamente. A validação dos conhecimentos produzidos é feita a partir de diversos estudos, que podem corroborar resultados de pesquisas anteriores e, a partir disso, tem-se a atuação da comunidade científica em relação ao reconhecimento de determinados conhecimentos como sendo verdadeiros. Além disso, mesmo que erros como esses possam ocorrer na ciência, os métodos e processos da ciência operam sempre no sentido de dirimi-los.

Apesar do exemplo mencionado em relação a um estudo publicando resultados falsos, a origem das *Fake News* se dá, em geral, a partir de pessoas que não participam do processo de

construção do conhecimento científico. Deve-se considerar que as *Fake News* carregam intenções (FASOLO PIVARO; GIROTTO JÚNIOR, 2022) relacionadas a interesses de determinados grupos, seja em relação à adesão a determinadas ideias, posicionamento político ou mesmo para promover o medo e a insegurança. Independente dos motivos que levam à criação de uma *Fake News*, temos que pensar no que provoca a adesão das pessoas para, com isso, conseguirmos pensar em soluções que nos permitam combatê-las.

As *Fake News* são elaboradas empregando elementos que, propositalmente, levam as pessoas à maior adesão a elas, coisas que parecem tornar as informações apresentadas mais críveis, por vezes passando a ideia de que sejam conhecimentos científicos, ou buscam maior adesão emocional de quem recebe a informação. Como apresentado por Allchin (2022), não é que negacionistas não acreditam na ciência, “*infelizmente, eles acreditam na ciência errada*” (ALLCHIN, 2022, p. 1476). Nesse sentido, cabe a nós trabalhar no processo de guiar os estudantes para reconhecer a verdadeira ciência.

Apresentamos a seguir alguns exemplos que nos permitirão refletir sobre a ‘anatomia das *Fake News*’, a fim de ajudar a compreensão das estruturas dessas, o porquê de elas captarem tanta atenção e o porquê de se espalharem com tanta facilidade. Tentaremos fazer, o que propõe Allchin (2022, p. 1478): vamos “arriscar reconhecer que visões ‘irracionais’ podem parecer razoáveis ou mesmo convincentes”. Assim, a partir do estudo das *Fake News*, buscando examiná-las antes de criticá-las, podemos planejar quando e como agir para desenvolver a análise crítica e cientificamente informada dos estudantes.

Anatomia das *Fake News*

Uma das primeiras características que vamos analisar nas *Fake News* é o que chamamos de **mimetismo**, em analogia com o que ocorre na natureza, em que determinados animais, que se parecem

com outros mais perigosos, têm maior chance de sobreviver a predadores.

Quando pensamos nas *Fake News*, esse mimetismo pode ser associado às características que podem deixá-las mais parecidas com conteúdos sérios, verídicos.

Por exemplo, uma notícia que foi difundida em redes sociais relacionada à baixa eficácia da vacina CoronaVac trouxe a afirmação de que a eficácia dessa vacina é apenas 0,38% superior ao placebo (É FALSO..., 2021). Nessa notícia, podemos verificar a existência de termos que podem conferir um aspecto de informação crível, pois apresenta dados estatísticos relacionados a um estudo comparativo com um placebo. Ora, a apresentação dessas informações pode levar a crer que houve realmente um estudo e, ainda, pelo tratamento estatístico é possível pensar que ele foi realizado com número significativo de participantes. Além disso, o fato de ser comparativo com o placebo emprega uma ideia de métodos que são realmente empregados pela ciência, de forma que a notícia aparenta certo 'cientificismo', e, dessa forma, usufrui de uma posição em que pode ser recebida como informação científica e, por isso, é recebida como um discurso de autoridade (como o é, o discurso da ciência).

Diante de uma notícia como essa, mimetizada de informação científica, devemos pensar em como trabalhar em sala de aula, no sentido de combater e/ou prevenir a adesão a esse tipo de informação. Uma possibilidade é explorar questões relacionadas à natureza das ciências. O primeiro ponto é questionar a fonte dessa informação, ou seja, *'quem (ou qual grupo) desenvolveu essa pesquisa?'*. Além disso, questões como: *'quem veiculou essa informação?'*; *'como esses resultados foram produzidos?'*; *'onde esses resultados foram publicados?'*; *'há outros estudos que corroboram esses resultados?'* são fundamentais para que fique evidente que as aparências superficiais não caracterizam um conhecimento como científico e, assim, a pessoa não seja enganada pela estrutura da informação.

A informação usada nesse exemplo já foi amplamente desacreditada em diversos domínios na internet³, contudo a falta de criticidade, de alfabetização científica e midiática das pessoas permite com que essa e diversas outras notícias continuem a circular, em outros tempos e contextos (PURI; COOMES; HAGHBAYAN; GUNARATNE, 2020), o que torna quase impossível reverter as consequências dessas notícias.

Outra característica comumente presente nas *Fake News*, que tende a fazer com que ela pareça crível às pessoas, é a sua **sustentação em ‘dados’**. A apresentação da palavra dados entre aspas deve-se à diferença entre o que essas notícias apresentam como supostos dados e o que são, de fato, dados no contexto científico. Os supostos dados apresentados pelas *Fake News* limitam-se a observações cotidianas, sem qualquer critério científico ou estabelecimento de correlações. Em geral, tais “dados” limitam-se a amostras unitárias ou pequenos grupos, com acompanhamentos sem qualquer critério ou controle, que jamais poderiam servir como evidências para uma conclusão científica. Um exemplo de uma *Fake News* que foi apresentada com ‘dados’ foi um vídeo da Dra. Lucy Kerr sobre a eficácia da ivermectina na cura da Covid-19 (NÃO HÁ PROVA..., 2020). A médica afirmou que teve resultados positivos com 20 pacientes que tratou com ivermectina. Diante dessa informação, é fundamental compreender o conhecimento científico para não acreditar em pessoas que usam de um discurso de autoridade perante a sociedade (nesse caso, devido à sua profissão), como se, necessariamente, as informações veiculadas por tais pessoas tenham respaldo científico. É fato que uma amostra de 20 pessoas é insignificante para conduzir um estudo científico com um medicamento e, para além desse ‘dado’ irrelevante, os métodos empregados nesse ‘estudo’ devem ser analisados, pois nada têm de científico.

³ A repercussão dessa *Fake News*, entre outras relacionadas à vacina coronavac, levou à publicação, na página do Instituto Butantã, de diversas respostas a dúvidas e mitos relacionados a essa vacina, voltados ao esclarecimento da população.

Além do exemplo dessa médica, muitas são as *Fake News* que veiculam informações relacionadas a “dados”, muitas vezes com certa proximidade em relação ao exemplo, para que o testemunho seja mais crível. Esse é o caso em que essas notícias citam pessoas afirmando ‘aconteceu comigo’, ou ‘aconteceu com meu vizinho, meu filho’, de forma que o testemunho aumente a credibilidade e, por consequência, a confiabilidade na informação.

Além de compreender um pouco sobre a necessidade de métodos criteriosos para a condução de uma pesquisa científica (mesmo que não se saiba quais métodos, especificamente), a alfabetização científica deve contribuir para que as pessoas reconheçam diferenças entre o trabalho de um cientista e o trabalho de um especialista em sua profissão. Nesse sentido, a alfabetização científica deve contribuir para que, em contato com as mídias, as pessoas estejam “blindadas” a discursos de autoridade que usurpam a ciência e passem a reconhecer a autoridade apenas dos discursos que são capazes de vencer os crivos de credibilidade do conhecimento científico.

Prosseguindo a análise da anatomia das *Fake News*, algo que motiva o compartilhamento de informações falsas nas redes sociais, pois chama a atenção das pessoas, é o **apelo emocional**. A associação de questões sensíveis nas *Fake News* é uma prática que tende a promover maior adesão às notícias, especialmente quando envolve grupos vulneráveis (PURI; COOMES; HAGHBAYAN; GUNARATNE, 2020). Ainda seguindo com exemplos relacionados à pandemia da Covid-19, o caso de uma das primeiras enfermeiras que foi vacinada nos EUA foi amplamente divulgado nas redes sociais. A vacinação da mesma foi televisionada, ao vivo, e ela chegou a desmaiar imediatamente após a vacinação. Não tardou a surgir notícias de que ela passou mal devido à vacina, e ainda houve a criação da *Fake News* de que essa enfermeira havia morrido em decorrência da vacinação (DOMINGOS, 2021). Envolver uma enfermeira, mulher, no exercício da profissão, na frente do combate à Covid-19, foi uma estratégia para envolver emocionalmente as

pessoas para a adesão à *Fake News*, o que contribuiu para reforçar os discursos antivacinas.

Para concluir, essa proposta de refletir sobre a anatomia das *Fake News*, abordaremos dois termos que muito têm contribuído para a disseminação e reforço das *mesmas*: o **efeito bolha** e as *echo chambers*⁴. Apesar de não constituírem o mesmo fenômeno, esses fatos trazem contribuições semelhantes quando pensamos nas *Fake News*. O **efeito bolha** é uma consequência de algoritmos presentes na rede que, a partir de nossas ações na internet, filtram informações de acordo com o perfil do usuário. Com isso, a pessoa tem como resposta às suas interações na rede um conjunto de informações previamente selecionadas e direcionadas a ela. Isso faz com que as pessoas fiquem em contato apenas com aquelas informações acessadas, coerentes com seu modo de pensar, de forma que as informações que as pessoas acessam tendem a reforçar suas convicções. Diante disso, quando uma pessoa realiza uma determinada busca na rede, ela acaba por confirmar seu posicionamento, ao invés de proporcionar acesso a diferentes informações que poderiam levar a um posicionamento realmente informado.

O termo *echo chambers*, ou câmaras de eco em tradução literal, refere-se à repetição das mesmas ideias e informações, o que pode existir independente das redes sociais e algoritmos, mas claramente foram intensificadas por esses recursos. As *echo chambers* sempre existiram, pois elas poderiam estar presentes por escolhas pessoais, como o grupo de pessoas com que se convive, ou até seleção de uma determinada seção ou coluna do jornal impresso. A ideia das *echo chambers* é a falta de contato com a diversidade de informações e/ou opiniões, tendo acesso somente com aquilo que reforça determinado posicionamento.

Independente das diferenças, tanto o efeito bolha como as *echo chambers* contribuem para que as pessoas tenham acesso a informações que estão de acordo com suas crenças iniciais e, nesse

⁴ O uso do termo em inglês deve-se à apropriação do termo em português, sem ser traduzido.

contexto, a tendência de as pessoas acreditarem em tais informações é maior. Há a tendência de as pessoas acreditarem que algo é verdadeiro por ser coerente com o que elas pensam. Nesse sentido, reconhecer a existência desses efeitos e, do ponto de vista da alfabetização científica, ser capaz de investigar para ter acesso a diferentes fontes de informação é fundamental para que os estudantes sejam alfabetizados para as mídias.

Pensando o ensino de Química no contexto das *Fake News*

Trazendo agora um exemplo de *Fake News* que foi veiculada também na pandemia (no início de 2020) e que toca especificamente os químicos, abordaremos um vídeo de uma pessoa que se intitulava 'químico autodidata', que veiculou a informação de que álcool em gel não funcionava como forma de prevenção contra o coronavírus (DOMINGOS, 2020). Considerando o momento de medo, do início da pandemia, em que o mundo lidava com a impotência por não ter muitas informações sobre o vírus e, ainda, que não dispúnhamos de outra forma de controle a não ser higiene, máscaras e distanciamento social, esse vídeo teve grande repercussão na sociedade brasileira. O impacto dele levou o Conselho Federal de Química a emitir uma nota em relação ao vídeo, desmentindo as informações e afirmando que não reconhece o título de químico autodidata e que o autor do vídeo não era credenciado a nenhum Conselho de Química. Ao analisarmos esse vídeo, é possível identificar a presença de uma linguagem que recorre a explicações que poderiam ser consideradas científicas por pessoas leigas, como dados sobre a composição do álcool em gel, o uso de compostos gelatinosos na formação de meio de cultura e mesmo o título de químico, autoproclamado. Nesse sentido, podemos perceber o mimetismo na composição da *Fake News*, enquanto o efeito das *echo chambers* intensificou a repercussão do vídeo nas redes sociais, uma vez que era um momento em que as pessoas estavam ávidas por informações relacionadas à epidemia da Covid-19. O apelo emocional do vídeo ficou por conta da ideia

relacionada a uma teoria da conspiração, que tende a envolver as pessoas por gerar sentimentos de desconfiança e as deixam em estado de alerta. Isso ocorreu, porque o autor do vídeo afirmava que o vinagre seria mais eficaz no combate ao vírus, mas que essa informação não era veiculada devido ao interesse das empresas que produzem álcool em gel.

Diante de notícias como essa, vê-se uma oportunidade de os professores de química integrarem conhecimentos ‘de’ e ‘sobre’ ciências, para avaliar criticamente as informações apresentadas. Por exemplo, é possível usar conceitos relacionados à concentração de soluções para calcular os valores, com diferentes unidades, da concentração de etanol no álcool em gel e, com isso, desmentir as informações do vídeo. Além disso, voltar à questão de ‘quem fala’, no sentido de questionar a *expertise* da pessoa que produziu o vídeo, em relação aos conhecimentos que ela veicula, é uma forma de desacreditar tais conteúdos.

Pensar a alfabetização midiática associada à científica é urgente na educação brasileira. O Brasil aparece entre os países em que há maior veiculação de *Fake News*, segundo um estudo desenvolvido no início da pandemia da Covid-19 (ISLAM; SARKAR; KHAN; KAMAL *et al.*, 2020). Esse dado está associado ao grande uso das redes no país, como apresenta um estudo tipo *survey*, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia (INCT-CPCT), realizado com 2206 jovens, entre 15 e 24 anos, de 79 cidades, de todas as regiões do Brasil (MASSARINI; FAGUNDES; CASTELFRANCHI; MOREIRA, 2021). Nessa pesquisa, 52% dos jovens afirmaram buscar informações relacionadas às ciências em programas ou vídeos, na TV ou *on-line*. Além disso, 79% dos jovens afirmaram buscar informações científicas no *Google* e mais de 50% afirmou usar mídias sociais com essa finalidade. Esses dados reforçam a necessidade de discutir com estudantes aspectos como efeito bolha e *echo chambers*, para que eles desenvolvam criticidade em relação ao uso de suas fontes de consulta.

Claro que esse não é um fenômeno que ocorre somente no Brasil. A própria Organização Mundial da Saúde tomou a iniciativa de disponibilizar informações para desmentir mitos e *Fake News*, em resposta ao fenômeno que foi denominado infodemia (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2020), que se refere a “um excesso de informações, algumas precisas e outras não, que tornam difícil encontrar fontes idôneas e orientações confiáveis quando se precisa” (p. 2).

Para pensarmos na gravidade da propagação das *Fake News*, que leva à necessária mobilização de órgãos como a OMS, apresentamos um fato trágico ocorrido no Irã e na Turquia. Uma *Fake News*, que veiculava a informação de que a ingestão de metanol poderia prevenir e até combater a Covid-19, levou à morte de mais de 800 pessoas, muitas delas crianças. Junto a essa, diversas outras *Fake News* que podem comprometer a integridade e a vida das pessoas são veiculadas, incessantemente, ultrapassando barreiras de cultura, nacionalidade, credo, língua e religião. Pensar na promoção da educação para uma cidadania global requer pensar em preparar nossos jovens para lidarem com esse fenômeno, assumindo sua responsabilidade, não apenas em relação à criação, mas na disseminação dessas informações, em uma perspectiva global.

Pelo reconhecimento da verdade

Nesse capítulo nos propusemos a problematizar a alfabetização científica e midiática mediante às *Fake News*, especialmente trazendo exemplos relacionados ao contexto da pandemia da Covid-19. O uso desses exemplos não é ao acaso, pelo contrário, ele é abordado por ter constituído terreno muito fértil para a proliferação de *Fake News*, como nunca vivenciado pela humanidade. Além disso, é importante que possamos aprender a partir dos acontecimentos desse período, não deixando cair no esquecimento o que vivenciamos, sendo capazes de aprender a partir da nossa vivência a analisar criticamente as informações, analisando tais acontecimentos à luz da natureza das ciências

sempre que possível (como apresentado em MAIA; JUSTI; SANTOS, 2021; WONG; KWAN; HODSON; YUNG, 2009). Refletir sobre a presença de *Fake News* ao longo de toda a história e analisar como as pessoas se comportaram e agiram diante delas pode contribuir para o desenvolvimento de um olhar mais orgânico em relação a esse problema, de forma que o estudante possa desenvolver sua criticidade em relação a eventos mais atuais, que faça parte de sua própria realidade.

É muito importante que o trabalho com a alfabetização científica, integrada à alfabetização midiática, ocorra com frequência, em diversos momentos. Nessa perspectiva, o professor deve guiar os estudantes na análise de eventos passados e presentes, para que ele desenvolva competências que o permitam agir. Nesse sentido, questionar as informações a partir do crivo dos processos das ciências, olhar a participação da comunidade científica em corroborar determinada informação e, com isso, identificar '*quem fala pela ciência*' são pontos a serem trabalhados para alcançar os objetivos postos à alfabetização científica e midiática.

A discussão sobre a necessidade de a alfabetização científica ser articulada ao que tem sido recentemente denominado de alfabetização midiática está no palco das discussões da educação em ciências em todo o mundo, como vários trabalhos têm apresentado (como ALLCHIN, 2022; FASOLO PIVARO; GIROTTO JÚNIOR, 2022; GOMES; PENNA; ARROIO, 2020; HODSON, 2013; HÖTTECKE; ALLCHIN, 2020; MAIA; JUSTI; SANTOS, 2021; VALLADARES, 2021). Contudo, o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao ensino e como promover a alfabetização científica e midiática dos estudantes ainda estão se iniciando. Apesar das discussões e dos apontamentos, precisamos avaliar as ações que contribuem efetivamente para tais objetivos. O que sabemos, todavia, é que se tem um grande desafio, a resposta para ele não é simples. Para solucioná-lo, é necessário que o processo educativo orquestre diversas ações em prol do empoderamento dos estudantes para lidar com essa realidade. Aqui apresentamos uma perspectiva do ponto de vista da abordagem da natureza da

ciência, mas somos cientes de que esse não é o único caminho e talvez não seja, sozinho, uma solução.

Os processos de alfabetização científica e midiática não podem se furtar, contudo, de orientações mais gerais para o exercício da cidadania, como a responsabilidade, pessoal e social (UNESCO, 2015). Assim, o compromisso com a verdade é premissa básica para a atuação do cidadão. Dessa forma, compreender o fenômeno da veiculação das *Fake News*, saber do alcance dessas, das consequências e, ao mesmo tempo, da responsabilidade de cada cidadão em elaborar ou mesmo compartilhar conteúdos nas diferentes mídias deve estar submetido ao atendimento dos atributos necessários para o exercício da cidadania global.

Referências

ALLCHIN, D. Who speaks for science? *Science & Education*, 31, n. 6, p. 1475-1492, 2022.

DOMINGOS, R. **É #FAKE mensagem em vídeo que diz que álcool gel não funciona como forma de prevenção contra o coronavírus.** G1, 28/02/2020 2020.

DOMINGOS, R. **É #FAKE que enfermeira morreu no Tennessee após tomar vacina contra Covid-19 e desmaiar em público.** G1, 20/12/2020 2021.

É FALSO... É falso que eficácia da CoronaVac seja somente 0,38% superior ao placebo. Estado de Minas Nacional, 22/01/2021 2021.

FASOLO PIVARO, G.; GIROTTTO JÚNIOR, G. Qual ciência é negada nas redes sociais? Reflexões de uma pesquisa etnográfica em uma comunidade virtual negacionista. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27, n. 1, p. 435-458, 2022.

GOMES, S. F.; PENNA, J. C. B. d. O.; ARROIO, A. *Fake News* científicas: percepção, persuasão e letramento. *Ciência & Educação*, 26, 2020.

HODSON, D. Don't Be Nervous, Don't Be Flustered, Don't Be Scared. Be Prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, 13, n. 4, p. 313-331, 2013.

HÖTTECKE, D.; ALLCHIN, D. Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. **Science Education**, n. 104, p. 641-666, 2020.

HUSSAIN, A.; ALI, S.; AHMED, M.; HUSSAIN, S. The anti-vaccination movement: a regression in modern medicine. **Cureus**, 10, n. 7, 2018.

ISLAM, M. S.; SARKAR, T.; KHAN, S. H.; KAMAL, A.-H. M. *et al.* COVID-19–related infodemic and its impact on public health: A global social media analysis. **The American Journal of Tropical Medicine**, 103, n. 4, p. 1621, 2020.

MAIA, P.; JUSTI, R.; SANTOS, M. Aspects About Science in the Context of Production and Communication of Knowledge of COVID-19. **Science & Education**, 2021/04/20 2021.

MASSARINI, L.; FAGUNDES, V.; CASTELFRANCHI, Y.; MOREIRA, I. **O que os jovens brasileiros pensam da ciência e da tecnologia?** Rio de Janeiro: Fiocruz. p. 225. 2021. (Pesquisa realizada pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia (INCT-CPCT).

Não há prova de que ivermectina cure covid-19, ao contrário do que diz médica. Estadão, 18/06/2020 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, OPAS. **Entenda a infodemia e a desinformação na luta contra a COVID-19.** : Opas Washington. 2020.

PURI, N.; COOMES, E. A.; HAGHBAYAN, H.; GUNARATNE, K. Social media and vaccine hesitancy: new updates for the era of COVID-19 and globalized infectious diseases. **Human vaccines & immunotherapeutics**, 16, n. 11, p. 2586-2593, 2020.

REID, G.; NORRIS, S. Scientific media education in the classroom and beyond: a research agenda for the next decade. **Cultural Studies of Science Education**, 11, n. 1, p. 147-166, 2016.

ROBERTS, D. A. Scientific Literacy/Science Literacy. In: ABELL, S. K. e LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Handbook of Research on Science Teaching**. London: Routledge, p. 729-780. 2007.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. d. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

UNESCO. **Educação para a cidadania global**: preparando alunos para os desafios do século XXI. UNESCO. Brasília: UNESCO 2015.

VALLADARES, L. Scientific literacy and social transformation: Critical perspectives about science participation and emancipation. **Science & Education**, 30, n. 3, p. 557-587, 2021.

WONG, S. L.; KWAN, J.; HODSON, D.; YUNG, B. H. W. Turning crisis into opportunity: Nature of science and scientific inquiry as illustrated in the scientific research on severe acute respiratory syndrome. **Science & Education**, 18, n. 1, p. 95-118, 2009.

Possibilidades de atuação dos formadores de professoras e professores de química na divulgação científica

José Gonçalves Teixeira Júnior

Este texto tem o objetivo de refletir sobre o papel das professoras e professores de Química, mais especificamente os formadores de professoras e professores de Química, sobre as possibilidades de atuação na divulgação científica. Além disso, busco analisar as potencialidades da divulgação científica como elemento importante para a parceria entre as universidades e as escolas da educação básica. Estes aspectos são discutidos a partir das experiências vivenciadas em um curso de licenciatura em Química.

Nos últimos anos, principalmente em função da pandemia, as atividades de divulgação científica estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano, sendo realizadas através de diversos meios e mídias. No entanto, a diferenciação da divulgação científica realizada por jornalistas, cientistas e educadores em Ciências é por vezes divergente, faltando reflexões mais profundas sobre o assunto. Apesar disso, a divulgação científica tem ganhado espaço em diversos cenários sociais, incluindo a escola, especialmente nas aulas de Ciências. Segundo Lima e Giordan (2021, p. 376), o aumento do interesse pela temática se deve aos “setores da sociedade que exigem cada vez mais a divulgação e circulação do conhecimento técnico-científico; à comunidade científica, que busca legitimação de sua prática social, bem como ampliar as formas de interlocução com a sociedade”.

Compreende-se que a divulgação científica feita por jornalistas, por cientistas e por educadores tem diferenças importantes devido a seu propósito, público-alvo e contexto. Nascimento (2008) e Strack, Loguércio e Del Pino (2009) analisam as compreensões destes sujeitos sobre o papel e as características

da divulgação científica, apresentando questões para que as professoras e professores de Ciências reflitam sobre as interações entre a divulgação científica enquanto oportunidade não formal de aprendizado e o ensino formal de Ciências na escola, levantando questões pertinentes a esse contexto.

Tradicionalmente, os jornalistas buscam comunicar a Ciência de forma acessível e atraente para um público amplo, muitas vezes usando uma linguagem simplificada e evitando jargões técnicos. Eles podem se concentrar em aspectos práticos e aplicáveis da Ciência, destacando as implicações e relevância para a vida cotidiana das pessoas. Por outro lado, as professoras e professores normalmente se dirigem a um público mais especializado, como estudantes universitários, colegas acadêmicos ou outros profissionais da área científica. Eles podem usar uma linguagem mais técnica e detalhada e se aprofundar em conceitos e teorias científicas mais complexas. Assim, a divulgação científica feita por professoras e professores pode ter um tom mais educacional e aprofundado, buscando fornecer um entendimento abrangente dos tópicos científicos em questão.

Outra diferença está na fonte de informação. Os jornalistas normalmente obtêm informações científicas de estudos científicos publicados em revistas acadêmicas ou por meio de entrevistas com cientistas e especialistas. Também buscam múltiplas fontes e, geralmente, seguem princípios de imparcialidade e objetividade na cobertura de notícias científicas. Entretanto, quando a divulgação é feita pelo educador, muitas vezes são eles quem realizaram a experiência, são eles os cientistas e especialistas que conduziram as pesquisas e publicam os estudos acadêmicos. Por isso, eles podem usar sua própria experiência e conhecimento como base para a divulgação científica, além de compartilhar suas opiniões e perspectivas pessoais sobre os tópicos abordados.

Além disso, a divulgação científica feita por jornalistas geralmente ocorre em um contexto de notícias atualizadas e tem como objetivo informar o público em geral sobre as últimas descobertas científicas, eventos ou avanços na área. A finalidade é,

muitas vezes, fornecer informações relevantes e interessantes de forma rápida e acessível, para manter o público informado sobre o fenômeno ou descoberta científica que está acontecendo no momento. Por outro lado, a divulgação científica feita por professoras e professores muitas vezes ocorre em um contexto educacional, como palestras em sala de aula, seminários ou publicações acadêmicas. Este tipo de divulgação tem o objetivo de fornecer uma compreensão mais profunda e detalhada de conceitos científicos para estudantes ou colegas acadêmicos e pode estar mais focada em aspectos teóricos e conceituais da Ciência.

Segundo Lima e Giordan (2021), tanto os jornalistas como as professoras e professores são responsáveis por ampliar o intercâmbio entre a cultura científica e diversos públicos. Independentemente do modo como atuam, seja através de uma comunicação clara e positiva ou através de uma comunicação crítica em relação à cultura científica, sua função social é determinada pela habilidade em mobilizar conhecimentos, princípios, processos, agentes e outros elementos da cultura científica. Ou seja, o divulgador científico – seja a professora, o professor ou o/a jornalista - é visto como alguém que possui competência em mobilizar saberes, valores, processos e agentes da cultura científica e é considerado um representante dessa cultura, por ser capaz de promover a interação entre a Ciência e outras esferas da atividade humana.

Nesta perspectiva, Nascimento (2016, p. 14), a partir de várias leituras sobre divulgação científica, define como

toda atividade de produção, transmissão e explicação de conhecimentos, cultura e pensamento científico e tecnológico, que tem por finalidade complementar a cultura do cidadão, dando-lhe condições de refletir e ter opinião crítica de todo o processo de produção desse conhecimento, para tomada de decisão consciente

Diante disso, Messeder Neto (2019) traz orientações importantes sobre os diferentes tipos de divulgação científica e seu papel para o enfrentamento do obscurantismo e de *Fake News*. O autor apresenta três

princípios que professoras e professores possam seguir ao preparar uma apresentação, uma oficina ou um texto de divulgação científica: i) dimensão lúdico-responsável – que visa aproximar o sujeito e dar leveza ao texto, trazendo elementos divertidos e próximos da cultura do leitor (ou do ouvinte, no caso de vídeos, podcasts, ou palestras) que pretende dialogar; ii) dimensão simplificadora do conteúdo da divulgação – que orienta que o/a docente selecione o mínimo de informações necessárias para que seu público entenda o conteúdo; considera também a impossibilidade de esgotar todos os aspectos relacionados à temática, assim como o cuidado em não distorcer as informações; iii) dimensão combativa – que visa enfrentar as informações falsas ou distorcidas, as concepções místicas, a ridicularização de ideias sem explicações (MESSEDER NETO, 2019).

Estas orientações me fizeram refletir sobre as ações desenvolvidas em atividades nas escolas da educação básica com os programas de iniciação à docência, como o Pibid e o Residência Pedagógica, assim como experiências vivenciadas com a comunidade universitária, em que buscávamos “tornar o conteúdo acessível a uma vasta audiência” (BUENO, 2009).

Desta forma, analiso a seguir diferentes atividades desenvolvidas ao longo dos últimos anos, buscando compreender as potencialidades e também as limitações para a divulgação da Química para a comunidade acadêmica e escolar.

Dimensão lúdico-responsável

Uma das primeiras atividades que penso quando leio as características da dimensão lúdico-responsável são algumas das ações desenvolvidas pelos bolsistas de iniciação à docência. Em especial, lembro-me das atividades experimentais realizadas na praça da cidade, com materiais de fácil acesso, como refrigerantes, vinagre, comprimido efervescente, bicarbonato, etc., para que as pessoas que participavam do evento promovido pela prefeitura tivessem a oportunidade de compreender fenômenos sob o olhar da Química. Da mesma forma, eram realizadas ações da mesma

natureza na universidade, recebendo estudantes da educação básica para conhecer os cursos. Na Figura 1, tem-se um recorte de uma atividade experimental, realizada na universidade, para receber estudantes da educação básica em uma visita.

Figura 1 - Imagem de uma ação realizada na universidade para receber estudantes da educação básica. Os rostos estão cobertos com círculos para preservar a identidade dos estudantes.



Fonte: Do autor, 2023.

Participando de ações como estas, as professoras e professores em formação tiveram a oportunidade de dialogar sobre Química com crianças, jovens e adultos, que viam o fenômeno, se interessavam pelas cores e pelas transformações, mas não compreendiam o que era observado. Assim, era preciso adequar a linguagem da explicação de acordo com o público, muitas vezes não iniciado nas Ciências, muito menos na Química. Compreendo esta como uma atividade lúdica, mas também como uma oportunidade de aprendizagem para professoras e professores em formação. Elas e eles percebiam a necessidade da transposição da linguagem acadêmica para uma linguagem por vezes coloquial, com a intenção de diminuir a distância entre o saber científico e a compreensão dos estudantes, “cedendo lugar a um diálogo que se aproxima do cotidiano das pessoas” (CARVALHO; CUNHA, 2017).

Da mesma forma, as futuras professoras e os futuros professores de Química levam experimentos para as escolas nas atividades do Pibid, da Residência Pedagógica, nos estágios supervisionados e em eventos promovidos pelas escolas, como nas feiras de Ciências. Porém, diferente da experiência nas praças ou quando os estudantes vão até a universidade, quando as professoras e os professores em formação estão nas escolas, as ações são mais direcionadas a um público específico, por exemplo, para as crianças no Ensino Fundamental ou para os adolescentes no Ensino Médio. Assim, as futuras professoras e os futuros professores precisam adaptar as explicações de acordo com a compreensão dos estudantes, apoiando a “educação científica ministrada na escola” (CARNEIRO, 2009). Além disso, possibilita às professoras e professores da educação básica conhecer outras estratégias metodológicas a partir do contato com as professoras e os professores em formação. Neste sentido, Silva e Schnetzler (2011) afirmam que estas ações não implicam em simplesmente continuar a repetir o que foi feito. Do contrário, significa valorizar a experiência, envolvendo, principalmente, aprender a aprender com a experiência, o que muitas vezes só é possível através da crítica e da ruptura com o que foi experienciado. Assim, ao atribuir um *status* ao conhecimento emergente da experiência docente, é possível que, por meio da reflexão crítica, ocorram mudanças neste conhecimento.

Compreendo que as atividades de visitas dos estudantes da educação básica em ações no campus são importantes momentos de divulgação científica. Nestes momentos, os estudantes podem conhecer os diferentes espaços da universidade, como as salas de aula, os auditórios, a biblioteca, os laboratórios etc. Estas visitas podem despertar o interesse dos estudantes por outras disciplinas – inclusive as que são ofertadas na educação básica, compreender um pouco sobre o ambiente universitário e as oportunidades de carreira, além de oferecer e motivá-los a prosseguir seus estudos após a conclusão do Ensino Médio. Também podem ocorrer momentos em que as professoras e professores em formação podem promover atividades experimentais e minicursos aos

estudantes da educação básica, que também podem ser caracterizadas na dimensão simplificadora do conteúdo da divulgação – que será discutido na sequência.

Dimensão simplificadora do conteúdo da divulgação

Já a dimensão simplificadora do conteúdo da divulgação pode ser percebida em atividades como os minicursos promovidos nas escolas pelas professoras e professores em formação. Nelas, foram discutidos inúmeros temas, como produção de cosméticos, análise da qualidade do leite, alimentação saudável, radioatividade, drogas, bebidas alcoólicas, plásticos, agrotóxicos, a Química do chocolate, a Química dos preservativos, a Química das tatuagens, a Química das pimentas, dentre tantos outros. Nesta perspectiva, Massarani e Dias (2018) afirmam que a divulgação científica desempenha duas funções complementares: em primeiro lugar, a função educativa, suprimindo ou ampliando o papel da escola; em segundo lugar, a função de incentivar a educação. Essa última função desdobra-se em várias outras, como despertar o interesse público pela Ciência e, assim, estimular a elevação do nível educacional das escolas por meio das pressões exercidas pela vontade popular; despertar vocações e direcioná-las; promover o espírito associativo entre os jovens em relação à Ciência; estimular o amadorismo científico, quando apropriado, o qual pode ser uma valiosa reserva de mão de obra científica para uma nação (MASSARANI; DIAS, 2018).

Compreende-se que atividades como estas podem fomentar a curiosidade e o interesse dos estudantes em compreender o mundo que os cerca e como as coisas funcionam. Além disso, eles têm a possibilidade de entender que “o conhecimento não se exaure nos livros, mas neles apenas começa” (MASSARANI; DIAS, 2018), assim como desmistificar o “cientificismo e da visão do cientista solitário e detentor de todo o conhecimento” (GOMES, 2019).

Outra ação que pode ser caracterizada nesta dimensão é o evento *Pint of Science*, em que buscamos realizar atividades selecionando informações necessárias para que diferentes públicos

compreendessem os conceitos envolvidos, tomando o cuidado de não distorcer as informações e compreendendo que seria impossível envolver todos os conceitos ou esgotar aquela discussão. Segundo Gonzaga, Silveira e Lannes (2017), o *Pint of Science* é um festival de popularização da Ciência que ocorre simultaneamente em três noites, em mais de uma centena de cidades ao redor do mundo. Em 2023, estão previstas atividades do *Pint of Science* em 123 cidades brasileiras, com o lema "Um Brinde à Ciência". O festival visa estabelecer diálogos abertos e informais entre cientistas das mais diferentes áreas e o público em geral, que está nos bares das cidades, contribuindo para o desenvolvimento da educação científica no país. No festival, são promovidas discussões com a perspectiva de que sejam interessantes, divertidas e relevantes sobre as mais recentes pesquisas científicas, de forma acessível ao público geral, fora do ambiente acadêmico e de forma gratuita. Em geral, o festival acontece em bares, cafeterias e restaurantes, em locais informais que visam facilitar a interação entre cientistas, o público do festival e os frequentadores habituais desses lugares, em um ambiente descontraído. O formato do festival busca evitar qualquer semelhança com aulas formais ou palestras acadêmicas, proporcionando uma experiência diferente e envolvente de divulgação científica.

A equipe que executa o *Pint of Science* na cidade de Ituiutaba-MG é multidisciplinar, com docentes dos cursos de Química, Matemática, Biologia, Pedagogia, Geografia, Direito, Tecnologia de Alimentos e Engenharias, de diferentes instituições, envolvendo a UFU, uma universidade estadual e uma faculdade particular, além do Instituto Federal (IFTM) localizado na cidade. Nós promovemos palestras sobre diferentes temáticas como psicologia, tecnologia, música, literatura, envelhecimento, física quântica, educação matemática, dentre outros. E, diferente do que ocorre em eventos científicos, como é o caso do SMEQ, em que as pessoas se inscrevem para participar das palestras e minicursos, no *Pint of Science*, as pessoas estão no bar e, de repente, começa uma palestra, com um pesquisador ligado às diferentes Ciências, explicando suas pesquisas.

De acordo com Miranda e Garcia (2018), é necessário promover iniciativas locais que facilitem o contato direto e informal do público com os pesquisadores, pois essas ações têm o potencial de diminuir a distância comunicativa entre a comunidade acadêmica e a sociedade em geral em relação à produção científica. Além disso, busca-se desconstruir a imagem da Ciência como um conhecimento inacessível para o público em geral, cujos debates normalmente ficam restritos aos especialistas. Através de iniciativas como esta, que buscam o diálogo aberto e transparente entre cientistas e público, é possível promover uma compreensão mais ampla e democrática da Ciência, tornando-a mais inclusiva e participativa. Ao proporcionar oportunidades para que as pessoas possam interagir informalmente com os pesquisadores, fazer perguntas, compartilhar opiniões e compreender o impacto da Ciência na vida cotidiana, é possível fortalecer a relação entre a academia e a sociedade, promovendo a valorização da produção científica e o engajamento do público em questões científicas relevantes para a sociedade como um todo.

Na Figura 2, temos um registro das ações do *Pint of Science* em dois bares na cidade de Ituiutaba, em 2022.

Em atividades como estas, percebe-se a necessidade da professora ou do professor de adequar suas explicações para outros públicos, que, muitas vezes, não estão acostumados à linguagem acadêmica, o que Bueno (2009) chama de necessidade de “recodificação”. Ou seja, a divulgação científica exige a transposição de uma linguagem especializada para uma não especializada.

Além disso, verifiquei a insegurança que eu sentia em atividades desta natureza, assim como percebi o mesmo sentimento quando fazia o convite para que outras professoras e professores participassem das palestras do *Pint of Science* ou para as futuras professoras e os futuros professores participassem das apresentações nas escolas. Segundo Valença (2015), quando o/a cientista desempenha esse papel, está atuando como um/a representante de uma instituição científica. Nessa função, a Ciência se torna uma atividade social organizada em universidades e

outras organizações científicas, que dependem de recursos para produzir conhecimento. Ao comunicar, assim como os 'especialistas', o/a cientista se preocupa tanto com o rigor científico quanto com a imagem da instituição que representa. Portanto, ele/a pensa estrategicamente sobre sua audiência, levando em consideração as motivações pessoais dos diferentes públicos com os quais se comunica. Neste caso, o/a cientista tem a função de 'gerir a Ciência', não sendo motivado principalmente por um senso de responsabilidade social, mas sim por considerar essa função como uma parte importante de suas atividades de gestão e em representação de sua instituição. Assim, seu objetivo principal não é apenas transmitir fatos científicos, mas também posicionar a instituição em uma situação competitiva favorável.

Figura 2 - Registros das atividades realizadas em dois bares da cidade de Ituiutaba-MG, durante o *Pint of Science* 2021.



Fonte: Márcio Gama, para o Comunica UFU (<https://comunica.ufu.br/ufu-em-imagens/2022/11/saiba-como-foi-o-ultimo-dia-do-pint-science-em-ituiutaba-e-em-patos-de-minas>).

Considero importante abrir um parêntese para comentar sobre a experiência com este evento, mesmo que não tenha uma relação direta com a temática deste texto, o que pode nos ajudar a pensar na forma como as professoras e os professores universitários chegam nas escolas para falar com os/as estudantes, as professoras e os

professores. Por exemplo, dentre as orientações dos organizadores do *Pint of Science* estão: i) a necessidade de ressaltar a atualidade ou emergência da fala – evitando começar com um histórico, como normalmente é feito nas palestras acadêmicas. A organização do festival entende que partindo da urgência do tema, da sua aplicação prática no presente, pode despertar o interesse do público; ii) tornar a temática como algo pessoal – demonstrando por que o assunto tem relevância na vida ou na carreira do pesquisador; iii) relacionar com tópicos conhecidos – para que as pessoas consigam perceber as aplicações práticas do assunto com outros aspectos do cotidiano; dentre outras orientações para que a pesquisadora ou o pesquisador consiga aproximar sua fala do público, que, como dito anteriormente, não se inscreveu para aquela palestra.

O objetivo destas orientações é aproximar o/a cientista da sociedade, através de uma linguagem decodificada e interativa para Ciência (OLIVEIRA, 2009). Esta perspectiva tem relação com o que ocorre nas escolas, porque os/as estudantes estão ali, muitas vezes, por ser uma obrigação e não se inscreveram ou não tiveram escolha para participar da apresentação da professora ou do professor universitário que chega à escola. Por isso, os cuidados podem ser os mesmos.

Dimensão combativa

Neste tópico, analiso ações desenvolvida na perspectiva de enfrentar informações falsas ou distorcidas, as concepções místicas e a ridicularização de ideias sem explicações. As ações aqui descritas foram propostas durante a pandemia, no período em que a universidade suspendeu as atividades presenciais. Neste momento, estudantes, professoras e professores foram bombardeados com informações conflituosas, muitas vezes vinda da população que esperava uma resposta daqueles que lidavam com as Ciências. De acordo com Azevedo, Borba e Selles (2020), a pandemia de Covid-19 trouxe à tona uma série de desafios, como o ensino remoto, o negacionismo científico, o terraplanismo, as *Fake News*, a

hidroxicloroquina, a ivermectina e a pós-verdade. Para complicar ainda mais, o cenário foi agravado pelo fato de militares estarem no comando da saúde do país e teólogos liderando as diretrizes educacionais. Essa combinação levou a uma naturalização do que é chamado de "novo normal", que muitas vezes invisibiliza tragédias humanitárias e ambientais. Diante desse contexto angustiante, professoras, professores e pesquisadores do campo do ensino de Ciências enfrentaram desafios que afetaram sua formação e trabalho, jogando mais incertezas sobre uma profissão que foi construída e reconstruída ao longo de sua história.

Nesta perspectiva, o canal do *Youtube* do curso de Química da UFU, no campus Pontal, foi pensado como uma atividade de extensão da universidade. A origem do canal vem do contato com um grupo de estudantes matriculados na disciplina de Estágio Supervisionado I, que, com o avançar da pandemia, aproveitavam o contato comigo, pelos aplicativos de mensagens, para tirar as dúvidas que surgiam sobre o uso de produtos de limpeza dos mais diferentes tipos para combater o coronavírus, sobre a produção de álcool gel ou sobre o uso de determinados medicamentos. Da mesma forma, estes/as estudantes se encontravam imersos em várias informações na *internet*, nos vídeos, nas mensagens eletrônicas e até nas notícias na televisão, muitas vezes contrastantes, que causavam dúvidas e questionamentos sobre sua veracidade ou autenticidade. Ao mesmo tempo, professoras e professores das escolas e das universidades sentiam a necessidade e, ao mesmo tempo, a insegurança de abordar estes temas em suas aulas. Nesta perspectiva, sugiro a leitura do quarto capítulo desta obra, intitulado: "Propostas para uma Educação Científica crítica no Ensino Médio: considerações sobre práticas desenvolvidas em aulas de química".

No caso da experiência no campus Pontal, as professoras e professores do curso de Química pensaram em uma atividade que pudesse responder alguns dos questionamentos apresentados pelos/as estudantes, envolvendo diferentes perspectivas a respeito do coronavírus. Para isso, foi organizado um evento, em comemoração

ao dia dos profissionais da Química, com a participação de três docentes abordando diferentes aspectos relacionados ao tema. Tivemos um educador químico, o professor Paulo Pinheiro, explicando o papel das professoras e professores na comunicação científica; a professora de Ciências Biológicas, Luciana Calábria, que explicou o impacto do isolamento social; e o professor de Química, Marcos Pivatto, que explicou a produção de álcool em gel. Esse evento ocorreu ao vivo no *Youtube* e envolveu basicamente estudantes, professoras e professores do curso de Química. Porém, com o passar dos dias, verificamos que o número de visitas ao canal começou a crescer, com mais de mil visualizações. Com isso, um grupo de professoras e professores do curso de Química verificou a possibilidade de promover outras conversas (como pode ser observado na Figura 3) envolvendo temáticas relacionadas à Química, visando aproximar a comunidade em um período em que as aulas estavam suspensas na universidade.

Figura 3 - Telas de algumas apresentações realizadas no canal do *Youtube* do curso de Química / UFU / campus Pontal.



Fonte: Do autor, 2023.

Assim, semanalmente, eram realizadas duas palestras com diferentes convidados/as e temáticas distintas. Foram apresentações sobre rádio fármacos, história da Química, Química verde, o papel das mulheres nas Ciências, uso de microelétrodos, importância da extensão universitária, ética na Ciência, contaminação de alimentos por agrotóxicos, educação antirracista, Química forense, Libras nas aulas de Química, dentre outros.

Da mesma forma, vários/as estudantes nos procuravam propondo outras demandas, assim como professoras e professores da educação básica relatavam levar trechos dos vídeos produzidos no nosso canal para inserir discussões em suas turmas, uma vez que várias das temáticas potencializavam discussões importantes nas aulas de Química, na educação básica. Em contrapartida, o uso destes vídeos na educação básica causa preocupação, uma vez que os vídeos produzidos em nosso canal visavam inicialmente a aproximação com os/as estudantes dos cursos de graduação em Química – uma vez que estávamos em situação de distanciamento social, em função da pandemia. Por isso, a importância da mediação das professoras e professores da educação básica em adequar o material, fazer recortes das partes dos vídeos que podem ser utilizados em suas aulas.

Antes de exibir o filme, é importante que a professora ou o professor faça uma introdução contextualizando seu conteúdo, destacando aspectos educacionais e objetivos de aprendizagem. Isso pode ajudar os/as estudantes a entenderem o propósito daquela atividade e a se envolverem de forma mais significativa com o conteúdo. Após a exibição das cenas, a professora ou o professor pode promover uma discussão em sala de aula para incentivar os/as estudantes a refletirem sobre o conteúdo assistido, fazerem conexões com a vida real ou com os conteúdos estudados em sala, compartilharem suas opiniões e expressarem suas dúvidas ou preocupações (SILVEIRA, TEIXEIRA JÚNIOR, 2021).

Algumas considerações

Desta forma, percebe-se que durante muito tempo a universidade e as demais instituições de ensino superior dialogou internamente com seus pares. Há uma facilidade de produzir e socializar conhecimento para outras professoras e professores universitários, para outros pesquisadores. Para várias professoras e professores universitários, o uso das redes sociais era destinado à divulgação de artigos científicos que foram publicados. É importante destacar que isso não pode ser caracterizado como divulgação científica, uma vez que tem um alcance restrito aos pares. A linguagem do artigo científico não foi pensada para a população em geral, não alfabetizada cientificamente para compreender aquela produção.

De acordo com Porto e Oliveira (2018), é comum na cultura científica que as pesquisadoras e os pesquisadores acreditem que estão contribuindo positivamente para a sociedade ao comunicarem sua Ciência apenas para seus colegas de pesquisa. Embora essa comunicação entre pares seja importante, é fundamental que a divulgação científica vá além dos muros das instituições de pesquisa e busque consolidar a Ciência como um bem social. No contexto brasileiro, em que quase a totalidade das pesquisas são financiadas com recursos públicos, é crucial que as notícias e informações científicas sejam amplamente conhecidas pela sociedade em geral e não apenas pelos especialistas. É importante destacar que muitas pesquisadoras e muitos pesquisadores ainda não compreendem a diferença entre disseminação e divulgação científica, o que se torna um obstáculo para a construção de uma cultura científica no país, uma vez que a divulgação é essencial para a consolidação dessa cultura. Nesse sentido, é necessário que, além das instituições de financiamento de pesquisa, os divulgadores de Ciência e aqueles que investigam esta temática atuem como agentes, visando promover uma comunicação científica que vá além dos círculos acadêmicos, com uma divulgação de Ciência comprometida com a formação de uma

cultura científica no Brasil. Isso implica em tornar a Ciência acessível, compreensível e relevante para a sociedade em geral, de forma a promover um diálogo aberto e transparente entre cientistas e a população, promovendo a valorização da Ciência como um bem público e contribuindo para a formação de uma sociedade mais informada, crítica e participativa.

Do contrário, caso a pesquisadora ou o pesquisador queira compartilhar aquela publicação, poderia produzir um vídeo explicando o objetivo da pesquisa, sua importância para o desenvolvimento do conhecimento científico ou sua aplicação em uma situação concreta, explicando de forma simples o que e como foi feito. Da mesma forma, a pesquisadora ou o pesquisador deveria se atentar às expressões usadas em sua explicação, buscando adequá-las ao público em geral. Neste sentido, vale destacar que algumas agências de fomento têm solicitado às pesquisadoras e aos pesquisadores a divulgação das pesquisas realizadas, produzindo vídeos curtos e demonstrando os impactos que os investimentos resultaram. E, principalmente, compreendendo qual é o público a quem pretende comunicar.

Por isso, precisamos ampliar este diálogo, buscando ocupar os mais diversos espaços e estreitar as relações com as escolas da educação básica a partir de outras mídias como jornais, revistas, redes sociais, *Youtube*, *podcast*, cinema, teatro, artes de rua etc. Por exemplo, com a pandemia, várias professoras e professores passaram a produzir *podcasts* voltados para a divulgação científica, como o Fronteira da Ciência – que é produzido por professoras e professores vinculados à UFRGS -, o EnsinCast – que é produzido por professoras e professores de IES em Goiás - e o Farmei - que é uma parceria de professoras e professores da UFPE, UFPR e UFOB. Da mesma forma, há outros canais que surgem no *Youtube* e nas plataformas de *streaming*, visando contribuir com a divulgação da Ciência e com o combate às *Fake News* e a pseudociência disseminada (FONSECA; BUENO, 2021).

Finalizando, trago uma reflexão de Moreira (2017) sobre a responsabilidade das universidades na divulgação científica. O

autor afirma que é imprescindível que a sociedade tenha acesso aos avanços científicos ocorridos nas universidades e instituições de pesquisa, não apenas como uma prestação de contas, mas também para possibilitar a aplicação dos conhecimentos gerados nessas instituições e promover uma maior integração entre o setor acadêmico e o produtivo. A divulgação científica desempenha um papel fundamental ao auxiliar as universidades em sua missão de se abrir para a comunidade e compartilhar o conhecimento que antes era restrito a poucos.

Por meio da divulgação científica, a universidade pode se tornar mais acessível à sociedade, tornando a Ciência compreensível, relevante e envolvente para o público em geral. Isso não apenas promove a transparência na produção científica, mas também estimula o diálogo e o engajamento da sociedade nas discussões sobre Ciência e tecnologia. Além disso, a divulgação científica pode facilitar a transferência de conhecimento para o setor produtivo, permitindo que as inovações geradas nas universidades e institutos de pesquisa sejam utilizadas para impulsionar o desenvolvimento econômico e social.

É importante ressaltar que a divulgação científica não se trata apenas de transmitir informações, mas também de promover uma cultura científica mais ampla na sociedade, estimulando o pensamento crítico, o questionamento e a participação ativa na tomada de decisões relacionadas à Ciência e tecnologia. Ao compartilhar o conhecimento científico com a sociedade, a universidade desempenha um papel relevante na construção de uma sociedade bem-informada, engajada e que valoriza a Ciência como um bem público.

Assim, evidencia-se a importância de maior investimento nos cursos de formação inicial e continuada de professoras e professores, inclusive nos programas de pós-graduação para que as pesquisadoras e os pesquisadores consigam se expressar de forma mais clara para a população em geral, divulgando as produções acadêmicas e buscando maior aproximação das escolas da educação básica. A partir destas reflexões, destaco a possibilidade de novas

abordagens para outros estudos sobre divulgação científica: i) incentivo à inserção de leitura e produção de textos de divulgação científica nos cursos de formação de professoras e professores; ii) incentivo à realização de atividades de extensão em escolas e espaços não formais; iii) incentivo à produção de vídeos curtos por parte das futuras professoras e dos futuros professores para explicar suas pesquisas a diferentes públicos.

Compreendo que ações como estas podem ajudar (futuras) professoras e (futuros) professores a repensar seu papel na divulgação científica e sua responsabilidade em ampliar o diálogo com a comunidade. Além disso, considero importante a realização de estudos com o objetivo de compreender as potencialidades e as limitações de discussões como estas e seus impactos nos processos de formação de professoras e professores de Química, mobilizando saberes e promovendo o diálogo com a sociedade.

Referências

AZEVEDO, M.; BORBA, R. C. N.; SELLES, S. E. Ameaças à profissão docente no Brasil: desafios ao ensino de Ciências e Biologia em debate. **Fronteiras & Debates**, v. 7, n. 2, p. 43-57, 2020.

BUENO, W. Jornalismo científico: revisitando o conceito. In: Victor, Celene; Caldas, Graça; Bortoliero, Simone. **Jornalismo científico e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: All Print, 2009.

CARNEIRO, M. H. S. Por que divulgar o conhecimento científico e tecnológico? **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, edição especial, p. 29-33, março de 2009.

CARVALHO, P. S.; CUNHA, M. B. Textos de divulgação científica em livros didáticos de Ciências: uma análise à luz da teoria da transposição didática. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. extra, p. 1453-1458, 2017.

FONSECA, A. A.; BUENO, L. M. Breve panorama da divulgação científica brasileira no *Youtube* e nos *podcasts*. **Revista Cadernos de Comunicação**, v. 25, n. 2, p. 1-19, 2021.

GOMES, V. B. **Os textos de divulgação científica e suas relações com a prática docente no ensino superior**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) Universidade de Brasília. 2019.

GONZAGA, L. L.; SILVEIRA, J. R. A.; LANNES, D. Ciência fora dos muros: o caso do Pint of Science na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 3, p. 56-59, 2017.

LIMA, G. S.; GIORDAN, M. Da reformulação discursiva a uma práxis da cultura científica: reflexões sobre a divulgação científica. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 28, n. 2, p.375-392, 2021.

MASSARANI, L.; DIAS, E. M. S. **José Reis**: reflexões sobre a divulgação científica. Rio de Janeiro: Fiocruz/COC, 2018.

MESSEDER-NETO, H. S. A divulgação científica em tempos de obscurantismo e de *Fake News*: contribuições histórico-críticas. In: ROCHA, M. B.; OLIVEIRA, R. D. V. L. **Divulgação Científica**: textos e contextos. São Paulo: Livraria da Física, p. 13-24, 2019.

MIRANDA, L. M.; GARCIA, G. L. Ciência ao bar: sarau de divulgação científica como potencializador de uma cultura científica local. **Revista do Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura**, v. 5, n. 1, p. 182-191, 2018.

MOREIRA, B. D. Desafios da divulgação científica: os primeiros passos na UFMT. In: Moreira, B. D.; SILVA, A. C. M. (orgs). **Divulgação científica**: debates, pesquisas e experiências, Cuiabá: EdUFMT, p. 14-31, 2017.

NASCIMENTO, M. M. **Bibliotecas universitárias**: cenários de divulgação científica? Dissertação (Mestrado em Divulgação Científica e Cultural). Universidade de Campinas. 2016.

NASCIMENTO, T. G. Definições de divulgação científica por jornalistas, cientistas e educadores em Ciências. **Ciência em Tela**, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2008.

OLIVEIRA, S. R. Algumas Práticas em Divulgação Científica: A importância de uma linguagem interativa. **RUA** [online], v. 2, n. 15, p. 89-98, 2009.

PORTO, C.; OLIVEIRA, K. E. Da cultura dos cientistas à cultura científica na cibercultura. In: PORTO, C., OLIVEIRA, K. E., ROSA F. (eds). **Produção e difusão de Ciência na cibercultura: narrativas em múltiplos olhares** [online]. Ilhéus: Editus, p. 41-53, 2018.

SILVA, R. M. G.; SCHNETZLER, R. P. Estágios curriculares supervisionados de ensino: partilhando experiências formativas. **EntreVer**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 116-136, 2011.

SILVEIRA, P.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. Análise das possibilidades de inserção do filme Perdido em Marte nas aulas de Química. **Revista Ciências & Ideias**, v. 12, n. 3, p. 213-223, 2021.

STRACK, R.; LOGUÉRCIO, R.; DEL PINO, J. C. Percepções de professoras e professores de ensino superior sobre a literatura de divulgação científica. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 425-42, 2009.

VALENÇA, M. L. **Comunicação pública de Ciência** - um guia para cientistas. Dissertação (Mestrado em Comunicação de Ciências), Universidade Nova de Lisboa, 2015.

Propostas para uma Educação Científica crítica no Ensino Médio: considerações sobre práticas desenvolvidas em aulas de química

Mateus José dos Santos
Andréia Francisco Afonso
Aguinaldo Robinson de Souza

Introdução

O presente trabalho discorre sobre propostas de Educação Científica desenvolvidas em aulas de Química em uma escola pública Estadual periférica localizada na cidade de Belo Horizonte, no Estado de Minas Gerais (MG). Tais propostas foram desenvolvidas no âmbito do projeto Química na Prática, financiado pelo Instituto Sua Ciência, uma Organização Não-Governamental (ONG), sem fins lucrativos, que promove diversas atividades com o intuito de angariar investimentos para financiar pesquisas, além de promover estratégias de Divulgação Científica e uma Educação em Ciências pautada na criticidade e responsabilidade social por meio de mídias sociais.

A equipe que compõe o referido projeto conta com três estudantes bolsistas do Ensino Médio, um professor de Química da Educação Básica da escola contemplada, uma professora da formação de professores da área de ensino de Química e uma estudante de Licenciatura em Química, bolsista de Iniciação à Docência do projeto, sendo as duas últimas vinculadas à Universidade Federal de Juiz de Fora. Todos os indivíduos que compõem o núcleo de pesquisa buscam, por meio de propostas ancoradas em uma educação científica, elaborar estratégias que visam o desenvolvimento da aprendizagem de Química para

estudantes de Ensino Médio, a partir de ações que perpassam pela Alfabetização Científica.

Propostas de Educação Científica Crítica que permeiam a Química podem ser desenvolvidas sob a ótica da Alfabetização Científica. Diversos trabalhos despontaram nos últimos anos (TEIXEIRA, 2013; LORENZETTI, SIEMSEN; OLIVEIRA, 2017; SUART; MARCONDES, 2018; MILARÉ, RICHETTI; SILVA, 2020), com o intuito de discutirem diferentes situações de aprendizagem a partir de aspectos que abordam as premissas da Alfabetização Científica. As práticas irrompem como possibilidade de divulgação de distintas situações didático-pedagógicas que podem contribuir para uma formação crítica e reflexiva e, assim, promover uma reflexão sobre a Ciência e a importância das práticas científicas em várias esferas da vida em sociedade.

Partindo deste diálogo preambular, Chassot (2003, p. 91) discorre que:

A alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida. É recomendável enfatizar que essa deve ser uma preocupação muito significativa no ensino fundamental, mesmo que se advogue a necessidade de atenções quase idênticas também para o ensino médio. Sonhadoramente, ampliaria a proposta para incluir também, mesmo que isso possa causar arrepio em alguns, o ensino superior. Gostaria de ver essa inclusão privilegiada nas discussões que este texto possa desencadear.

Nas palavras de Chassot (2003; 2018), é por intermédio de práticas de Alfabetização Científica que se têm a oportunidade de desenvolver uma Educação, neste caso, a Educação Química, com um maior compromisso social, favorecendo reflexões críticas a respeito de um determinado conceito científico. Desse modo, o referido projeto foi desenvolvido a partir de tais preceitos, tendo como fio condutor das discussões e propostas de ensino as práticas negacionistas, uma vez que prejudicam o desenvolvimento da Ciência que vem sendo veementemente atacada por informações

falsas que buscam negar a importância dos cientistas para o avanço de diversos setores da sociedade (MARQUES; RAIMUNDO, 2021).

Nesse sentido, o referido trabalho disserta sobre as práticas científicas desenvolvidas pelo projeto de Iniciação Científica Júnior no chão da escola. As ações sempre são desenvolvidas pelas estudantes de Ensino Médio, orientadas pelos demais integrantes do núcleo de pesquisa, que buscam promover o protagonismo das discentes, propiciando um ambiente investigativo e estimulando-as para um universo de pesquisa científica.

No tocante às bolsas de Iniciação Científica Júnior (ICJ), ressaltamos que, no projeto em questão, não há financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), mas de uma ONG que busca fomento a partir de diversas fontes, dentre elas, indústrias químicas e doações de pessoas físicas e jurídicas. Entretanto, há de se considerar que o CNPq, vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnológica, possui papel imprescindível na concessão de bolsas de IC e de ICJ, apesar dos fortes ataques vivenciados nos últimos governos. Em relação à proposta de ICJ, Rodrigues (2016, p. 15-16) aponta que:

Dentre as modalidades de auxílio à formação e pesquisa, o órgão governamental oferece a modalidade de bolsas de Iniciação Científica Júnior (ICJ), cuja proposta é despertar vocação científica e incentivar talentos potenciais entre estudantes do ensino fundamental, médio e profissional da Rede Pública, mediante sua participação em atividades de pesquisa científica ou tecnológica, orientadas por pesquisador qualificado, em instituições de ensino superior ou institutos/centros de pesquisas. Além do mais, busca-se ampliar a articulação entre instituições de ensino superior e de pesquisa e o Ensino Médio ou Educação Profissional, oportunizando parceria na formação de futuros profissionais; favorecer o aprendizado dos estudantes das escolas envolvidas em práticas de pesquisas diferenciadas, com vistas a valorizar a formação do aluno pesquisador e motivar sua inserção no meio científico acadêmico; e incentivar os docentes/pesquisadores de instituições de ensino superior e institutos de pesquisa na aproximação com a escola pública como espaço de investigação e intervenção. A duração da bolsa é de 12 meses, período no qual o bolsista desenvolve suas atividades, apresentando relatório ao final do projeto.

Diante do exposto, considera-se que a ICJ pode ser um importante espaço de promoção de ações de Alfabetização e Divulgação Científica, tal como foi realizado no âmbito do projeto relatado neste trabalho. Entretanto, devemos considerar que ainda faltam políticas públicas sérias que incentivem o desenvolvimento de ações voltadas para o progresso científico na Educação Básica, de modo que possamos incentivar jovens a se interessarem pelos conceitos científicos e pela pesquisa, contribuindo, assim, para o fortalecimento de práticas investigativas e minimizando, de certa forma, o pensamento anti-ciência que paira na sociedade.

Cabe reiterar ainda que a ICJ pode ser delineada a partir de pressupostos pedagógicos e, assim, contribuir para uma formação holística das estudantes inseridas neste processo de investigação (LEITE; PEREIRA; BARBOSA, 2022). Logo, o objetivo deste trabalho é discorrer sobre as atividades desenvolvidas até o referido momento e as potencialidades dessas práticas científicas para uma Educação Química voltada para uma formação cidadã, que busca contribuir para o fortalecimento de um pensamento crítico e reflexivo e dos preceitos da Alfabetização Científica em nível médio.

Percurso metodológico

A presente proposta foi desenvolvida a partir de um viés qualitativo que permitiu, por meio da perspectiva fenomenológica, interpretar o fenômeno investigado que se mostra para o pesquisador. Todas as atividades foram desenvolvidas em uma Escola pública Estadual de uma região periférica da região de Belo Horizonte (MG). Os exercícios elaborados pelo núcleo de pesquisa são desenvolvidos com os estudantes da própria escola, que oferta matrículas para turmas de 6º ao 9º Ano do Ensino Fundamental II, 1º ao 3º Ano do Ensino Médio, a Educação de Jovens e Adultos (EJA) e para o curso Técnico em Administração.

As estudantes de Ensino Médio participantes possuem 16 anos e estão matriculadas no 3º ano do Ensino Médio da mencionada instituição escolar, que abarcou o projeto de Iniciação Científica.

Porém, quando executadas as ações discutidas neste trabalho, as estudantes estavam cursando o 2º ano do Ensino Médio. Assim, as atividades são desenvolvidas no contraturno, utilizando a estrutura da escola, que conta com um laboratório de Ciências com materiais simples e alternativos e uma sala de projetos, denominada pela gestão escolar, de *sala maker*. Cabe reiterar, ainda, que o projeto teve início em fevereiro de 2022, juntamente com o ano letivo no estado de Minas Gerais, e findou no mês de dezembro, quando as atividades escolares se encaminhavam para a finalização.

A pesquisa qualitativa-fenomenológica, adotada como ciclo investigativo nesta pesquisa, investe no mundo de significados que um determinado fenômeno pode propiciar, aqui constituído pelas práticas de Educação Científica. Logo, podemos propor a seguinte questão investigativa: *O que nos mostram as práticas científicas desenvolvidas pelo projeto “Química na Prática no Ensino Médio”?* Nesta lógica, Holanda (2006, p. 364) sustenta que “a abordagem qualitativa se propõe, então, a elucidar e conhecer os complexos processos de constituição da subjetividade, diferentemente dos pressupostos “quantitativos” de predição, descrição e controle”. Desse modo, em um exercício de reflexão-interpretação, o pesquisador assumirá a posição de tradutor-intérprete dos fenômenos que emergem das práticas analisadas e, a partir daí, tecerá contribuições destas estratégias desenvolvidas no âmbito do projeto para o desenvolvimento de uma Educação Científica Crítica por meio das aulas de Química em nível médio. A seguir, serão discutidos os principais resultados e as implicações destes para uma Educação Científica Crítica.

Resultados e discussão

Pautado na questão que direciona este trabalho: *O que nos mostram as práticas científicas desenvolvidas pelo projeto “Química na Prática no Ensino Médio”?* O projeto busca construir propostas tendo como fio condutor as práticas negacionistas que estão presentes nos discursos de diferentes indivíduos que frequentam a referida

escola. Assim sendo, as *Fake News*, principais responsáveis para o fortalecimento do negacionismo e do obscurantismo científico, foram usadas como base para o desenvolvimento das atividades. Nesse sentido, uma das ações construídas pelo núcleo de pesquisa foi a coleta das principais *Fake News* que os estudantes conheciam, para que, a partir destes conhecimentos prévios, pudéssemos construir situações de aprendizagem que ajudam a desmistificar tais mentiras por meio da Ciência.

Com vistas a compreender as *Fake News*, que perpassam pelo conhecimento dos jovens estudantes da referida escola, foi proposto um questionário semiestruturado pelo núcleo de pesquisa em que versava sobre cinco questões envolvendo temas iniciais a respeito das notícias falsas e tendenciosas. Para responderem-nas, os estudantes assinaram um Termo de Assentimento e os responsáveis familiares um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O objetivo de tais documentos se pauta na necessidade da ética na pesquisa com seres humanos e só foram consideradas as respostas de estudantes que os apresentaram. Um universo de 100 alunos respondeu as questões propostas que foram transcritas pelas bolsistas de ICJ e analisadas à luz da teoria da área.

Com base na transcrição dos dados, que será chamada neste trabalho de *corpus* da pesquisa, foi elaborada uma nuvem de palavras. A Figura 1, a partir da ferramenta digital *Wordart*¹, apresenta o produto que emergiu das principais *Fake News* apontadas pelos estudantes.

São perceptíveis, na Figura 1, muitas palavras associadas ao universo da Covid-19 e as questões de natureza política, o que demonstra a influência da sociedade nas questões que permeiam a escola. Isso pode ser atribuído às inúmeras tecnologias digitais que alvoreceram nos últimos anos e que, por mais que a escola esteja

¹ O *Wordart* é uma plataforma digital que possibilita a construção de Nuvem de Palavras de forma interativa e com muita facilidade. Esse recurso pode ser explorado tanto na pesquisa, como em diferentes situações de ensino. Para acessar a plataforma *on-line*, basta acessar o *link*: <https://wordart.com/>.

educandos, fortemente defendida pelos pressupostos freirianos. Segundo Freire (2011, p. 41):

Uma das tarefas mais importantes da prática educativo-crítica é propiciar condições para que os educandos em suas relações sejam levados a experiências de assumir-se. Assumir-se como ser social e histórico, ser pensante, transformador, criador, capaz de ter raiva porque capaz de amar.

Inserir as informações falsas que são disseminadas na mídia e permeiam os contextos escolares nas práticas de ensino é fortalecer uma estratégia de diálogo com os estudantes, visando a criação de possibilidades do *aprender a questionar*. O questionamento deve ser fomentado em aulas de quaisquer componentes curriculares, pois é a partir da pergunta que outras aprendizagens podem emergir das práticas que se propõe. Fala-se, portanto, em uma pedagogia da pergunta (FREIRE, 2014). Acredita-se que ensinar os estudantes a elaborar boas perguntas pode ser um impulso inicial para o desvelar de novas interpretações de fenômenos cotidianos e, assim, fazer valer dos conhecimentos que são apreendidos na escola.

Os estudos bachelardianos já apontam os questionamentos como uma peça fundamental para o desenvolvimento da ciência (BACHELARD, 1996). Neste aspecto, Specht, Ribeiro e Ramos (2017, p. 227) sublinham que:

Práticas pedagógicas que estimulem os estudantes a fazerem perguntas em aula, partindo de seu contexto e de sua realidade, podem aprimorar os modelos explicativos iniciais para pensamentos mais desenvolvidos, incorporando uma visão científica e mais complexa, de modo a ampliar a compreensão desses modelos e desencadear perguntas com perfis mais voltados a processos de investigação.

É nesse ambiente de práticas discursivas que buscamos inserir as *Fake News* como elementos que buscam estimular conversas sem julgar as informações que os estudantes trazem para esse debate. Pelo contrário, o diálogo é um elemento crucial para a destituição das práticas que negam a ciência e, para que este discurso não seja polarizado, tampouco agressivo, é importante a criação de vínculos

efetivos e afetivos com todos que fazem parte deste ciclo investigativo (TAKIMOTO, 2021).

Santos e Vieira Junior (2019), em uma pesquisa com as *Fake News* na Educação Básica, apontam que não há uma receita para que possamos (in)validar informações (in)verídicas que emergem no ambiente educacional. Desse modo, diversas propostas, projetos, sequencias didáticas, aulas experimentais são bem-vindas para que possamos maximizar o repertório de práticas que combatam o negacionismo científico na educação. Porém, é imprescindível que as práticas discursivas sejam mobilizadas com o objetivo de inserir os estudantes em um ambiente de construção de ideias críticas e que permitam uma leitura real do mundo que os cerca. Ainda, Silva e Macedo (2018, p. 2, grifo nosso) expõem:

[...] [a] escola não pode se abster da discussão sobre a leitura, em especial, ao que ela traz de veracidade, às reais intenções da sua propagação. Para tal, faz-se necessário que a escola, local em que se trabalha com gêneros que circulam socialmente, **desenvolva, junto aos seus estudantes um processo de leitura investigativa sobre essas notícias, presentes, essencialmente, nas redes sociais**. Saímos da *web* 1.0, que dava a informação unidirecional, e adentramos no mundo da *web* 2.0, que nos faz produtores e propagadores da informação. E aí consiste no grande risco: propagar informações sem o cuidado necessário de investigar se o que é proferido realmente procede.

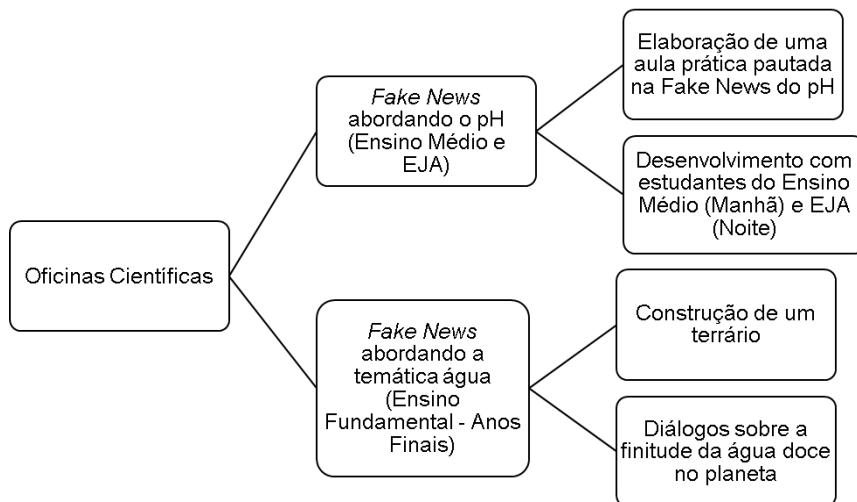
É alicerçada nesta proposta que o projeto foi se delineando e as ideias negacionistas e o pensamento anticiência se mostrando para o núcleo de pesquisa, sob a ótica da fenomenologia. Cabe ainda destacar que a pergunta é que move a nossa existência no mundo. Assim sendo, em uma perspectiva fenomenológica husserliana, “desde o início, a pergunta pela fenomenologia guia os nossos passos, enfatizando a necessidade de um procedimento de rigor para a apresentação da questão” (GALEFFI, 2000, p. 14). Nesse sentido, à medida que as ideias anticientíficas foram sendo desveladas, novas perguntas foram inseridas nas práticas dialógicas, fomentando o debate e possibilitando o desenvolvimento de novas situações didático-pedagógicas no

âmbito do projeto. Assim, após o desenvolvimento do questionário, o projeto de pesquisa denominado “Química na Prática” foi sendo alimentado por outras etapas, visando instituir um movimento coletivo de diálogo sobre práticas negacionistas que pairam no meio em que os estudantes se encontram inseridos.

Em se tratando das atividades que foram desenvolvidas a partir deste projeto de Iniciação Científica, a Figura 2 apresenta uma breve estruturação das duas oficinas que foram desencadeadas pelas respostas dadas pelos estudantes ao formulário desenvolvido pelo núcleo de pesquisa. Tais oficinas tiveram como elemento principal o diálogo que foi alimentado de informações consideradas tendenciosas, sendo a primeira voltada para o público do Ensino Médio e da EJA e a segunda desenvolvida para estudantes inseridos no Ensino Fundamental II (Anos Finais). Ambas as oficinas tiveram as estudantes de Ensino Médio como executoras das atividades, sendo orientadas pelos demais integrantes do referido projeto. Desse modo, além de contribuir para o desenvolvimento de práticas científicas ancoradas em uma formação mais humana, as estratégias desenvolvidas auxiliam na promoção de um ambiente científico, estimulando as estudantes participantes a se inserirem na carreira científica.

Em ambas as oficinas, os estudantes manifestaram suas percepções a respeito das temáticas científicas que permearam as discussões no chão da escola. Eles foram levados para o caminho da pergunta seguindo a lógica das contribuições da fenomenologia (GALEFFI, 2000; BICUDO, 2020). O desenvolvimento das oficinas temáticas permitiu que os questionamentos fossem emergindo e que os estudantes se envolvessem com as informações mediadas pelas ministrantes das oficinas, suscitando diferentes reflexões a respeito das notícias falsas e possibilitando debates sobre a Ciência, que não é imutável, tampouco, uma verdade inquestionável. Mas, para questioná-la, é preciso ter um embasamento sólido e argumentos consistentes e coerentes e não de ancoragem em crenças pessoais ou situações inverídicas.

Figura 2 - Estruturação das oficinas elaboradas pelo projeto “Química na Prática”



Fonte: Dos autores, 2022.

Podemos, a partir desse momento, traçar correlações com as contribuições de Thomas Kuhn. Ao discutir sobre a Ciência, Kuhn propõe o conceito de Paradigma. Na ótica kuhniana, Paradigma estaria correlacionado a um amadurecimento de uma ideia científica que foi investigada por cientistas, que são homens que possuem limitações, portanto, uma ideia científica é passível de reestruturações. Assim, os paradigmas podem e devem ser revisitados ao longo da história. Nessa perspectiva, Kuhn (2011, p. 68) aponta que:

[...] Cientistas podem concordar que um Newton, um Lavoisier, um Maxwell ou um Einstein produziram uma solução aparentemente duradoura para um grupo de problemas especialmente importantes e, mesmo assim, discordar, algumas vezes sem estarem conscientes disso, a respeito das características abstratas específicas que tornam essas soluções permanentes. Isto é, podem concordar na identificação de um paradigma, sem, entretanto, entrar em um acordo (ou mesmo tentar obtê-lo) quanto a uma interpretação ou racionalização completa a respeito daquele. A falta de uma interpretação padronizada ou de uma redução a regras que goze de unanimidade não impede que um paradigma oriente a pesquisa. A ciência normal pode ser parcialmente determinada através da inspeção direta dos paradigmas. Esse

processo é frequentemente auxiliado pela formulação de regras e suposições, mas não depende dela. Na verdade, a existência de um paradigma nem mesmo precisa implicar a existência de qualquer conjunto completo de regras.

Logo, mais que combater o negacionismo científico, é primordial o incentivo aos estudantes sobre questionar a Ciência, as ideias científicas e os fenômenos que ocorrem no dia a dia. Não defendemos aqui a racionalidade técnica exacerbada, mas uma preocupação com o conceito e seus múltiplos desdobramentos possíveis quando correlacionados com as situações-problema trazidas pelos estudantes em diferentes momentos nos contextos de ensino.

As oficinas abarcaram todas as turmas da referida escola, indo do 6º Ano do Ensino Fundamental II ao 3º Ano do Ensino Médio e da EJA. Tanto na discussão sobre o pH, quanto na discussão sobre a água, conceitos químicos foram abordados. Enquanto a primeira oficina abordou a escala de pH, indicadores ácido base e o preparo de soluções, a segunda versou sobre os métodos de separação de misturas e sobre substâncias puras e misturas, cada qual adaptada aos respectivos níveis de ensino. Desse modo, ambas as oficinas propiciaram o fomento a situações de aprendizagem que se pautaram no desenvolvimento de uma educação científica em uma perspectiva crítica. Tais ações vão ao encontro das palavras de Chassot (2003, p. 99), que defende que:

[...] o ensino da ciência, em qualquer nível – e, ousadamente, incluso o ensino superior, e, ainda, não sem parecer audacioso, a pós-graduação –, contribui para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento.

Além da Alfabetização por meio da Ciência, notou-se que a oficina desenvolvida para o público da EJA teve um engajamento ainda maior em detrimento às demais desenvolvidas para o Ensino Médio regular e para o Ensino Fundamental II. Os estudantes adultos que frequentam a modalidade da EJA, nesta referida

escola, já estão afastados dos estudos há um tempo e propiciar debates sobre as questões atuais os fizeram se engajar, trazendo elementos que faziam parte de suas realidades. Em complementar a isso, Costa (2011, p. 43) frisa que:

A alfabetização científica ganha significado e interesse de alguns alunos quando é bem trabalhada na sala de aula, pois estamos educando cidadãos que poderão se dedicar aos conceitos científicos futuramente e, com isso, o ensino de ciências eleva seu grau de importância no cenário científico.

A oficina ministra na EJA abre espaços para o desenvolvimento de práticas socio científicas voltadas para esse público mais adulto. Na literatura, em se tratando de propostas de Alfabetização Científica e a EJA, ainda são poucas as que são disseminadas (ARAÚJO; SIQUEIRA; FREITAS, 2020; ZAMPIERION; SÁ, 2021). Nesse sentido, a oficina serviu como abertura de outras ações que poderão ser executadas pelo núcleo de pesquisa para o público da EJA que busque o desenvolvimento de propostas que valorizem uma ciência que é pensada para todos(as) e que favoreça práticas que permitam leituras críticas de situações que ocorrem no ambiente destes estudantes.

Por fim, reiteramos que ações voltadas para a disseminação de práticas científicas não devem ocorrer isoladamente ou desfragmentadas dos anseios dos discentes (SOARES; VALLE, 2020). Se o objetivo é uma educação enraizada na cidadania, as práticas devem ocorrer de forma que possibilitem questionamentos, tomadas de decisões e interações coletivas, sendo o professor responsável por promover um ambiente ativo de produção e socialização de conhecimentos.

Considerações finais e implicações para a educação química

No intuito de contribuirmos para uma compreensão mais ampla do conhecimento científico e de seu papel na sociedade, o projeto “Química na Prática”, aqui relatado, buscou oferecer aos alunos possibilidades de estudo, reflexão e análise de conteúdos,

procedimentos e atitudes na área da Educação Química. Assim, retomamos à questão direcionadora dessa investigação: *O que nos mostram as práticas científicas desenvolvidas pelo projeto “Química na Prática no Ensino Médio”?* Em um ambiente interpretativo, as práticas científicas desenvolvidas nos mostram a importância de um ambiente educativo que se preza a discutir a ciência a partir do diálogo como possibilidade de combate às ideias negacionistas e, ao mesmo tempo, permitir que se questione sobre a ciência a partir de argumentos sólidos, uma vez que precisa ser discutida, mas não pautada em opiniões ou informações inverídicas. Desse modo, o projeto tem cumprido sua função social, sobretudo quando coloca os estudantes para pensarem em seus discursos e de que modo a sociedade influencia nestes pensamentos que precisam ser cada vez mais refletidos sobre a ótica da criticidade e permeada por conhecimentos químicos que auxiliem a favorecer diálogos cada vez mais profícuos com a realidade destes indivíduos.

O projeto na referida escola tem propiciado um ambiente crítico de construção de ideias e produção de conhecimentos pautados em uma educação científica. As práticas foram desenvolvidas de acordo com os preceitos da Alfabetização Científica, que buscam promover discussões pautadas em argumentações coerentes e consistentes e que podem favorecer com que os estudantes se posicionem a partir das informações que recebem. Em um ambiente questionador, a pergunta assume um papel crucial no desenvolvimento das ideias, tal como defende a fenomenologia, uma vez que é por meio das perguntas que as respostas vão se mostrando para o indivíduo a partir de suas experiências de mundo que podem ou não ser aguçadas pelo ambiente educativo, a depender das estratégias que tais contextos implementam e do papel do professor enquanto mediador destas situações didático-pedagógicas.

Por outro lado, percebe-se a necessidade da escola de não estar alheia às mudanças que acometem a sociedade. Se estamos passando por desafios pós-covid e com a ascensão de inúmeras *Fake News* sendo disseminadas abarcando aspectos científicos e

políticos, tais assuntos não podem deixar de ser pauta nas aulas de Química. Afinal, se o objetivo é um educar para a cidadania, ser indiferente às questões pelas quais a sociedade enfrenta torna prejudicado o processo educacional e pode favorecer no distanciamento do estudante das práticas promovidas pelos ambientes formativos pela falta de sentidos atribuídos aos conteúdos que se ensina nestes ambientes e as situações que permeiam a sociedade.

Por fim, ainda, urge a necessidade de mais propostas de Iniciação Científica nas escolas de Educação Básica, dando a oportunidade aos estudantes de nível médio a conhecerem com efetividade a carreira científica e contribuir para a produção e socialização de conhecimentos. O projeto “Química na Prática” ainda continua com suas ações no ano de 2023, com o objetivo de implementar e discutir casos investigativos que pautem conceitos químicos ao debate e promovam um espaço coletivo de construção de conhecimentos a partir do diálogo. Desse modo, as próximas publicações versarão sobre a discussão do impacto destes casos investigativos na formação dos estudantes cujas problemáticas centrais partem de *Fake News*, em que os estudantes, colaborativamente, deverão desenvolver soluções a partir de argumentos consistentes e se valerem de fontes confiáveis. Assim, acreditamos que tais ações possuem uma função social na formação dos estudantes e esperamos contribuir com a formação de cidadãos a partir de suas realidades, de modo que os interesses pelas discussões científicas sejam aguçados e uma leitura crítica de mundo seja aprimorada para todos os participantes das propostas aqui descritas.

Referências

ARAÚJO, Franciele dos Santos; SIQUEIRA, Rafael Moreira; FREITAS, Gilsélia Macedo Cardoso. Alfabetização Científica no

ensino de Química. **Revista Brasileira de Educação de Jovens e Adultos**, v. 8, p. 1-26, 2020.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, v. 314, 1996.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Pesquisa fenomenológica em Educação: possibilidades e desafios. **Revista Paradigma** (Edición Cuadragésimo Aniversario: 1980-2020), v. 41, p. 30-56, 2020.

CHASSOT, Attico Inácio. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8ª. Edição. Ed. Unijuí, 2018.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, p. 89-100, 2003.

COSTA, Alberto Luiz Pereira. Alfabetização científica: a sua importância na educação de jovens e adultos. **Educação & Tecnologia**, v. 13, n. 2, 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Editora Paz e Terra, 2011.

FREIRE, Paulo. **Por uma pedagogia da pergunta**. Editora Paz e Terra, 2014.

GALEFFI, Dante Augusto. O que é isto—a fenomenologia de Husserl. **Ideação**, v. 5, p. 13-36, 2000.

HOLANDA, Adriano. Questões sobre pesquisa qualitativa e pesquisa fenomenológica. **Análise psicológica**, v. 24, n. 3, p. 363-372, 2006.

KUHN, Thomas. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2011.

LEITE, Evandro Gonçalves; PEREIRA, Regina Celi Mendes; BARBOSA, Maria do Socorro Maia Fernandes. A iniciação científica nos contextos da educação básica e superior: dos

documentos oficiais aos aspectos formativos. **Alfa: Revista de Linguística (São José do Rio Preto)**, v. 66, 2022.

LORENZETTI, Leonir; SIEMSEN, Giselle Henequin; DE OLIVEIRA, Silvaney. Parâmetros de Alfabetização Científica e Alfabetização Tecnológica na Educação em Química: analisando a temática ácidos e bases. **ACTIO: Docência em ciências**, v. 2, n. 1, p. 4-22, 2017.

MARQUES, Ronualdo; RAIMUNDO, Jerry Adriano. O Negacionismo científico refletido na pandemia da covid-19. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 7, n. 20, p. 67-78, 2021.

MILARÉ, Tathiane; RICHETTI, Graziela Piccoli; SILVA, Larissa Aparecida Rosendo da. Solução Mineral Milagrosa: um tema para o Ensino de Química na perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 26, 2020.

RODRIGUES, Bárbara Daniela Guedes. **A Iniciação Científica Júnior multidisciplinar como facilitadora da Alfabetização Científica**. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química), Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

SILVA, Amanda José Dantas; MACEDO, Idjane Mendes de Freitas. *Fake News: Leitura em múltiplas fontes de formação continuada*. In: XVI Congresso Internacional de Tecnologia na Educação, Olinda, 2018. **Anais [...] Olinda, SENAC-PE**, p. 1-10, 2018.

SILVA, Osni Oliveira Noberto; RAMOS, Michael Daian Pacheco; SANTOS JUNIOR, Paulo Antônio; SILVA, Klaus Araújo. Dificuldades e possibilidades da Educação Crítica em tempos de *Fake News*: uma revisão sistemática. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 7, n. 2, p. 124-140, 2023.

SOARES, Karla Jeane Coqueiro Bezerra; VALLE, Mariana Guelero. Alfabetização Científica e a formação de professores de Ciências: caminhos para uma formação crítica. In.: VALLE, Mariana Guelero; SOARES, Karla Jeane Coqueiro Bezerra; SÁ-

SILVA, Jackson Ronie (Org) **A Alfabetização Científica na formação cidadã: perspectivas e desafios no ensino de Ciências**. Curitiba: Editora Appris, p. 29-45, 2020.

SPECHT, Cristiano; RIBEIRO, Marcus; RAMOS, Maurivan Güntzel. Estudo das perguntas de professores e estudantes em aulas de Química. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 242-395, 2017.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 20, 2018.

TAKIMOTO, Elika. **Como dialogar com um negacionista**. LF Editorial, 2021.

TEIXEIRA, Francimar Martins. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 19, p. 795-809, 2013.

ZAMPIERON, Carla Irene; SÁ, Luciana Passos. Fomentando a alfabetização científica na educação de jovens e adultos a partir de uma proposta de estudo de caso. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 84-104, 2021.

Recursos educativos digitais para o ensino de química: o caso das simulações computacionais e das atividades laboratoriais usando a plataforma comercial “arduíno”

Carla Morais

Considerações sobre a integração das tecnologias digitais no processo educativo

As tecnologias digitais têm permitido trilhar e perspetivar novos caminhos para o ensino e para a aprendizagem. No contexto educacional, as tecnologias digitais podem ser encaradas como ferramentas de produtividade e criatividade, canais de comunicação, bem como fontes de informação e de recursos. Não obstante, um dos maiores desafios que se coloca aos educadores é a integração pedagógica da tecnologia para potenciar a aprendizagem significativa (MORAIS; PAIVA; MOREIRA, 2019). De acordo com Jonassen, (2007), poderemos considerar a tecnologia como uma ferramenta cognitiva, que promove uma aprendizagem significativa sempre que os estudantes: (i) interagem com objetos, observam os efeitos das suas intervenções e constroem suas próprias interpretações; (ii) integram novas experiências e novas interpretações com seus conhecimentos anteriores sobre a realidade; (iii) articulam seus objetivos de aprendizagem com o que fazem, as decisões que tomam, as estratégias que utilizam e as respostas que alcançam; (iv) realizam tarefas de aprendizagem, digitalmente mediadas, baseadas em situações da vida real; e (v) trabalham em grupo, com suporte digital, negociando suas expectativas sociais e a escolha de tarefas e métodos para alcançar os seus objetivos.

Os novos cenários de aprendizagem decorrentes do desenvolvimento tecnológico e, em particular, da *Web 2.0* –

caracterizada pela facilidade de publicação e de interação *online* –, mudou de forma muito significativa o modo como as pessoas utilizam a Internet, mas também como lidam com a informação, refletindo-se esses comportamentos no contexto educativo (AMANTE *et al.*, 2017; HURSEN, 2021; MOREIRA *et al.*, 2021). Além de consumidores de conteúdos e de informação, os utilizadores podem também ser mais facilmente produtores desses mesmos conteúdos. A este propósito, Bruns (2006) cunhou o termo “*produsagem*” (*produsage*), uma aglutinação justamente entre “produção” e “uso”. De acordo com Lee (2011), este novo papel dos utilizadores, enquanto produtores de conteúdo, também resultou na criação de outro novo termo, “conteúdo gerado pelo utilizador” (*user-generated content*), conteúdo esse que é partilhado através de *software* social. Estes conteúdos passam a integrar o *corpus* de informação e de material disponível na web, dando lugar também a um novo conjunto de espaços, processos e cenários de aprendizagem. Atualmente, existem muitas ferramentas da *Web 2.0* que podem ser integradas em ambientes educativos e que permitem, por exemplo, a realização de levantamentos de dados com questionários (ex.: *Kahoot*, *GoSoapBox*, *Nearpod*, *Google Forms*, *Active Textbook*), a elaboração de apresentações (ex.: *Powtoon*, *Lensoo Create*, *Educreations*, *ShowMe*), o desenvolvimento de mapas de conceitos (ex.: *Cmap Tools*, *FreeMind*, *Mindmeister*), a criação de banda desenhada (ex.: *Toondoo*), *storytelling* digital (ex.: *Tellagami*) e cenários de realidade aumentada (ex.: *Aurasma*) (CARVALHO, 2015; MORAIS *et al.*, 2017), entre outras, às quais se podem acrescentar, por exemplo, as *wikis*, editores de *podcasts* e de *vodcasts*.

A “quarta revolução industrial” foi o termo originalmente cunhado por Schwab (2016), para descrever a difusão das tecnologias digitais, sendo que os sistemas educativos são particularmente afetados, dado seu papel na preparação dos jovens para um mundo movido pela tecnologia. Além disso, como a investigação tem vindo a mostrar, crescer na era digital não torna os “nativos digitais” (PRENSKY, 2001) inerentemente competentes e confiantes no uso das tecnologias. O uso da tecnologia pelos

jovens alunos é, em grande medida, restrito a atividades não escolares e de lazer, enquanto para fins educacionais (na escola ou outros contextos) está aquém das suas potencialidades (OCDE, 2015). Note-se, também, que mais de um terço dos jovens, entre os 13 e os 14 anos, que participaram no *The 2018 International Computer and Information Literacy Study (ICILS) – Main findings and implications for education policies in Europe* (COMISSÃO EUROPEIA, 2019a) não possuíam o nível de proficiência mais básico em competências digitais. Não obstante estes fatos falarem por si, é amplamente reconhecido que a integração de tecnologias digitais no processo educativo fortalece as oportunidades de um ensino inovador e de uma aprendizagem criativa (COMISSÃO EUROPEIA, 2019b). As orientações nacionais e internacionais sublinham a necessidade de formação dos professores na área das tecnologias digitais, capacitando-os para a reflexão sobre as potencialidades educativas das tecnologias na construção de “ambientes de aprendizagem estimulantes, inseridos em projetos curriculares reais, autênticos e significativos para os alunos, proporcionando experiências concretas de manipulação das tecnologias, de interação social e de aprendizagem colaborativa” (COSTA; VISEU, 2007, p. 240). A eficácia das práticas pedagógicas, baseadas nas tecnologias digitais, depende muito da forma como a tecnologia é implementada. Para alcançar resultados eficazes, os professores precisam de suporte prático para superar as barreiras de incorporação de tecnologia e de formação adequada para planificar e implementar experiências educativas diversificadas, pedagogicamente fundamentadas e informadas pelo currículo (CHRISTOPOULOS; SPRANGERS, 2021; FARJON *et al.*, 2018; HOYLES, 2018; OCDE, 2019; SVELA *et al.*, 2019). De acordo com os documentos *2nd Survey of Schools: ICT in Education* (COMISSÃO EUROPEIA, 2019a) e o *Digital Education at School in Europe* (COMISSÃO EUROPEIA, 2019b), os professores apontam a falta de competências adequadas e de modelos pedagógicos para integrar as tecnologias digitais na sua prática pedagógica como obstáculos importantes. Além disso, os documentos sublinham a necessidade

de que os professores estejam motivados e reconheçam que há um benefício claro em usar as tecnologias digitais para o ensino e para a experiência de aprendizagem de seus alunos.

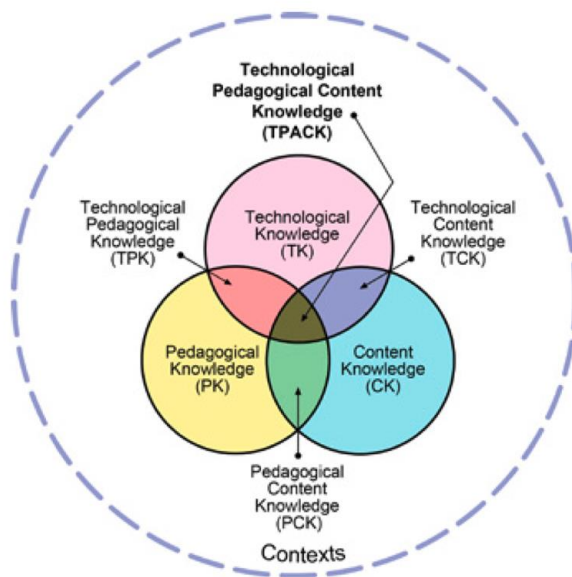
O “DigComp – Quadro Europeu de Referência para a Competência Digital dos Cidadãos” foi publicado pela primeira vez em 2013 (FERRARI, 2013) e, desde então, foi revisto e ajustado várias vezes, sendo que, de uma forma global, a competência digital é definida como o uso confiante, crítico e responsável e o envolvimento com tecnologias digitais para aprender, trabalhar e participar na sociedade. No caso das competências específicas para educadores, destaca-se a *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu* (REDECKER, 2017), competências estas que se estendem a todas as áreas do trabalho do professor, incluindo ensino e aprendizagem, avaliação, comunicação e colaboração com colegas e pais, criação e partilha de conteúdo e recursos. Mishra e Koehler (2006) expandiram a base de conhecimento profissional dos professores inicialmente proposta por Shulman (1986, 1987), de forma a incluir a tecnologia. O modelo teórico proposto pelos autores, “conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo”, – muito frequente no seu acrónimo TPACK (do inglês *technological pedagogical content knowledge*) –, reconhece a necessidade de integrar a tecnologia no ensino, interligando conhecimentos científicos, pedagógicos e tecnológicos¹, sem negligenciar a natureza complexa, multifacetada e situada de conhecimento dos professores (Figura 1).

Neste contexto, merece também referência o *Digital Education Action Plan (2021-2027) – Resetting education and training for the digital age* (COMISSÃO EUROPEIA, 2020), iniciativa renovada da Comissão Europeia para apoiar a adaptação sustentável e eficaz dos sistemas de educação e formação dos Estados-Membros da UE

¹ A interação entre os componentes origina: conhecimento pedagógico do conteúdo, conhecimento tecnológico do conteúdo e conhecimento tecnológico pedagógico, sendo que sua junção forma o TPACK.

à era digital. A pandemia COVID-19² revelou variados desafios para os sistemas de educação e formação relacionados com as capacidades digitais dos estabelecimentos de ensino, a formação de professores e os níveis gerais de aptidões e competências digitais (OLIVEIRA *et al.*, 2021)³. Entendemos, assim, que é relevante, no campo da formação de professores, aproveitarmos esta oportunidade para rentabilizar aplicações, recursos educativos - como é o caso das simulações computacionais - estratégias de ensino, meios de comunicação e de interação que se possam ajustar ao ensino das ciências a diferentes estilos de aprendizagem e ao modo de ensinar de cada professor.

Figura 1 - Referencial teórico TPACK.



Fonte: Retirado de KOEHLER; MISHRA, 2009.

² A pandemia conduziu também ao aumento significativo de desafios e desigualdades existentes entre os que têm e os que não têm acesso às tecnologias digitais, incluindo pessoas oriundas de meios desfavorecidos.

³ A autora deste capítulo é também coautora deste estudo exploratório sobre a experiência de educação remota de emergência durante a pandemia, publicado no *British Journal of Educational Technology*.

As simulações computacionais e guiões de exploração no ensino da química

As simulações computacionais têm sido consideradas prósperas ferramentas tecnológicas para ensino e aprendizagem, impulsionando o desenvolvimento de competências e de atitudes, bem como do conhecimento de conteúdo da área da química nas suas dimensões substantiva, processual e epistemológica (MORAIS; PAIVA; MOREIRA, 2019). A exploração de simulações poderá permitir aos alunos testar pressupostos, visualizar dinamicamente ilustrações ao nível molecular, que explicitam os padrões e contrastes, usando gráficos e animações dinâmicas, tornando, assim, mais explícitos os processos não observáveis, uma vez que têm lugar a escalas muito grandes ou muito pequenas; ocorrem a uma velocidade muito lenta ou muito rápida; ou têm um elevado grau de complexidade (KHAN, 2011; OLYMPIOU *et al.*, 2013).

As simulações computacionais oferecem uma enorme variedade de possibilidades de modelagem de conceitos e de processos científicos. Por meio deles, os fenômenos observados podem ser reconceptualizados não apenas ao nível macroscópico, mas também em termos de modelos teóricos da estrutura da matéria, ou seja, ao nível submicroscópico, o que assume particular relevância no caso do ensino e aprendizagem da química (DE JONG; TABER, 2014; DUMON; MZOUGH-KHADHRAOUI, 2014).

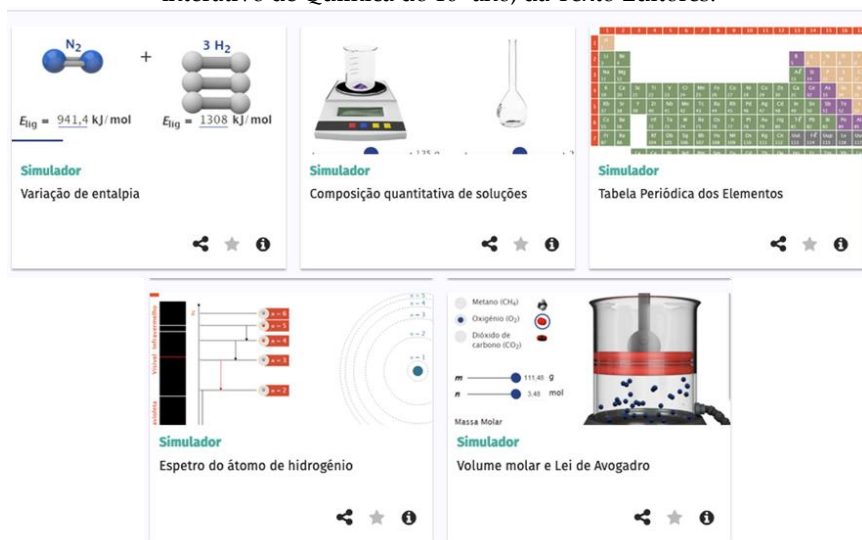
Nas palavras de De Jong e Taber (2014):

Para o químico, os modelos do mundo à escala submicroscópica de moléculas, iões e eletrões fazem um trabalho explicativo útil, porque as propriedades dessas "partículas" (ou seja, as moléculas, iões, eletrões) são entendidas como interagindo para dar origem a estruturas ao nível macroscópico fenomenológico, pelo que conduzem às propriedades emergentes que podem ser observadas. Esta tem sido desde há muito uma premissa metafísica da química.

Na Figura 2, apresentam-se alguns exemplos de simulações computacionais integradas no manual escolar interativo de Química do

10º ano, da Texto Editores, com tiragem nacional, em cujo desenvolvimento participámos (PAIVA, *et al.*, 2021).

Figura 2 - Exemplos de simulações computacionais integradas no manual escolar interativo de Química do 10º ano, da Texto Editores.



Fonte: PAIVA, *et al.*, 2021.

Relativamente aos materiais de apoio aos alunos durante a sua interação com simulações computacionais, em particular, Paiva e Costa (2010) apresentam os "guiões de exploração" enquanto instrumentos de potenciação pedagógica destes recursos digitais. De acordo com Paiva e Costa (2010, p. 589):

Os guiões de exploração podem servir para ajustar o mesmo programa de *software* a vários níveis de aprendizagem [...]. Um guião de exploração pode ser criado para fins mais orientativos e tutoriais, mas também pode levantar questões e desafios destinados a serem explorados mais tarde.

De acordo com Cicconi (2014), enquanto o papel de Vygotsky do "outro mais conhecedor" é tradicionalmente retratado como sendo o professor, um irmão ou colega de turma mais avançado, a tecnologia permite que se escreva uma nova definição. Em algumas situações, o "outro mais conhecedor" pode ser uma simulação

computacional e um guião de exploração que, pelo seu potencial, permitirá criar: a) uma experiência de colaboração entre pares dentro da sala de aula; b) uma série individualizada de tutorias para os alunos, que se encontram dentro da sala de aula ou fora da escola. Como Paiva e Costa (2010) salientam, quando os alunos interagem com simulações computacionais, sozinhos ou em grupo sem um guião de exploração, podem interagir freneticamente com estes recursos, na maioria das vezes, sem uma reflexão apropriada que lhes permita construir e reforçar sua aprendizagem, perdendo oportunidades de metacognição e de tomada de consciência de suas dificuldades anteriores. No caso de tal ocorrer em grupo, a interação entre estudantes gera ainda atividades extra, tais como: explicação, desacordo e regulação mútua, que desencadeiam mecanismos cognitivos extras, por exemplo, de elicitación de conhecimentos, de internalização e de redução da carga cognitiva (MORAIS; PAIVA; MOREIRA, 2019).

A propósito da integração de recursos educativos digitais para o ensino de química, é intento deste capítulo fazer também referência às atividades laboratoriais, com integração STEM, usando a plataforma comercial programável de prototipagem eletrônica *open-source* “arduíno”.

Atividades laboratoriais, com integração STEM, usando a plataforma comercial “arduíno” no ensino da química

Segundo Huri e Karpudewan (2019), as atividades de laboratório são boas oportunidades para o ensino integrado e para resolver problemas do mundo real. Desde a década de 90 do século XX, o ensino integrado STEM tem ganhado popularidade (BYBEE, 2010), sendo considerado essencial para preparar os alunos para carreiras transdisciplinares e para enfrentar os grandes desafios emergentes e complexos como os que decorrem de questões relacionadas com a saúde, as mudanças climáticas, as alternativas energéticas e os transportes (NADELSON; SEIFERT, 2017).

A educação STEM é considerada um catalisador para a preparação de gerações produtivas e inovadoras e para a promoção do crescimento econômico de um país. Por essas razões, atraiu atenção substancial nos últimos anos e tem constituído uma componente integrante das políticas educativas (AKAYGUN; ASLAN-TUTAK, 2016; ENGLISH; KING, 2018; TIGNER *et al.*, 2017). Os componentes da integração STEM foram claramente definidos⁴, mas o ensino STEM é determinado de formas distintas. Huri e Karpudewan (2019) propõem a abordagem de “laboratório STEM integrado”, que resulta da consolidação da interceção das quatro disciplinas STEM com os seis elementos da “*Framework* para integração STEM na sala de aula”, proposta por Moore *et al.* (2015). Segundo este *framework*, as atividades STEM, quando integradas em contexto educativo, devem: i) propiciar um ambiente motivador para que a aprendizagem seja pessoalmente significativa; ii) incluir a exploração da tecnologia no pensamento de engenharia e de *design* usando o conhecimento fundamental de ciências e matemática como estratégia de resolução de problemas; iii) permitir a participação no pensamento de engenharia através da aprendizagem do erro e do redesenho com base no que se vai aprendendo; iv) ter relação com o currículo de ciências e matemática; v) ser centradas no aluno; e vi) promover competências colaborativas e de comunicação.

Uma das dificuldades mais apontadas ao ensino STEM é que os professores não têm conhecimento sobre a incorporação das quatro disciplinas STEM para a construção de experiências educativas (CHALMERS *et al.*, 2017; KELLEY; KNOWLES, 2016; RADLOFF; GUZEY, 2016). De acordo com Chalmers *et al.* (2017) e Berisha e Vula (2021), os programas de formação de professores precisam de proporcionar aos seus professores formação sobre o ensino STEM e sobre abordagens pedagógicas eficazes para a

⁴ Na literatura, têm surgido também as siglas STEAM e STREAM. O STEAM adiciona as “Artes” (*Arts*) aos elementos de integração STEM e o STREAM incorpora ainda a “Leitura” (*Reading*).

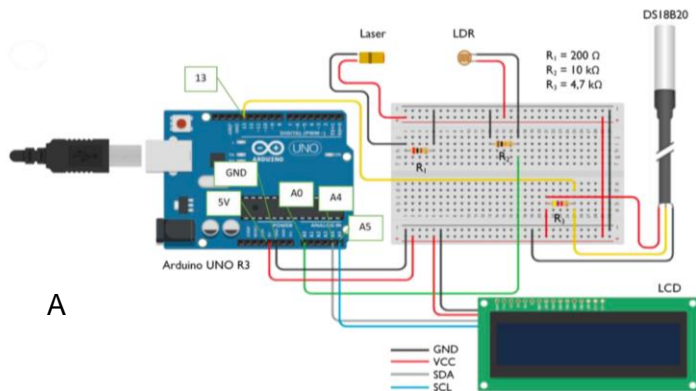
implementação STEM, que permitam cultivar a capacidade de os professores virem a proporcionar aos seus alunos uma experiência de aprendizagem STEM autêntica. Em sintonia com esta perspetiva, têm-se desenvolvido exemplos de atividades laboratoriais de química, correspondentes ao enriquecimento STEM das atividades laboratoriais obrigatórias para o 10.^o e 11.^o ano do programa de química do Ensino Secundário em Portugal (MORAIS; ARAÚJO, 2022). Estas atividades pretendem envolver os alunos do Ensino Secundário não só na exploração dos conteúdos de química, mas também na exploração didática das atividades assentes em uma integração STEM. Deu-se particular destaque ao uso da plataforma comercial “arduíno” para automação de alguns processos e procedimentos de recolha e análise de dados no laboratório didático (Figura 3).

Não se pretende um aprofundamento substancial no uso da robótica educacional, mas procura-se, com base na programação “arduíno” dirigida a atividades laboratoriais, estimular a possibilidade de exploração integrada das atividades, numa lógica STEM, e o espicaçar do desenvolvimento de novas competências para o professor de química, tais como: eletrónica básica, linguagem e lógica de programação associada ao controle de variáveis e a aquisição automática de dados. A expectativa é que este tipo de atividades permita não só aos alunos desenvolverem um conjunto de competências essenciais para os desafios da sociedade atual, como também aos professores em formação e em exercício evoluírem ao nível de sua formação profissional para que, no futuro, possam levar a cabo este tipo de dinâmica em contexto de sala de aula com os seus alunos.

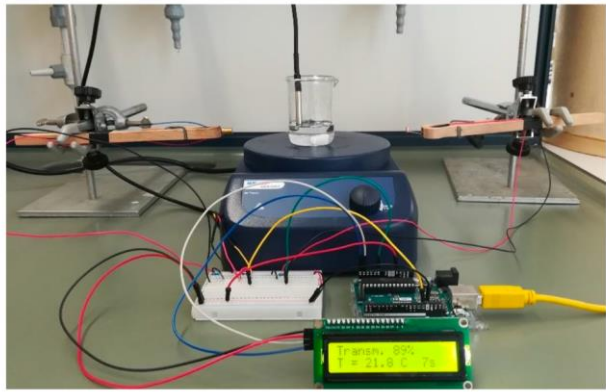
Outro ponto a enfatizar é que as atividades de laboratório podem integrar a sequência de ensino de diferentes formas. Efetivamente, as atividades laboratoriais podem ser inseridas no início, a meio ou no fim da sequência de ensino, dependendo se pretendem ser usadas como um ponto de partida para a aprendizagem conceptual, se com sua utilização se pretende facilitar a reconstrução do conhecimento conceptual ou processual

ou a integração do conhecimento conceptual, ou, ainda, se o objetivo é reforçar a aprendizagem conceptual anterior (LEITE; DOURADO, 2013).

Figura 3 - A: Circuito utilizado na determinação da solubilidade em água do nitrato de potássio; B: Montagem experimental para determinar a solubilidade do nitrato de potássio, em função da temperatura.



A



B

Fonte: Moraes; Araújo, 2022.

Considerações finais

A integração das tecnologias digitais em contexto educativo deve atender à necessidade de reconhecimento da relevância do contributo que a investigação sobre o ensino e a aprendizagem

das ciências com efetivo aproveitamento pedagógico das tecnologias, desenvolvida de forma colaborativa entre professores e investigadores, tem na conceção e implementação de práticas inovadoras e devidamente fundamentadas (MOTA *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2021; PAIVA *et al.*, 2016; PAIVA; MORAIS; MOREIRA, 2017). A este propósito, entre outras referências internacionais de relevo (CHRISTOPOULOS; SPRANGERS, 2021; COMISSÃO EUROPEIA, 2019b; FARJON *et al.*, 2018; HOYLES, 2018; SVELA *et al.*, 2019), será oportuno mencionar o estudo *O Multimédia no Ensino das Ciências: Cinco anos de investigação e ensino em Portugal* (PAIVA *et al.*, 2015). Nele, resultante de uma parceria da Sociedade Portuguesa de Química e da Fundação Francisco Manuel dos Santos, é apresentado um retrato da utilização do multimédia educativo no ensino das ciências em Portugal, tendo por base a análise de trabalhos académicos de mestrado e de doutoramento, bem como artigos em atas de conferências. Pretendeu-se, por um lado, captar um retrato da natureza metodológica das investigações sobre este tema e, por outro, alcançar uma síntese do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo que nelas se encontra. Realça-se o elevado número de propostas didáticas com recurso às tecnologias digitais que estão acessíveis à comunidade pedagógica, bem como os instrumentos de recolha de dados que podem ajustar-se a práticas de investigação científica, mas também a de sala de aula.

Referências

AKAYGUN, S.; ASLAN-TUTAK, F. STEM images revealing STEM conceptions of pre-service Chemistry and Mathematics teachers. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, 4(1), p. 56-71. 2016.

AMANTE, L., OLIVEIRA, I.; PEREIRA, A. Cultura da avaliação e contextos digitais de aprendizagem: O modelo PrACT. **ReDOC: Revista Docência e Cibercultura**, 1, p. 135-150. 2017.

BERISHA, F.; VULA, E. Developing pre-service teachers conceptualization of STEM and STEM pedagogical practices. **Frontiers in Education**. 2021.

BRUNS, A. Towards produsage: Futures for user-led content production. In C. ESS; F. SUDWEEKS; H. HRACHOVEC (Eds.), 5th International Conference on Cultural Attitudes towards Technology and Communication. **Proceedings [...]** School of Information Technology, p. 275-284. 2006.

BYBEE, R. Advancing STEM education: A 2020 vision. **Technology and Engineering Teacher**, 70(1), p. 30-35. 2010.

CARVALHO, A. A. A. (Ed.). **Apps para dispositivos móveis**. Manual para professores, formadores e bibliotecários. Ministério da Educação / DGE. 2015.

CHALMERS, C.; CARTER, M.; COOPER, T.; NASON, R. Implementing “big ideas” to advance the teaching and learning of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). **International Journal of Science and Mathematics Education**, 15(1), p. 25-43. 2017.

CHRISTOPOULOS, A.; SPRANGERS, P. Integration of educational technology during the Covid-19 pandemic: An analysis of teacher and student receptions. **Cogent Education**, 8(1). 2021.

CICCONI, M. Vygotsky Meets Technology: A Reinvention of Collaboration in the Early Childhood Mathematics Classroom. **Early Childhood Education Journal**, 42(1), p. 57-65. 2014.

COMISSÃO EUROPEIA. **The 2018 International Computer and Information Literacy Study (ICILS):** Main findings and implications for education policies in Europe. Comissão Europeia. 2019a.

COMISSÃO EUROPEIA. **Digital education at school in Europe.** Eurydice Report. Serviço das Publicações da União Europeia. 2019b.

COMISSÃO EUROPEIA. **The 2018 International Computer and Information Literacy Study (ICILS):** Main findings and implications for education policies in Europe. Comissão Europeia. 2019c.

COMISSÃO EUROPEIA. **Digital Education Action Plan (2021-2027).** 2020.

COSTA, F.; VISEU, S. Formação - Acção - Reflexão: Um modelo de preparação de professores para a integração curricular das TIC. *In* F. COSTA; H. PERALTA; S. VISEU (Eds.). **As TIC na educação em Portugal: Concepções e práticas.** Porto Editora, p. 238-258. 2007.

DE JONG O.; TABER, K. S. The Many Faces of High School Chemistry. *In* **Handbook of Research in Science Education**, vol.2, N. Learderman. New York: Routledge, p. 457-480, 2014.

DUMON, A.; MZOUGH-KHADHRAOUI, I. Teaching chemical change modeling to Tunisian students: An “expanded chemistry triplet” for analyzing teachers' discourse. **Chemistry Education Research and Practice**, 15(1), p. 70-80. 2014.

ENGLISH, L.; KING, D. STEM integration in Sixth Grade: Designing and constructing paper bridges. **International Journal of Science and Mathematics Education**, 17, p. 1-20. 2018.

FARJON, D.; SMITS, A.; VOOGT, J. Technology integration of pre-service teachers explained by attitudes and beliefs, competency, access, and experience. **Computers & Education**, 130(1), p. 81-93. 2018.

FERRARI, A. **DigComp:** A framework for developing and understanding digital competence in Europe. Comissão Europeia. 2013.

HARRIS, J.; MISHRA, P.; KOEHLER, M. Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. **Journal of Research on Technology in Education**, 41(4), p. 393-416. 2009.

HOYLES, C. Transforming the mathematical practices of learners and teachers through digital technology. **Research in Mathematics Education**, 20, p. 1-20. 2018.

HURI, N. H. D.; KARPUDEWAN, M. Evaluating the effectiveness of Integrated STEM-lab activities in improving secondary school students' understanding of electrolysis. **Chemistry Education Research and Practice**, 20(3), p. 495-508. 2019.

HURSEN, C. The effect of problem-based learning method supported by Web 2.0 tools on academic achievement and critical thinking skills in teacher education. **Technology, Knowledge and Learning**, 26(3), p. 515-533. 2021.

JONASSEN, D. H. **Computers, cognitive tools: developing critical thinking in schools**. [Computadores, Ferramentas Cognitivas: desenvolver o pensamento crítico nas escolas]. Porto: Porto Editora. 2007.

KELLEY, T.; KNOWLES, J. A conceptual framework for integrated STEM education. **International Journal of STEM Education**, 3(1), p. 11. 2016.

KHAN, S. New pedagogies on teaching Science with computer simulations. **Journal of Science Education and Technology**, 20(3), p. 215-232. 2011.

LEE, E. Facilitating student-generated content using Web 2.0 technologies. **Educational Technology**, 51(4), p. 36-40. 2011.

LEITE, L.; DOURADO, L. Laboratory activities, science education and problem-solving Skills. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 106, p. 1677-1686. 2013.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, 108(8), p. 1017-1054. 2006.

MOORE, T.; JOHNSON, C.; PETERS-BURTON, E.; GUZEY, S. The need for a STEM road map. *In* C. C. JOHNSON, E. E. PETERS-

BURTON, T. J. MOORE; S. S. GUZEY (Eds.). **STEM road map: A framework for integrated STEM education**. Routledge Taylor & Francis Group, p. 3-12. 2015

MORAIS, C.; ARAÚJO, J. L. An alternative experimental procedure to determine the solubility of potassium nitrate in water with automatic data acquisition using arduíno for secondary school: development and validation with pre-service chemistry teachers. **Journal of Chemical Education**, 100(2), p. 774–781. 2022.

MORAIS, C.; MOREIRA, L.; PAIVA, J. C.; MONTEIRO, J.; VIEIRA, H.; SANTOS, D. **Towards effective teaching and meaningful learning in Mathematics, Science and Technology Education**. UNISA/ISTE Conference on Mathematics, Science and Technology Education, África do Sul. 2017.

MORAIS, C.; PAIVA, J. C.; MOREIRA, L. Learning effects of different digital-based approaches in chemistry: A quasiexperimental assessment. In M. Tsitouridou, J. A. DINIZ; T. MIKROPOULOS, **Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education: First International Conference, TECHEDU**, Thessaloniki, Grécia: Springer International Publishing, p. 267-279. 2018

MOREIRA, L.; PAIVA, J. C.; MORAIS, C. The social representations of the Internet: A systematic review of literature towards a groundbreaking research agenda. **Papers on Social Representations**, 20(10), p. 1-33. 2021.

MOTA, J.; MORAIS, C.; MOREIRA, L.; PAIVA, J. C. mSciences: an affinity space for science teachers. **European Journal of Contemporary Education**, 6(3), p. 401-413. 2017.

NADELSON, L. S.; SEIFERT, A. L. Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. **The Journal of Educational Research**, 110(3), 201. p. 221-223, 2017.

OCDE. **Students, computers and learning: Making the connection**. OCDE. 2015.

OCDE. **How's life in the digital age?** Opportunities and risks of the digital transformation for people's well-being. 2019.

OLIVEIRA, G.; GRENHA TEIXEIRA, J.; TORRES, A.; MORAIS, C. An exploratory study on the emergency remote education experience of higher education students and teachers during the COVID-19 pandemic. **British Journal of Educational Technology**, 52(4), p. 1357-1376. 2021.

OLYMPIOU, G.; ZACHARIAS, Z.; DE JONG, T. Making the invisible visible: Enhancing students' conceptual understanding by introducing representations of abstract objects in a simulation. **Instructional Science**, 41(3), p. 575-596. 2013.

PAIVA, J. C.; COSTA, L. Exploration Guides as a Strategy To Improve the Effectiveness of Educational Software in Chemistry. **Journal of Chemical Education**, 87 (6), p. 589–590. 2010.

PAIVA, J. C.; MATOS, G.; MORAIS, C.; FIOLHAIS, C. **10Q - Química**, 10.º ano. Lisboa: Texto Editores. 2021.

PAIVA, J. C.; MORAIS, C.; MOREIRA, L. **O multimédia no ensino das Ciências**: Cinco anos de investigação e ensino em Portugal. Fundação Francisco Manuel dos Santos. 2015.

PAIVA, J. C.; MORAIS, C.; MOREIRA, L. Activities with parents on the computer: An ecological framework. **Journal of Educational Technology & Society**, 20(2), p. 1-14. 2017.

PAIVA, J. C.; MORAIS, C.; COSTA, L.; PINHEIRO, A. The shift from “e-learning” to “learning”: Invisible technology and the dropping of the “e”: The shift from “e-learning” to “learning”. **British Journal of Educational Technology**, 47, p. 226–238. 2016.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants Part 1. **On the Horizon**, 9(5), p. 1-6. 2001.

RADLOFF, J.; GUZEY, S. Investigating preservice STEM teacher conceptions of STEM education. **Journal of Science Education and Technology**, 25(5), p. 759-774. 2016.

REDECKER, C. **European framework for the digital competence of educators**: DigCompEdu. Serviço de Publicações da União Europeia. 2017.

SCHWAB, K. **The fourth industrial revolution**. Fórum Económico Mundial. 2016.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, 15(2), p. 4-14. 1986.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, 57, p. 1-22. 1987.

SVELA, A.; NOURI, J.; VIBERG, O.; ZHANG, L. A systematic review of tablet technology in mathematics education. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)**, 13(8), p. 139-158. 2019.

TIGNER, J. A.; ENGLISH, T.; FLOYD-SMITH, T. M. Cultivating the STEM pipeline by translating glucose sensor research into a handson outreach activity. **Education for Chemical Engineers**, 21, p. 17- 24. 2017.

Sobre as organizadoras

Ingrid Nunes Derossi

Professora na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), campus Iturama. Licenciada em Química, mestre e doutora em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

<http://lattes.cnpq.br/9362791867984298>

<https://orcid.org/0000-0002-0283-3968>

Luciana Caixeta Barboza

Professora na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), campus Uberaba. Licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (USP) e doutoranda em Educação pela UFTM.

<http://lattes.cnpq.br/8784599785732097>

<https://orcid.org/0000-0001-6409-5529>

Sobre as autoras e os autores

Aguinaldo Robinson de Souza

Professor na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), campus Bauru. Bacharel, mestre e doutor em Química pela Universidade de São Paulo (USP).

<http://lattes.cnpq.br/4167514050938821>

<https://orcid.org/0000-0003-2373-267X>

Andréia Francisco Afonso

Professora na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), licenciada em Química pela Universidade de Uberaba (UNIUBE), mestre em Ciências Biológicas pelo Museu

Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ), doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR).

<http://lattes.cnpq.br/1105432487453207>

<https://orcid.org/0000-0002-0107-2490>

Carla Morais

Professora na Universidade do Porto, em Portugal. Licenciada em Química, mestre em Educação Multimídia e doutora em Educação e Comunicação em Ciências pela Universidade do Porto.

<https://orcid.org/0000-0002-2136-0019>

José Gonçalves Teixeira Júnior

Professor na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), campus Pontal. Licenciado, mestre e doutor em Química pela UFU.

<http://lattes.cnpq.br/8191381462412110>

<https://orcid.org/0000-0003-2436-6413>

Mateus José dos Santos

Professor na rede pública de ensino de Minas Gerais. Licenciado em Química, mestre em Educação pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), doutorando em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP).

<http://lattes.cnpq.br/3159016812184117>

<https://orcid.org/0000-0001-6968-2722>

Poliana Flávia Maia

Professora na Universidade Federal de Viçosa (UFV), campus Florestal. Licenciada em Química, mestre e doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

<http://lattes.cnpq.br/3382266217932271>

<https://orcid.org/0000-0001-9778-4486>

Roberta Guimarães Corrêa

Professora na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
Licenciada, mestre e doutora em Química pela Universidade
Federal de São Carlos (UFSCAR).

<http://lattes.cnpq.br/8887214323875475>

<https://orcid.org/0000-0003-4720-5401>

A partir das intensas discussões ocorridas no VI Simpósio Mineiro de Educação Química (SMEQ), com palestras, mesas redondas, apresentações culturais, minicursos e apresentações de trabalho, surgiu a ideia de sistematizar, em formato de livro, algumas das ricas discussões surgidas no evento. Nosso objetivo é continuar o diálogo de forma a contribuir para a formação de professores e educadores químicos.

