

## O currículo e a construção de conhecimentos profissionais mediada por recursos digitais na formação inicial do professor de Química

DOI: <https://doi.org/10.33871/23594381.2023.21.2.7187>

Thiago Cavassani<sup>1</sup>

**Resumo:** Para a atuação profissional, os professores apropriam-se de determinadas ferramentas pedagógicas e constroem diferentes compreensões sobre as diretrizes curriculares que contribuem para moldar particularmente suas formas de ação em sala de aula. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar os modos de interação de professores em formação com as ferramentas páginas de Internet, buscando evidências da constituição de conhecimentos docentes mediados pela tecnologia digital na interface entre conteúdos conceituais e a proposta curricular da disciplina de Química para o ensino médio. Suportados metodologicamente por uma investigação do tipo intervenção pedagógica, os resultados encontrados permitiram relacionar modos de apropriação das diretrizes curriculares e da tecnologia digital com as oportunidades e condicionantes produzidas ao processo de planejamento do ensino pelos licenciandos. A experiência interventiva realizada revelou-se favorável ao desenvolvimento de aspectos relacionados ao conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo (TPACK) dos licenciandos, ainda que dificuldades latentes para a compreensão e fluência no trabalho pedagógico com a proposta curricular oficial de Química tenham sido identificadas. Tais aspectos podem ser compreendidos como relevantes entraves à meta-aprendizagem da tecnologia enquanto recurso apto ao processo de ensino e aprendizagem de ciências em geral e Química em particular. Assim, ressalta-se as contribuições de momentos guiados de interação e reflexão crítica dos licenciandos com propostas curriculares mediadas com tecnologias digitais para a constituição do TPACK dos professores em formação. Por fim, reforça-se a necessidade de uma reflexão mais profunda e compromissada com a (re)definição do papel da formação inicial e continuada dos professores no que diz respeito aos significados atribuídos pelos sujeitos e a importância institucional conferida às tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs) na mediação pedagógica em prol de uma melhor experiência formativa dos estudantes.

**Palavras-chave:** Currículo, tecnologias digitais, professores em formação, TPACK.

### The curriculum and the construction of professional knowledge mediated by digital resources in the early education of Chemistry teachers

**Abstract:** In the course of their professional performance, teachers appropriate certain pedagogical tools and construct different understandings about curricular guidelines that particularly contribute to shape their forms of action in the classroom. Thus, the objective of this study is to analyze the ways in which teachers in formation interact with tools web pages, looking for evidence of the constitution of teaching knowledge mediated by digital technology in the interface between conceptual content and the curriculum proposal of Chemistry for high school. Methodologically supported by a pedagogical intervention investigation, the results found allowed relating modes of appropriation of curriculum guidelines and digital technology with the opportunities and constraints produced in the process of teaching planning by undergraduates. The interventional experience proved to be favorable to the development of aspects related to technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK) of the undergraduates, although

<sup>1</sup> Doutor em Ciências – Química (UFSCar). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus Catanduva - SP. <https://orcid.org/0000-0002-5108-5935>. E-mail: [thiagocavassani@yahoo.com.br](mailto:thiagocavassani@yahoo.com.br).

latent difficulties in understanding and fluency in the pedagogical work with the official curriculum proposal for Chemistry have been identified. These aspects can be understood as relevant barriers to the meta-learning of technology as a suitable resource for the process of teaching and learning science in general, and Chemistry, in particular. Thus, we highlight the contributions of guided moments of interaction and critical reflection of undergraduates with curriculum proposals mediated with digital technologies for the constitution of the TPACK of trainee teachers. Finally, it reinforces the need for a deeper and committed reflection on the (re)definition of the role of initial and continuing education of teachers with respect to the meanings attributed by the subjects and the institutional importance given to ICTs in pedagogical mediation in favor of a better formative experience for students.

**Keywords:** Curriculum, digital technologies, teacher education, TPACK.

## Introdução

A integração efetiva de tecnologias digitais nas atividades escolares representa um desafio premente não apenas para a prática pedagógica dos professores, como também às ações desenvolvidas no âmbito da formação inicial ou continuada dos docentes atualmente. O contexto da pandemia de Covid-19 promoveu uma intensa utilização desses recursos no escopo do ensino remoto emergencial, evidenciando um cenário de relevante desigualdade de acesso às TDICs, além de permitir transparecer o preparo insuficiente das instituições de ensino e lacunas formativas importantes para utilização didática das TDICs pelos professores (CETIC, 2020).

Apropriadas no âmbito escolar a partir da perspectiva sociocultural, as TDICs são concebidas como ferramentas culturais de mediação no processo de ensino-aprendizagem e sua utilização efetiva implica em reconhecer como estes artefatos condicionam, amplificam e modificam os modos de ação pedagógica dos professores. Assim, esses recursos podem inserir novas potencialidades para atividades de ensino e aprendizagem, alterando as formas de interação entre os sujeitos e os conteúdos, além de introduzir novas e normalmente pouco salientadas restrições a esses processos (CAVASSANI, 2021). Portanto, é preciso considerar que os professores necessitam desenvolver um conjunto de conhecimentos profissionais para a sua apropriação efetiva e crítica capaz de habilitá-los a atuar na significativa atividade de mediação pedagógica com as TDICs (MACHADO; PINHEIRO; MIQUELIN, 2018).

Nesse sentido, Mishra e Koheller (2006) ampliaram a concepção de Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK) elaborada por Shulman (1987) para abarcar a introdução das TDICs como um componente pedagógico disponível e apto ao trabalho do professor no atual contexto de desenvolvimento sociotécnico. A adoção de diferentes tecnologias à ação pedagógica demanda um conjunto de conhecimentos profissionais com o objetivo final de uma melhora significativa do processo de

aprendizados estudantes. Segundo Santo, Cardoso e Santos (2018), esses conhecimentos podem ser designados como Conhecimentos Tecnológicos, Pedagógicos de Conteúdo (TPACK) e definidos como a:

(...) intersecção das três bases (conteúdo, pedagógica e tecnológica). Trata-se da base do que se pode chamar de um “bom ensino” e pressupõe a representação de conceitos teóricos utilizando tecnologias, bem como técnicas e aportes pedagógicos na transposição didática do conteúdo (p. 4)

Como indicam Bernardes e Neto (2019), o desenvolvimento do TPACK na formação inicial de professores invoca um contexto teórico e prático mediado pelas tecnologias digitais em atividades de planejamento de ensino e regência articulados a diferentes conteúdos curriculares. Com tais ações, os professores em formação podem reconhecer as potencialidades destes recursos relacionados aos diferentes objetivos pedagógicos previamente definidos. Dentre as TDICs disponíveis ao trabalho didático do professor, as diferentes mídias e mesmo os recursos básicos da Internet merecem destaque, pois são amplamente disseminados e utilizados pelos nativos digitais, embora nem sempre sejam analisados, veiculados e apropriados em propostas pedagógicas visando a melhoria do processo de ensino e aprendizagem dos estudantes (CAVASSANI, ANDRADE, 2016).

Para isso, a formação inicial deve também incumbir-se de auxiliar os professores a compreender esses espaços digitais como genuínas ferramentas culturais aptas ao trabalho colaborativo e dialógico próprio da construção mediada do conhecimento escolar. Nessa condição, revela-se a importância da mobilização de (novos) conhecimentos desenvolvidos nas interrelações entre os conteúdos conceituais, as propostas pedagógicas específicas e as possibilidades e as restrições advindas da integração de diferentes TDICs. Desse modo, fomenta-se o desenvolvimento e a possibilidade de apropriação do TPACK pelos professores para a atuação no contexto de uma sociedade digital.

Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar a análise dos modos de interação professores em formação com a ferramenta cultural páginas da Internet, buscando evidências da constituição dos conhecimentos docentes mediados pela tecnologia digital na interface com os conteúdos e a proposta curricular oficial da disciplina de Química para o ensino médio.

## **Desenvolvimento**

O desenvolvimento deste trabalho insere-se na perspectiva da pesquisa qualitativa em educação, cuja abordagem metodológica adotada é da intervenção-didático pedagógica. Segundo Damiani e colaboradores (2013), estas investigações envolvem o planejamento e atuação deliberada em processos de ensino-aprendizagem visando “produzir avanços e melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências” (DAMIANI *et al.*, 2013, p. 58). Desse modo, é importante delimitar em investigações nesta orientação metodológica o contexto e os procedimentos interventivos desenvolvidos, além da sistematização dos métodos de avaliação da intervenção efetivada.

Assim, a realização desta investigação ocorreu no contexto da Disciplina de Química para o Desenvolvimento Sustentável (QDS) em uma turma do 8º período do curso de licenciatura em Química de uma instituição federal de educação no interior do estado de São Paulo, desenvolvida no segundo semestre de 2018.

Como *procedimento de intervenção*, inicialmente os aspectos sobre matriz energética foram apresentados e debatidos, além de temas Químicos relacionando implicações ambientais, econômicas e sociais decorrentes da exploração e utilização de diversas fontes energéticas. Esta ação ocorreu durante cinco encontros da disciplina e envolveu a utilização de atividade expositiva dialogada, leitura guiada de textos e discussão de vídeos, além de debates e síntese dos conteúdos pelos licenciandos, entre outros recursos. Para a finalização da temática curricular, os licenciandos foram convidados a selecionar e analisar páginas da Internet considerando o tema energia e sua aplicabilidade como recurso motivador para utilização em ações pedagógicas em sala de aula.

Assim, os licenciandos foram direcionados à sala de informática da instituição e promoveram a pesquisa com a ajuda de mecanismos de busca pela Internet de sites, páginas e blogs que tratavam da temática considerando os objetivos curriculares para o ensino médio (SÃO PAULO, 2011) e as habilidades/conteúdos que poderiam ser trabalhados em sala de aula a partir do uso dessas ferramentas em atividade didática. Nas duas semanas seguintes da disciplina, a atividade interventiva demandou dos estudantes uma reanálise dos conceitos científicos trabalhados em sala de forma a apropriá-las ao trabalho de pedagógico em sala de aula. Para tanto, os licenciandos construíram uma análise pedagógica destes recursos, na qual deveriam explicitar a relação dos conteúdos Químicos com a abordagem do desenvolvimento sustentável e as possíveis abordagens multidisciplinares em sala de aula com esta temática, além de avaliarem as possíveis

habilidades e competências desenvolvidas com os assuntos selecionados. Por fim, cada licenciando apresentou a análise produzida em sala de aula e os aspectos conceituais e pedagógicos de cada proposta foram discutidos e avaliados coletivamente.

Já como *método de avaliação da intervenção*, objeto principal de análise deste trabalho, foram utilizados: i) os materiais e as análises produzidas por uma licencianda em Química na atividade de interação com o currículo da disciplina de Química para o ensino médio vigente à época da realização desta pesquisa (SÃO PAULO, 2011) e ii) os relatos sobre a experiência vivenciada pelos licenciandos utilizando a técnica de grupo focal, registrados em áudio e transcritos para análise.

Estes recursos são, portanto, os objetos prioritários de análise deste trabalho. Conforme discutem Koehler e colaboradores (2012), os materiais produzidos na mediação com as tecnologias digitais em processos de seleção, reflexão e avaliação pedagógica destes artefatos constituem relevantes instrumentos metodológicos para a investigação dos conhecimentos profissionais dos licenciandos. Nesse sentido, a análise destes recursos com o foco na forma de organização das propostas didáticas e suas as implicações para o processo de ensino e aprendizagem pode contribuir para perquirir as contribuições da proposta interventiva na construção e desenvolvimento dos conhecimentos profissionais ainda na formação inicial dos professores de Química.

Com estas considerações, empregamos neste trabalho a técnica da análise de conteúdo de Bardin (2002) para a organização dos resultados relativos aos materiais produzidos pelos licenciandos. Utilizamos a abordagem temática com eixos definidos *a priori* que podem ser compreendidos, conforme explica Cavassani (2021), “não enquanto grade de análise, mas sim como diretrizes para a tratamento do *corpus* de pesquisa” (p. 104). Estas diretrizes podem ser estruturadas conforme duas características principais:

i) Aspectos da mediação com as ferramentas digitais (adequação da seleção e utilização da tecnologia no suporte das atividades desenvolvidas; ajuste da ferramenta digital com o conteúdo e a proposta pedagógica utilizada; potencialidades e restrições das tecnologias aos conteúdos trabalhados e a organização do ensino; utilização ética das ferramentas digitais selecionada)

ii) Conteúdo e currículo (possibilidade de trabalho com temas transversais/interdisciplinar; adequação do conteúdo ao currículo oficial e a seriação indicada; correlação do conteúdo com a temática anunciada; relação com outras formas de conteúdo - atitudinais/procedimentais/habilidades prescritas- entre outros). Estes eixos de análise são aspectos indissociáveis da relação tecnologia- conteúdos curriculares e, em

função disso, são apresentados de forma conjugada na discussão dos itens de análise na produção dos licenciandos, indicados na primeira coluna da tabela 1.,

Para a interpretação dos resultados relatados, recorreremos principalmente às contribuições de Shulman (1987) e Mishra e Koehler (2006) para fundamentarmos a discussão em relação aos conhecimentos docentes na interface entre conteúdos curriculares, tecnologias e propostas pedagógicas.

Apresentamos, a seguir, a produção de uma licenciada, identificada com o pseudônimo de Marie, selecionada especificamente em função de apresentar em sua contribuição melhores subsídios para a análise conforme os objetivos e a metodologia considerada na presente pesquisa.

## Resultados e Discussão

O quadro 1 sintetiza as contribuições da licencianda Marie. Uma primeira questão de análise diz respeito à natureza dos sites escolhidos para trabalho didático da temática energia com foco nos conteúdos conceituais próprio do ensino médio. Marie decidiu por utilizar uma reportagem veiculada a uma organização não governamental dedicada a cobrir pautas de interesse ambiental. Embora não corresponda a uma notícia veiculada em canais de grande circulação, a licencianda procedeu à verificação de informações com a busca de várias outras fontes que veicularam informações similares. Esse aspecto é hoje um importante fator para a apropriação e utilização dessas ferramentas no ambiente escolar: com múltipla possibilidade de produção de materiais pela Internet, a verificação de informações passa a ser imprescindível na interação com a mídia e um fator ainda mais sensível para a utilização pelo professor, cujo compromisso com as questões éticas, incluindo a verificação de informações, constitui um importante fator do desenvolvimento do TPACK dos professores (YURDAKUL *et al.*, 2012).

Quadro 1. Sistematização das contribuições da licencianda na atividade com as ferramentas da Internet.

|  |   |             |                               |                               |
|--|---|-------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>Endereço da Página</b>                                  | <a href="https://oeco.org.br/reportagens/24869-energia-feita-com-esterco/">https://oeco.org.br/reportagens/24869-energia-feita-com-esterco/</a> |             |                               |                               |
| <b>Temas Abordados</b>                                     | Energia Sustentável   | Biodigestor | Decomposição                  | Produção de biogás            |
| <b>Relação com a Química e Desenvolvimento Sustentável</b> | Alternativas de geração de energias menos poluentes   |             | Atividades humanas e poluição | Reaproveitamento de materiais |

|  |  |  |  |   |   |
|--|--|--|--|---|---|
| <b>Relação com o Cotidiano</b>           | Uma alternativa para o reaproveitamento dos dejetos da pecuária.   | Impactos no efeito estufa com o descarte incorreto dos dejetos produzido pelos animais, com o aumento da liberação dos gases do efeito estufa. |  | Processo de decomposição  | Transformação do biogás em energia elétrica.      |
| <b>Conteúdos Curriculares da Química</b> | Transformação química na natureza e no sistema produtivo   | Combustíveis químicos, massas envolvidas e produção de energia   | Formação de ácidos e outras implicações socioambientais da produção e do uso de diferentes combustíveis                          | Reações de combustão; aspectos quantitativos nas transformações químicas; poder calorífico dos combustíveis   | Interferência nos ciclos naturais – efeito estufa |
| <b>Habilidades envolvidas</b>            | Analisar critérios como poder calorífico, custo de produção e impactos ambientais de combustíveis para julgar a melhor forma de obtenção de calor em uma dada situação | Classificar fenômenos que resultem em formação de novas substâncias como transformações químicas   | Reconhecer os impactos socioambientais decorrentes da produção e do consumo de carvão vegetal e mineral e de outros combustíveis | Identificar a formação de novas substâncias a partir das evidências macroscópicas (mudanças de cor, desprendimento de gás, mudanças de temperatura, formação de precipitado, emissão de luz etc.) |   |
| <b>Abordagem Transdisciplinar</b>        | Interferência nos ciclos naturais – efeito estufa, mudanças climáticas, uso de fertilizantes (Biologia)  | Avaliação do consumo elétrico residencial e em outras instalações; medidas de economia (Física)  | Condições socioeconômicas e qualidade de vida em diferentes regiões do Brasil e do mundo (Biologia)                              | Tecnologias para a sustentabilidade ambiental (Biologia)  |   |
| <b>Materiais para consulta</b>           | Energia, Sociedade e Meio Ambiente no Desenvolvimento de um Biodigestor: a Interdisciplinaridade e a Tecnologia Arduino para AI.                                       | Uso de Um Digestor Anaeróbio Construído com Materiais Alternativos para Contextualização do Ensino de Química                                  |  | Energia do Biogás   |   |
| <b>Endereço dos Materiais</b>            | <a href="http://bit.ly/35hcPMY">http://bit.ly/35hcPMY</a>  | <a href="http://bit.ly/2KAa68Z">http://bit.ly/2KAa68Z</a>  |  | <a href="http://bit.ly/35b0ffK">http://bit.ly/35b0ffK</a>   |   |

Fonte: autoria própria.

Os temas transversais abordados na temática selecionada pela licencianda foram bastante diversificados. Sobre a produção de biogás, Marie trouxe a possibilidade de abordar aspectos sobre decomposição e sua relação com biodigestores. Assim, ainda que o assunto principal ‘Energia Sustentável’ abrigue certo grau de imprecisão a respeito do tema desenvolvido, a estudante suscitou conteúdos relevantes para o estreitamento das relações com o cotidiano mediados pela TDIC: aspectos ambientais relativos ao descarte inadequado de rejeitos agropecuários e conceitos químicos presentes no processo de decomposição do material orgânico. De outro lado, a transformação de biogás em energia elétrica como possibilidade de vinculação com a vivência social dos estudantes pode significar maior obstáculo para uma atividade problematizadora no ensino de Química. Essas formas de produção de energia ainda não estão suficientemente disseminadas no cotidiano de grande parte da sociedade e tratam de assuntos não abarcados integralmente em livros didáticos, lidando com conceitos considerados de difícil compreensão pelos

estudantes, conforme discutem Oliveira e colaboradores (2018). Assim, requer um trabalho mais detidamente preocupado com a construção de conhecimento do estudante, numa perspectiva interdisciplinar e em atividades temporalmente alongadas para lidar com a complexidade e importância da temática atualmente (OLIVEIRA, *et al.* 2018).

A partir dessa lente de análise, a abordagem de Marie se revela como um importante exercício para a apropriação da ferramenta da Internet e a contextualização dos assuntos trabalhados, auxiliando na constituição de uma concepção de ciência enquanto produção humana e cultural, cujo conhecimento é fundamental para subsidiar a tomada de decisão para a vida plena no exercício da cidadania (SANTOS, 2011). Ademais, veicula os conceitos passíveis de trabalho em sala de aula com o compromisso social de problematização das condições sociais concretas, visando alternativas para a transformação dessa realidade. Conforme analisa Oliveira (2008), esses aspectos constituem parte fundamental da formação docente para a constituição de uma visão crítica e emancipatória com o compromisso para transformação dos sujeitos e da própria sociedade.

Já em relação aos assuntos principais extraídos da produção online, Marie demonstra um processo de seleção e direcionamento para os assuntos que julga serem mais adequados para trabalhar no ensino médio. A licencianda indica a possibilidade de trabalhar cinco ‘conteúdos específicos’ previstos no currículo de Química para o ensino médio (SÃO PAULO, 2011), conforme descrito quadro 1.

Os elementos trazidos permitem inferir algumas dificuldades na interação e apropriação do currículo para o ensino de Química vigente no momento de desenvolvimento desta pesquisa. Ao indicar os tópicos “transformação química na natureza e no sistema produtivo” e “reações de combustão; aspectos quantitativos nas transformações químicas; poder calorífico dos combustíveis”, Marie indica em realidade os *temas curriculares* preconizados para o trabalho curricular, ao passo que para estes mesmos tópicos, os *conteúdos indicados* no currículo oficial são :a) Conservação da massa e proporção entre as massas de reagentes e produtos nas transformações químicas b) Relação entre massas de reagentes e produtos e a energia nas transformações químicas e c) Formação de ácidos e outras implicações socioambientais da produção e do uso de diferentes combustíveis, único indicado expressamente pela estudante.

Marie indica ainda o ‘conteúdo’ “interferência nos ciclos naturais – efeito estufa” que, embora possua aproximações importantes com a temática em estudo, corresponde a

conteúdo conceitual frequentemente trabalhado ainda no primeiro ano do ensino médio do componente curricular da Biologia (MACIEL, 2021).

De todo modo, a licencianda salienta o desenvolvimento de habilidades coerentes com aquelas preconizadas na previsão curricular. Tais habilidades, entretanto, apresentam-se na proposta curricular oficial aliadas a conteúdos conceituais bastante distintos da linha de ação, que sugere indicar o trabalho didático mediado pela ferramenta digital selecionada pela estudante. Por exemplo, a habilidade “identificar a formação de novas substâncias a partir das evidências macroscópicas” indica a possibilidade de trabalhar o fortalecimento de uma competência investigativa e compreensiva (LIMA, 2016), associada a conteúdos relativos ao estudo de transformação química, abordando conceitos como reações endo e exotérmicas, descrição de transformação em diferentes linguagens, entre outros tópicos (SÃO PAULO, 2011). Desse modo, ainda que Marie vislumbre a possibilidade de efetivar abordagens didáticas capazes de promover desenvolvimento de habilidades indicadas, provavelmente permitiria fazê-la apenas tangencialmente, considerando os conteúdos conceituais selecionados. Em consonância com resultados de Lima (2016), esses indícios sugerem um domínio ainda insuficiente das propostas curriculares para o ensino de Química pelos licenciandos, salientando a necessidade de oportunizar ainda na formação inicial de professores momentos de interação e análise crítica desses documentos organizadores do ensino para a plena compreensão e apropriação para o trabalho didático em sala de aula.

Outro aspecto importante nesta atividade mediada pela ferramenta digital da Internet diz respeito às novas condicionantes para o ensino que a tecnologia pode produzir no espaço escolar (CAVASSANI, 2021). Se o livro didático ainda é referência para o planejamento, fonte de conteúdo e orientação para as práticas de ensino, a introdução da ferramenta cultural da Internet viabiliza outras formas de mediação entre os conceitos científicos e os processos de aprendizagem.

Nesse contexto, Marie viu-se oportunizada a trilhar outras possibilidades de organização do próprio ensino, exercitando o olhar para a TDIC como uma possibilidade pedagógica que deve ser apropriada e analisada criticamente em sua proposta didática na interrelação com os conteúdos conceituais e o contexto em que pretende atuar, ou seja, mobilizando o TPACK para o ensino de Química (MISHRA; KOEHLER, 2006).

A seleção de determinada ferramenta digital delimitou aspectos do conteúdo a ser trabalhado na proposta de Marie: produção e usos de biogás, inter-relacionando-o a conteúdos disciplinares próprios do campo científico como transformação química,

reações de combustão e implicações socioambientais de seu uso. Por outro lado, aspectos conceituais igualmente relevantes deixaram de ser abordados: composição de gases da atmosfera, interações intermoleculares, entre outros. O processo de seleção e tomada de decisão sobre a adequação ou não de determinado conteúdo ou instrumento a ser utilizado condicionou ou mesmo orientou certas abordagens que abriram janelas de aplicação em sala de aula, ao passo que fechou outras, conforme bem analisa Mishra e Koehler (2006). São decisões que mobilizam conhecimento docente na interface com o currículo, suas formas de organização (SHULMAN, 1987) e suas concepções sobre os conteúdos (GROSMAN, 1990 apud FERNANDEZ, 2015) na integração e na complexificação do processo que a utilização da ferramenta cultural parece imprimir.

Esse aspecto, em especial, sugere também influenciar as indicações sobre as relações interdisciplinares que podem ser alçadas a partir do trabalho com o material selecionado pelos estudantes. A estudante observa possibilidade de interação com os conteúdos disciplinares da área biológica e física. De forma geral, são conteúdos curriculares indicados dessas disciplinas que são ajustados aos conceitos abordados na temática da Energia e que possuem vinculação direta com a proposta contextualizada pretendida por Marie. De outro lado, essa busca por conteúdos e conceitos transdisciplinar ficou restrita aos componentes curriculares da área de ciências da natureza, denotando certa limitação para a compreensão dos fenômenos de forma integral, e inserida também no escopo das áreas de ciências sociais e humanas, em especial no campo da sociologia e da geografia.

Shulman (1986) avalia que o conhecimento lateral do currículo, ou seja, o conhecimento de assuntos ou tópicos que são discutidos simultaneamente em outras disciplinas curriculares constitui um importante aspecto para a exercício profissional do professor, especialmente para os professores que atuam nos anos finais do ciclo básico de ensino. Nesse sentido, o conhecimento dos conteúdos curriculares para além da própria disciplina fomenta a integração curricular que desencadeia processos interdisciplinares, auxiliando na percepção de ciência enquanto construto social e cultural e colaborando para reduzir a visão fragmentada e desconectada da realidade que normalmente e tradicionalmente se apresenta na escola o ensino de ciências e de química (CHASSOT, 2003). Para Barbosa (2019), o conhecimento do currículo é considerado ainda incipiente aos professores de ciências em atividades de planejamento e produção de planos de ensino, evidenciando a necessidade de atividades que permitam desenvolver esse construto da base profissional docente.

Por fim, na avaliação dessa experiência interventiva a partir da dinâmica de grupos focais, os licenciandos indicaram algumas dificuldades para a realização da atividade de busca e seleção de materiais voltados para o ensino de conteúdo químico pautados pelas premissas curriculares. Salientaram o fato de que apenas nessa atividade, realizada no último ano do curso de formação de professores, utilizaram uma abordagem que aliou a pesquisa e análise de recursos digitais, conteúdo curricular e sua interrelação com o currículo oficial de química numa perspectiva interdisciplinar. Apresentaram ainda outras relevantes questões sobre a possibilidade de efetivação desta atividade em sala de aula diante das condições concretas da escola pública. A tônica foi justamente sobre a ausência de recursos dos ambientes escolares para suportar experiências formativas dessa natureza. Tais aspectos reforçam as indicações de Sganzerla e colaboradores (2022) sobre a importância de desenvolver estratégias didáticas diferenciadas para fomentar a construção de conhecimentos profissionais e o trabalho interdisciplinar na formação inicial e continuada de professores. Desse modo, tais elementos evidenciam a contribuição destas práticas ainda na formação inicial para a apropriação crítica dessas tecnologias e o desenvolvimento do TPACK dos licenciandos para o trabalho competente no contexto da escola contemporânea.

### **Considerações finais**

A estruturação de práticas voltadas à apropriação pedagógica das TDICs na estreita relação com as propostas curriculares permitiu, conforme sugerimos, sustentar uma experiência com importantes contribuições ao desenvolvimento do TPACK dos licenciandos. A reflexão coletiva dos estudantes proporcionou momento de desenvolvimento e aprimoramento das questões éticas para o uso das tecnologias em sala de aula, colaborando para a apropriação crítica das tecnologias e agregando repertório à base de conhecimentos docentes. Esses conhecimentos profissionais são fundamentais para viabilizar a apropriação crítica de diferentes formas de utilização pedagógicas dessas ferramentas culturais pelos professores (MISRHA; KOEHLER, 2006; CAVASSANI, 2021).

Por outro lado, a atividade de leitura, análise e proposição de uso didático destes recursos revelou dificuldades latentes para a compreensão e fluência no trabalho pedagógico com a proposta curricular oficial de Química. Tais aspectos podem ser compreendidos como importantes entraves à meta-aprendizagem da tecnologia enquanto recurso apto ao processo de ensino e aprendizagem. Problemas que se complexificaram

diante das aberturas e restrições que essas mesmas ferramentas proporcionaram ao conteúdo de trabalho do professor, exigindo maior articulação com novas formas de conhecimento na interface entre as tecnologias e os conteúdos curriculares de Química.

O desenvolvimento de conhecimentos profissionais para a plena compreensão das orientações curriculares e integração das TDICs à prática pedagógica dos professores constitui-se como um percurso longo, complexo e ainda incompleto. Neste sentido, reforça-se a necessidade de uma reflexão mais profunda e compromissada para (re)definirmos o papel da formação inicial e continuada dos professores no que diz respeito aos significados atribuídos pelos sujeitos e a importância institucional conferida às TDICs na mediação dos processos pedagógicos. Tal fato não prescinde do necessário compromisso ético e político no processo de ensino e aprendizagem de Química para a formação dos sujeitos para a atuação em uma cidadania plena.

## Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002.

BARBOSA, P. P. **Licenciatura EAD em ciências e biodiversidade vegetal**: bases de conhecimento docente, crenças de formadores, percepções e produções de estudantes. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

BERNARDES, T. S.; NETO, A. S. A. Percepções de Professores de Química em Formação Inicial em Relação às suas Bases de Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK). *In*: SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS, 3., 2019, Araranguá, SC. **Anais [...]**. Araranguá: SITED, 2019, p. 292-301. Disponível em: <https://bityli.com/ZMCDNGoqE>. Acesso em 9 de nov. 2022.

CAVASSANI, T. B. **Conhecimentos docentes e tecnologias digitais**: perspectivas para a formação do professor de Química. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

CAVASSANI, T. B.; ANDRADE, J. J. Você tem face?: perspectivas discentes e implicações do (não) uso do facebook no ensino superior. **Educação Temática Digital**, v. 18, n. 1, p. 227–249, 2016.

CETIC. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**: TIC educação 2020. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2021. Disponível em: <[shorturl.at/hiO59](https://shorturl.at/hiO59)> Acesso em 15/08/2022.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

DAMIANI, M. F. *et al.* Discutindo pesquisa do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos da Educação**. n. 45, p. 57-67, 2013.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências”. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 500-528, 2015.

KOEHLER, M. J. *et al.* “How do we measure TPACK? Let me count the ways.” *In*: RONAU, R. N. *et al.* (Ed.). **Educational Technology, Teacher Knowledge, and Classroom Impact: A research handbook on frameworks and approaches**. Hershey, IGI Global, 2012. p. 16-31.

LIMA, L. P. **Currículo de química em foco: reflexões de um grupo colaborativo de professores do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MACHADO, E. F.; PINHEIRO, N. A. M.; MIQUELIN, A. F. O estado da arte nas produções dos professores do PDE de Biologia: como andam as relações entre tecnologias da informação e comunicação e teorias de ensino-aprendizagem. **Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 1, p. 26-43, 2018.

MACIEL, S. A. **Desenvolvimento de um material de apoio didático baseado em projetos para a introdução de ecologia no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

OLIVEIRA, H. G. *et al.* Energia, Sociedade e Meio Ambiente no desenvolvimento de um biodigestor: a interdisciplinaridade e a tecnologia arduino para atividades investigativas. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 144-152, 2018.

OLIVEIRA, M. L. Trabalho docente: por uma educação ambiental crítica, transformadora e emancipatória. *In*: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 31., 2008, **Anais [...]** Caxambu: ANPED, 2008. p. 1-6. Disponível em: <https://bityli.com/RvpkeEPvf>. Acesso em 10 out. 2022.

SANTO, E. E.; CARDOSO, A. L.; SANTOS, A. G. Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK): um estudo em uma instituição de ensino superior público. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS, 2018, São Carlos, SP. **Anais [...]**. CIET: EnPED. Disponível em: <https://bityli.com/PVotHqDat>. Acesso em: 21 ago. 2022.

SANTOS, W. L. P. A. Química e a formação para a cidadania. **Educación Química**, v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**. São Paulo, 2011. Disponível em: <https://bit.ly/34sqoez>. Acesso em: 25 out. 2022.

SGANZERLA, F. L. *et al.* Processos de formação de professores das licenciaturas em Ciências da Natureza: uma revisão sistemática. **Ensino & Pesquisa**, v. 20, n. 2, p. 69-83, 2022.

SHULMAN, L. Knowledge and Teaching: Foundations of New Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n 1, p. 01-21, 1987

YURDAKUL, I. K. *et al.* The development, validity and reliability of TPACK-deep: A technological pedagogical content knowledge scale. **Computers & Education**, v. 58, n. 3, p. 964-977, 2012.

**Submissão: 25/11/2022. Aprovação: 11/01/2023. Publicação: 20/08/2023.**