



Um Novo Olhar para a Tela: A Construção do Conhecimento Profissional (TPACK) de Professores de Química a Partir da Análise de Vídeo como Recurso Pedagógico Digital

A New Perspective on the Screen: The Construction of Chemistry Teachers' Professional Knowledge (TPACK) Through Video Analysis as a Digital Pedagogical Resource

Thiago Bernardo Cavassani,^a Joana de Jesus de Andrade,^b Rosebelly Nunes Marques,^{c,*}

^a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus Catanduva, CEP 15808-305, Catanduva-SP, Brasil

^b Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP-USP) Departamento de Química, CEP 14040-900, Ribeirão Preto-SP, Brasil

^c Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' (ESALQ-USP), Departamento de Economia, Administração e Sociologia, CEP 13418-900, Piracicaba-SP, Brasil

*E-mail: rosebelly.esalq@usp.br

Submissão: 12 de Agosto de 2024

Aceite: 12 de Janeiro de 2025

Publicado online: 28 de Janeiro de 2025

One of the main challenges in teacher training today is to promote the integration of digital technologies for the effective use of these resources by future teachers. This work presents the results of a pedagogical intervention with chemistry undergraduates, mediated by digital videos used as pedagogical tools. The research corpus consisted of materials produced by the undergraduates in the process of selection, analysis, and lesson planning, as well as field records obtained through participant observation, adopting the TPACK model and the sociocultural perspective for data analysis. Thus, it was possible to identify significant indications of the construction of professional knowledge by the teachers, as well as difficulties in overcoming the traditional model based on the transmission-reception perspective of content in science teaching. Moreover, it highlights how the interrelation between the undergraduates' decision-making about which pedagogical resource to use in the planned didactic proposal is mediated by factors such as the characteristics of the adopted cultural tool, the subjects' perspective on chemistry teaching, and the phenomena and concepts of the school curriculum. Finally, it emphasizes the importance of lesson planning moments that integrate ICT in initial teacher training, aiming at the development of TPACK and the professional teacher identity.

Keywords: Technologies; chemistry teaching; TPACK; teacher training; vídeo; sociocultural approach.

1. Introdução

Um dos desafios ainda prementes da educação brasileira é, na verdade, um assunto amplamente debatido e conhecido da sociedade civil, dos profissionais da educação e, principalmente, dos estudantes: tornar a escola um espaço atrativo e motivador para a construção ampla de conhecimentos, capaz de significar e vincular as aprendizagens desenvolvidas à vivência na realidade social. No ensino de ciências em geral e de Química em particular, este aspecto é frequentemente observado em sala de aula por meio de abordagens pedagógicas em que os conteúdos curriculares são trabalhados sem a vinculação com temáticas de interesse social, econômico, cultural ou contextual dos estudantes. Soma-se a este fato o enfoque excessivo à matematização de conceitos e fenômenos e um forte apelo à memorização de nomenclaturas e fórmulas químicas, próprios de uma perspectiva de transmissão-recepção de informações que pouco contribui para a aprendizagem sobre a ciência Química e para a formação integral do sujeito apto a compreender e atuar no mundo.^{1,2}

Para Bedin,³ a persistência na adoção de metodologias tradicionais no ensino de ciências não pode ser atribuída unicamente à prática docente, nem limitada aos problemas relacionados à reconhecida deficiência na infraestrutura das escolas brasileiras ou à falta de recursos materiais e humanos que frequentemente caracterizam esses ambientes. Segundo o autor, entre os motivos já relatados para o cenário atual do ensino de ciências, as práticas formativas dos professores devem ganhar centralidade nesta discussão, pois tendem a incentivar a perspectiva de ensino baseada no modelo transmissão-recepção que reforça uma postura passiva do estudante no processo de ensino e aprendizagem.

Deste modo, é importante incluir na formação inicial do professor de Química momentos para conhecer, analisar criticamente e, principalmente, experimentar propostas didáticas baseadas no protagonismo do estudante e na capacidade colaborativa do processo de aprendizagem. A formação inicial do professor consciente destes aspectos deve priorizar a vivência em práticas

investigativas genuínas e significativas, a compreensão sobre o modo de construção de conhecimento na ciência e o papel da experimentação. Além disso, deve conceber a aprendizagem científica como uma atividade eminentemente dialógica e coletiva, que envolve o debate de ideias, o processo de significação e o estabelecimento de consensos mediados pela prática social educativa.

Neste sentido, as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) constituem-se como importantes recursos pedagógicos à disposição dos professores para catalisar as desejáveis modificações das relações de ensino no âmbito escolar. Segundo Cavassani,⁴ para que estas novas relações sejam efetivamente estabelecidas, novamente “ganha destaque a discussão sobre a necessidade de uma formação docente compatível com o desenvolvimento de uma competência digital que compreenda as múltiplas linguagens do contexto cibercultural atual e as formas como as TDIC podem influenciar os processos de ensino e aprendizagem em que estão inseridas” (p. 3).

A relevância da formação inicial docente para a efetiva apropriação pedagógica das TDIC torna-se ainda mais evidente ao se considerar que estudos recentes apontam para a ampliação do uso desses recursos em práticas escolares regulares, bem como para uma maior disposição dos professores em integrá-los ao seu fazer pedagógico. No entanto, esses estudos também destacam as limitações da formação inicial no que diz respeito à transformação da prática docente, evidenciando que ela, por si só, não é suficiente para consolidar modelos eficazes de uso das TDICs em sala de aula.⁴ Tais aspectos corroboram com Leite⁵ ao afirmar que professores ainda não são suficientemente formados para a integração pedagógica das TDIC em sala de aula, destacando:

a necessidade de formação (inicial e contínua) adequada para que eles possam fazer o melhor uso pedagógico das tecnologias digitais. Todavia, a realização de capacitações no uso das TDIC não garante que ocorrerá uma melhoria nos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que não é apenas a instrumentalização que promoverá esta melhoria, mas também é preciso uma mudança de postura na prática docente, nas condições de trabalho, nas propostas pedagógicas do ambiente educacional etc. (p. 250)⁵

Por outro lado, é possível identificar iniciativas relevantes na formação inicial do professor de Química para a efetiva integração das TDIC, permitindo a criação de espaços significativos que promovem a ambientação do futuro docente com diferentes perspectivas sobre metodologias ativas de ensino. Estas propostas, em grande parte, fundamentam-se na concepção de que para a efetiva apropriação pedagógica destas ferramentas culturais, “é imprescindível considerar a formação inicial como *espaço-tempo* privilegiado para a construção de conhecimento e de

uma identidade profissional, estimulando a competência técnica e, para além dela, consciência crítica diante do contexto sociotécnico atual” (p. 14).⁴

Deste modo, é fundamental que os cursos de formação de professores promovam momentos de integração e reflexão crítica sobre as TDIC. Esses momentos podem possibilitar que os estudantes analisem e ressignifiquem suas concepções prévias acerca dessas ferramentas culturais e sua relação com o ensino, desenvolvendo estratégias de efetiva apropriação pedagógica destes recursos. Assim, poderão conscientizar-se dos modos como sua utilização medeiam/condicionam/oportunizam novos arranjos para a ação pedagógica do professor.^{6,7} Estas abordagens colaboram para que os futuros professores estabeleçam fundamentos teóricos e metodológicos sólidos ao seu exercício profissional, auxiliando na superação de conhecidas barreiras à apropriação pedagógica das TDIC. Tais ações favorecem a (re)significação crítica sobre as novas formas de organização do ensino mediadas por ferramentas digitais, extenuando práticas escolares ‘fossilizadas’ frequentemente reproduzidas pelos licenciandos a partir de modelos vivenciados durante sua escolarização regular.^{4,6}

As pesquisas em formação de professores alinhadas a esta perspectiva encontram na abordagem sociocultural um quadro conceitual bem estabelecido para analisar as situações interativas com as TDIC, compreendidas como instrumentos culturais na mediação de processos de ensino e aprendizagem. Deste modo, Segundo Cavassani *et al.*⁸ esta perspectiva “possibilita ainda introduzir elementos importantes para o estudo da relação entre a formação dos conhecimentos profissionais docentes e as TDIC, orientando a microgênese dos modos como se dá a interação entre os indivíduos e as TDIC” (p. 11). Dentre estes elementos, a análise das situações interativas dos docentes com estes recursos digitais alicerçadas na tensão irreduzível entre os agentes e as ferramentas culturais com o foco na mediação como aspecto balizador da relação dos professores com as TDICs, além dos conceitos de domínio e apropriação, constituem os subsídios fundamentais que a perspectiva sociocultural proporciona à pesquisa nesta abordagem.⁸⁻¹⁰

A investigação educacional nessa vertente de pesquisa pode ainda ser enriquecida pelo quadro conceitual proporcionado pelo modelo do Conhecimento Tecnológico, Pedagógico e de Conteúdo, conhecido pelo acrônimo em inglês TPACK - frequentemente utilizado na literatura especializada. A partir das contribuições de Mishra e Koehler,¹¹ o modelo TPACK fundamenta-se na proposta de base de conhecimentos profissionais para o ensino de Shulman,¹² integrando a necessidade de saberes específicos ao trabalho docente mediados por ferramentas digitais. Assim, para além do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) proposto inicialmente por L. S. Shulman, o modelo TPACK salienta os conhecimentos tecnológicos e as intersecções entre os demais elementos do modelo de Shulman para compor os conhecimentos necessários ao trabalho do professor no contexto digital. Portanto, o modelo

TPACK é relevante na medida em que é capaz de fornecer uma estrutura interpretativa sólida ao estudo da relação entre as TDIC e a ação docente, em especial aos modos de construção do conhecimento profissionais dos sujeitos, além de fornecer subsídios à organização de práticas tanto para formação inicial quanto continuada de professores.

A literatura mais recente aponta para uma crescente adoção do framework TPACK na fundamentação de práticas tanto para a formação inicial quanto em serviço de professores de Química. A continuidade das pesquisas educacionais apoiada neste modelo é também compreendida como fator-chave para estruturação de atividades inovadoras na formação docente em Química.¹³⁻¹⁴

Para Yurdakul *et al.*,¹⁵ entretanto, tão importante quanto tentar identificar nas atividades formativas dos docentes elementos de constituição dos diversos conhecimentos profissionais identificados no framework PCK ou TPACK, é conceber o conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo dos professores não apenas como uma integração simples da base de conhecimentos descrita nestes modelos, mas sim como uma nova tipologia de saber profissional que emerge da atividade docente, formado pela contínua transformação de seus componentes fundamentais. Assim, incentiva-se a mudança do foco da análise da relação professor-TDICs. Da identificação de formas de conhecimento isoladas, volta-se para as características derivadas do TPACK, quais sejam: i) design (ou planejamento), ii) ética, iii) proficiência e iv) prática (ou empenho).¹⁶

Com o suporte do modelo TPACK e da abordagem sociocultural, portanto, o objetivo deste trabalho é analisar os modos de interação de licenciandos em Química com a ferramenta cultural dos vídeos digitais tomados como recursos de ensino, buscando evidenciar a construção de conhecimentos profissionais mediados pela TDIC em propostas de planejamento e organização do ensino de Química. Esta proposta origina-se de um estudo de doutorado já concluído e busca ampliar a contribuição para a literatura nacional sobre o modelo TPACK, especialmente no contexto das pesquisas voltadas à formação inicial de professores de Química.

2. Percorso Metodológico

Neste espaço, apresentamos os resultados de uma atividade de intervenção pedagógica em um curso de formação de professores desenvolvido no campus Catanduva do Instituto Federal de São Paulo (IFSP). O episódio selecionado para análise decorre da experiência formativa desenvolvida no âmbito da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química (IEQ), ministrada aos estudantes do 6º semestre do curso de licenciatura em Química, contando com 4 encontros semanais. No total, nove estudantes participaram da atividade interventiva e a pesquisa contou com a aprovação do comitê de ética com parecer número 85147317.0.0000.5504. Utiliza-se pseudônimos para garantir o anonimato dos licenciandos.

Tabela 1. Fatores componentes da competência geral do TPACK

FATOR	BREVE DESCRIÇÃO ¹⁶
DESIGN / PLANEJAMENTO	Compreende a capacidade do professor em planejar práticas de ensino congregando eficientemente as TDIC, ou seja, manejando os conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo para um significativo processo de ensino e aprendizagem. Compreende ainda a análise da situação contextual da atividade, a pesquisa e seleção de métodos, técnicas e TDIC avaliadas como mais adequadas à situação, o preparo de atividades, materiais e recursos avaliativos, entre outras características.
ÉTICA	Reflete não somente questões éticas no que diz respeito à atuação profissional do docente, como também no uso geral das tecnologias. Remete-se à necessária observância de questões de privacidade, acessibilidade, garantia do direito de acesso às tecnologias, segurança no uso das TDIC, confiabilidade e validade de informações digitais
PROFICIÊNCIA	Reflete a dimensão da profissionalidade do licenciando, salientando a necessidade da formação integral do professor para a efetiva integração da tecnologia aos domínios pedagógicos e do conteúdo. Indica não somente a resolução de problemas referentes à sua área de domínio específico ou no trabalho isolado em sala de aula, mas demanda também capacidade para atuar como guia ou referência para atuação em matéria de inserção das TDIC no cotidiano escolar
PRÁTICA	Relaciona-se às capacidades executórias das atividades previstas de ensino com o uso das TDIC, tão quanto à sua avaliação processual. Nesta dimensão, inclui-se a capacidade do professor desenvolver um ambiente ativo para a aprendizagem mediado por tecnologias, incentivando-os a criar novas oportunidades de aprendizagem e inovação; avaliando o processo continuamente e gerindo o espaço criativamente

O principal objetivo desta disciplina é oferecer um espaço para a discussão sobre as teorizações e práticas no ensino Química, situando a discussão no contexto do cotidiano da sala de aula, além de propiciar a reflexão sobre a formação docente, os recursos didáticos disponíveis ao trabalho do professor e a constituição de conceitos básicos na inter-relação entre a ciência, tecnologia e o entorno sociocultural.

Deste modo, a abordagem priorizada neste relato é da perspectiva qualitativa da pesquisa educacional, na medida em que o foco recai na descrição, compreensão e análise situada de episódios interativos de licenciandos mediados por recursos pedagógicos digitais. Em seu aspecto metodológico, preconizou-se a intervenção-didático pedagógica que, segundo Damiani *et al.*,¹⁷ fundamenta-se no planejamento de atividades pedagógicas e na atuação deliberada do educador/pesquisador para desenvolver aspectos previamente identificados como deficitários ou passíveis de avanço no âmbito educacional. Neste sentido, a atividade interventiva almeja, em última análise, melhorar a capacidade de aprendizagem dos participantes da atividade educativa.¹⁸ Para a sistematização do relato da experiência nesta abordagem, é importante salientar os aspectos que envolvem o contexto e os procedimentos adotados na estruturação da proposta interventiva, por um lado, e a avaliação e os resultados da ação desenvolvida como avaliação do processo, por outro.

O *procedimento da intervenção* contou inicialmente com a aula introdutória da disciplina de IEQ. Nesta atividade, houve a discussão sobre o objetivo do curso, os principais conteúdos abordados na componente curricular, além das formas de avaliação, cronograma previsto, acesso e registro de materiais, dinâmica de comunicação entre docente/estudantes, entre outros aspectos. Nos encontros subsequentes, o foco do trabalho foi o contexto histórico do Ensino de Ciências no Brasil por meio da exposição e discussão em grupo de textos-base sobre a temática. No terceiro encontro da disciplina, o vídeo “Ensino de Ciências: métodos e técnicas” produzido e disponibilizado pela Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP) foi apresentado aos licenciandos: youtu.be/qynHIQkj93Y. Nesta produção, exemplos de práticas, contextos de ensino de Ciências e avaliação de projetos são apresentados e discutidos a partir da parceria entre a universidade e a escola pública, contando com intervenção de reconhecidos especialistas da área de ensino de Ciências. Neste sentido, a escolha e utilização deste vídeo serviu a um duplo propósito: num primeiro momento, *sensibilizar* os estudantes a respeito da importância da temática, apresentando em linhas gerais a problemática em discussão e o percurso que importante parcela dos pesquisadores em ensino tentam trilhar para melhorar a experiência educativa dos sujeitos envolvidos neste processo. Em segundo lugar, o recurso digital utilizado teve como objetivo *motivar* os estudantes para o estudo e discussão dos tópicos apresentados durante o período de aula.¹⁹

A finalização da atividade foi orientada para que os estudantes, em duplas de livre associação, realizassem a busca, seleção e análise de recursos audiovisuais para utilização em práticas de ensino de Química. Para isso, deveriam conjugar conteúdos específicos da disciplina de Química preconizados pelo currículo oficial com a descrição e reflexão sobre as formas de uso do recurso audiovisual em sala de aula. O planejamento inicial desta atividade estava alinhado com parte da literatura sobre a formação inicial de professores e o modelo TPACK, na medida em que preconizava a significação pedagógica das TDIC e fomentava a sua apropriação para utilização em sala de aula. Para tanto, a proposta enfatizou, indissociavelmente, a integração do aprendizado tecnológico e pedagógico com as formas de planejamento e atuação didática dos licenciandos.²⁰

Entretanto, ao discutirmos as atividades e as formas de ação esperadas, além dos resultados e dos processos necessários para sua execução, alguns estudantes manifestaram certa insegurança em relação à operacionalização dessas atividades, especialmente no que diz respeito aos critérios e às abordagens possíveis para a avaliação pedagógica do recurso didático a ser utilizado em sala de aula. A abordagem inicialmente proposta revelou-se de considerável complexidade para alguns estudantes, devido à ausência de discussões mais aprofundadas sobre os recursos audiovisuais e suas potencialidades pedagógicas, bem como sobre os eventuais critérios para analisar e considerar sua utilização em contextos de ensino.

Assim, optou-se por realizar uma apresentação introdutória aos estudantes, destacando as potencialidades e possibilidades de uso didático do vídeo e das produções audiovisuais com o objetivo de auxiliá-los na construção de um repertório inicial de conhecimentos e referências básicas para o planejamento de atividades de ensino de Química com essa ferramenta cultural. Por meio de uma atividade expositiva dialogada, enfatizaram-se os atributos da tecnologia e sua interface didático-pedagógica a partir de uma abordagem que privilegiou o desenvolvimento do conhecimento tecnológico dos futuros professores sobre os recursos audiovisuais e as formas pelas quais essa tecnologia pode transformar e possibilitar novas formas de organização do ensino de Química. Favorece-se, assim, a construção do conhecimento tecnológico-pedagógico dos docentes (TPK)⁶ enquanto o processo adotado contribui para a consolidação desses construtos, promovendo o desenvolvimento e a expansão de habilidades de planejamento do TPACK.²¹

Com base nas contribuições de alguns autores sobre o uso educacional dos recursos audiovisuais e especialmente nas contribuições para o ensino de Química,^{19,22-23} apresentou-se inicialmente uma abordagem sobre a evolução da constituição deste recurso didático, destacando a importância e o predomínio dessa forma de linguagem nos diversos campos do convívio social, bem como sua forma de representação enquanto construção sociocultural. Em seguida, foram abordadas questões específicas sobre o uso

pedagógico do recurso audiovisual, como a adequação da linguagem, a adaptação / condicionamento da produção às características culturais do público, os aspectos relativos ao contexto de utilização e a observância da complexidade da produção em relação ao nível de ensino desejado. Além disso, as principais formas de utilização didática do recurso audiovisual foram discutidas em sala de aula, com base nas tipologias descritas por Leite¹⁹ e Moran,²³ bem como a importância da fase de planejamento do ensino especificamente mediado por essas ferramentas culturais.²²

Considerando a necessidade de qualificar os professores para o uso dessas tecnologias em sala de aula, torna-se indispensável sua formação voltada ao desenvolvimento de uma capacidade crítica e reflexiva, permitindo a escolha e a adequação dos recursos abundantemente disponíveis na internet aos fins pedagógicos previamente planejados. Conforme também salienta Almenara,²⁴ é de suma importância que o professor “reflita e decida sobre a qualidade técnica-estética e curricular dos materiais que lhe são apresentados, a sua adequação às características de seus alunos e a ideologia subjacente no mesmo” (p. 281).²⁴ Com estas considerações, os estudantes foram orientados a proceder a seleção e análise de vídeos educativos com potencial uso nas atividades de ensino para a disciplina de Química do ciclo regular de ensino. A atividade teve como objetivo mobilizar e desenvolver diversas competências do TPACK dos estudantes, em especial aquelas vinculadas a capacidade de planejamento de ensino e uso ético das ferramentas digitais.¹⁵

Para o estudo dos vídeos selecionados pelos estudantes, foi elaborado um roteiro que contemplava a necessidade de os licenciandos identificarem e avaliarem ao menos quatro aspectos constituintes da produção audiovisual, conforme destacado por Gomes²⁵ e Mandarino:²⁶ a) características relacionadas ao formato do vídeo e suas características gerais, b) questões referentes ao conteúdo que o vídeo aborda ou alternativamente que poderia ser utilizado no âmbito pedagógico; c) identificação e análise do vídeo em relação à sua linguagem e apresentação das ferramentas linguísticas utilizadas e, por fim, d) a avaliação em relação à dimensão pedagógica do recurso audiovisual. Em seguida, os estudantes escreveram um pequeno relato discorrendo sobre como pretendiam utilizar o vídeo em situações de ensino, contribuindo, assim, para promover a sua apropriação em situações de ensino e no desenvolvimento de conhecimentos sobre a integração das TDIC ao fazer pedagógico.

Além dos materiais produzidos pelos licenciandos, os registros do diário de campo, que reuniam impressões e análises críticas do processo em uma abordagem descritivo-interpretativa obtida por meio da observação participante da atividade desenvolvida, foram utilizados prioritariamente como recursos para a *avaliação da intervenção*. Em particular, as reflexões dos estudantes configuram importantes ferramentas para a análise do processo interventivo, uma vez que os materiais “produzidos

na mediação com as tecnologias digitais em processos de seleção, reflexão e avaliação pedagógica desses artefatos constituem relevantes instrumentos metodológicos para a investigação dos conhecimentos profissionais dos licenciandos” (p. 242).²⁷

Neste sentido, o foco da análise recaiu sobre os modos como os licenciandos interagiram com o recurso digital, explorando as possibilidades de organização do trabalho pedagógico mediado pela ferramenta cultural do vídeo e, a partir disso, salientando os indícios de construção do conhecimento profissional e da constituição da identidade profissional docente.

Assim como descrito por Cavassani²⁷, organizamos o corpus de pesquisa em eixos de análise definidos a partir do estabelecimento de temáticas principais, tomadas como diretrizes para o tratamento dos materiais produzidos pelos licenciandos. Essas diretrizes podem ser sintetizadas em duas características principais. A primeira, relativa aos aspectos da mediação com as TDIC, o que inclui a análise do recurso selecionado pelos estudantes e sua adequação aos conteúdos e à proposta de ensino trabalhada, bem como o conteúdo disponibilizado e sua relevância, considerando as potencialidades e restrição dessas ferramentas culturais. A segunda característica diz respeito aos modos como os licenciandos descrevem a estruturação das atividades com as ferramentas selecionadas, novamente considerando sua adequação, o conteúdo selecionado e as formas de mediação possíveis com o recurso digital no planejamento das atividades de ensino.

Os resultados foram interpretados à luz dos referenciais teóricos delineados na seção introdutória, mobilizando, em especial, as contribuições das TDIC para a compreensão da constituição do conhecimento profissional docente a partir da perspectiva sociocultural. Essa abordagem salientou as inter-relações possíveis com as demandas e particularidades do ensino de Ciências e de Química atual, conforme a literatura pertinente.

3. Resultados e Discussão

Inicialmente é preciso destacar que, embora os licenciandos tivessem liberdade para decidir o repositório e as produções mais adequadas para os objetivos propostos, observou-se que todos os estudantes voltaram suas buscas para a plataforma de vídeos do Youtube. Fato que demonstra o uso assíduo deste recurso pelos estudantes,²⁸ em grande parte devido à facilidade de uso e familiaridade com que já operam a plataforma, fatores que contribuíram para o repositório representar a escolha prioritária dos licenciandos. Por outro lado, tal fato pode também denotar indícios de que estes estudantes apresentam menor capacidade para identificar e acessar plataformas mais especializadas para uso educacional, mesmo após a apresentação de exemplos desses recursos durante a aula expositiva sobre vídeos didáticos.

Neste exercício de análise crítica sobre os materiais didáticos e o planejamento de atuação no ensino de Química, os estudantes mantiveram diálogos com os colegas e com o professor para discutir e interagir com as questões de trabalho propostas. Ao se debruçarem sobre *questões técnicas e estéticas* como “O vídeo tem qualidade Técnica (Tamanho dos elementos gráficos: fotos, legendas, etc. qualidade técnica e estética dos elementos visuais)?” e “A quantidade de informações está adequada ao tamanho/ propósito do vídeo?” ou de *caráter pedagógico* como nas questões: “Os alunos possuem os conhecimentos prévios exigidos para completa compreensão do vídeo?”; ou ainda, “O tema e os conteúdos são adequados ao tratamento de temas transversais como sexualidade, ética, meio ambiente, etc?”; os estudantes foram instigados a reexaminar os requisitos formais, como também os conteúdos curriculares disponibilizados nos recursos selecionados.

Durante o processo de análise dos vídeos, os estudantes demonstraram hesitação na seleção de uma produção para o planejamento da atividade pedagógica. Inicialmente, constatou-se que a constituição do repertório de conhecimentos pedagógicos e curriculares do futuro professor encontra-se em desenvolvimento,⁶ o que sugere tratar-se da primeira oportunidade de selecionar um vídeo para uso didático, considerando-se diversos critérios para a tomada de decisão, como a viabilidade e *valor pedagógico*.

Após poucos minutos de análise e observação dos vídeos, os estudantes optaram por retomar a busca por novas produções que atendessem as demandas por eles mesmas selecionadas, geralmente guiados pelo conteúdo que desejavam abordar ou apresentar. Tal aspecto é relevante, pois a seleção da produção audiovisual provavelmente teve como filtro inicial o respectivo conteúdo específico que cada licenciando pretendia abordar, embora não o houvesse determinado preliminarmente; reafirmando a pertinência e a orientação pelos conteúdos científicos na organização e seleção das atividades de ensino, incluindo as próprias tecnologias. Contudo, a ênfase excessiva no conhecimento de conteúdo como eixo central da organização da atividade didática pode indicar a dificuldade dos estudantes em reconhecer a complexa inter-relação entre as diferentes

formas de saber necessárias à atuação docente em sala de aula. De acordo com Pena e Mesquita,²⁹ essa abordagem evidencia a presença de um obstáculo valorativo significativo à apropriação dos saberes específicos que compõem a prática docente em Química. Para as autoras, “a concepção de supervalorização do conhecimento do conteúdo obstaculiza o desenvolvimento do conhecimento profissional específico para a docência em Química (...)” (p. 949).

Os assuntos do currículo escolar de Química escolhidos pelos estudantes foram variados, mas ainda assim há o predomínio de temas básicos voltados principalmente ao 1º ano do ensino médio, em especial, o tópico curricular sobre a tabela periódica (Tabela 2)

Nota-se inicialmente que a decisão dos licenciandos pela utilização do vídeo como recurso de ilustração ou reforço de conteúdo é particularmente significativa. Isso indica, em grande medida, a própria experiência dos estudantes em utilizar essas produções como meio principal de consulta aos conteúdos específicos, priorizando o emprego do recurso audiovisual como ferramenta de autoestudo.²⁸ Em alguns casos, como nas produções escolhidas por alguns licenciandos (Dandara, Gael, Iago), observa-se a predominância da inserção direta dos conteúdos trabalhados, utilizando o vídeo como conteúdo de ensino. Ao analisar individualmente cada produção audiovisual, é possível inferir que os estudantes apoiaram-se em algumas qualidades, características ou disponibilidades (*affordances*)⁸ visualizadas na mediação com a TDICs para o ensino. Este é possivelmente o caso da seleção de Wladimir, que buscou melhor a capacidade de visualização dos fenômenos com o uso da ferramenta de vídeo, assim como de Joana e Gael que se utilizaram da capacidade mobilizadora do recurso a partir da inserção de uma produção lúdica, despertando a curiosidade e sensibilizando os estudantes para a temática de trabalho.

Por outro lado, a inserção direta destes conteúdos em atividades didáticas aproxima-se do modelo pedagógico de aula tradicional transposto para o formato audiovisual:

O vídeo pode ser utilizado antes da explicação do professor, e durante o vídeo o professor pode

Tabela 2. Conteúdos curriculares e funções do recurso audiovisual propostos na prática interventiva

Estudante	Tópico de estudo	Principal objetivo educacional declarado	Link da produção audiovisual
Patrícia	Conservação de Alimentos	Sensibilização/Conteúdo de ensino.	https://youtu.be/x7XfSY2iKtE
Dandara	Transformação da Matéria	Conteúdo de Ensino	https://youtu.be/3oecdvhYtgM
Pedro	Tabela Periódica	Motivação/Conteúdo de ensino.	https://youtu.be/Iu6iRAYSJZM
Carlos	pH	-----	https://youtu.be/n9BmeBi3r_o
Gael	Conceito de Mol	Conteúdo de Ensino	https://youtu.be/2ioRHLkQCfg
Carla	Tabela Periódica	Sensibilização	https://youtu.be/hvRnuMrDc14
Iago	Tabela Periódica	Conteúdo de Ensino	https://youtu.be/ItWhJt-ykZU
Wladimir	Modelos Atômicos	Ilustrativo	https://youtu.be/IDrKIqubzdw
Renata	Reações Químicas	Ilustrativo/Simulação	https://youtu.be/hgC6B6IsPo4
Joana	Metais	-----	https://youtu.be/UuK_KwQmnDM

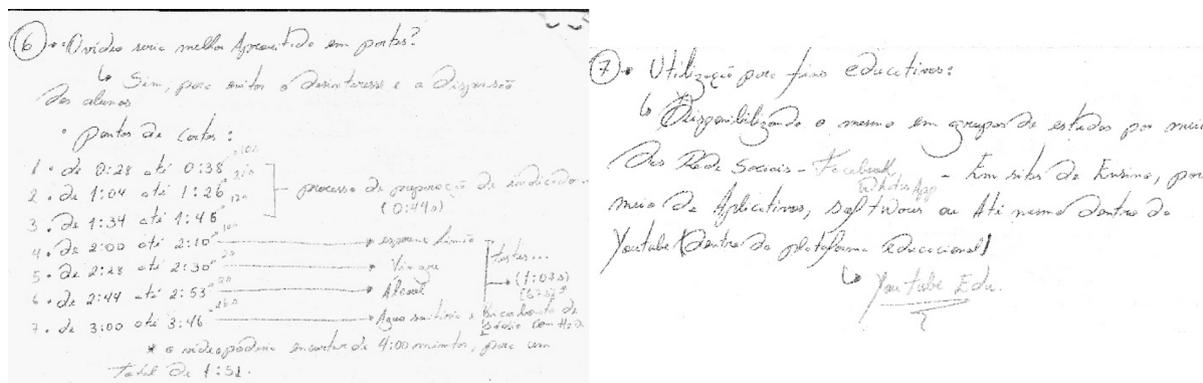


Figura 1. Exemplo de análise do vídeo produzido pelos licenciandos

ir pausando e complementando a explicação (Dandara).

Seria utilizado de maneira introdutória no assunto, visto que ele introduz realmente o assunto mol, mostrando sua origem, resumidamente, e dando um significado. Também seria utilizado para introduzir cálculos estequiométricos utilizando o exemplo dado ao final do vídeo (Gael).

Tais aspectos refletem propostas de ensino com pouca conexão entre os conteúdos químicos e as questões cotidianas dos estudantes do ensino médio, reduzindo as oportunidades para o protagonismo do estudante e a apropriação dos conceitos científicos socialmente produzidos. Conduz ao já bastante criticado modelo de ensino de Química que, ainda mesmo utilizando-se de recursos tecnológicos, orienta-se pela massificação e reprodução de conteúdos desvinculados da necessária ressignificação em relação às questões contextuais e aos demais processos do mundo da vida.^{1,30}

Já as produções selecionadas por Patrícia e Carla utilizaram abordagem mais contextualizadas, vinculadas a aspectos históricos para os estudos de reações químicas e tabela periódica, respectivamente. Em ambos os casos, os vídeos utilizados são de produção da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em parceria com o Ministério da Educação, o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, destinados especificamente ao ensino de conteúdos científicos.

Assim, ao selecionarem e analisarem vídeos didáticos cuja produção está vinculada a instituições de relevância no cenário educacional nacional, as estudantes foram capazes de orientar a ação educativa para formatos mais alinhados ao recomendado pela literatura atual no ensino de Química,^{2,31} resultando em uma maior correspondência com conteúdos trabalhados anteriormente dentro da própria unidade de IEQ. Ao priorizarem a seleção de conteúdos de instituições reconhecidas no escopo educacional, prioriza-se a confiabilidade das informações e a adequação ao trabalho didático, mobilizando um importante requisito da dimensão ética na constituição de seu conhecimento tecnológico e pedagógico de conteúdo.¹⁵ Além disso, essa

escolha contempla outros importantes indicativos para o uso do recurso em sala de aula, como a priorização de uma linguagem compatível com o público alvo de trabalho, a qualidade técnica e estética para a apresentação do conteúdo, a preocupação com a avaliação prévia dos conteúdos conceituais e fenomenológicos veiculados pelas produções, entre outros.

Revela, ademais, a inter-relação entre as dimensões do TPACK dos professores em formação, no qual a orientação da atividade dos estudantes pela dimensão ética reverbera e complexifica as formas pelas quais os fatores de planejamento e execução das ações na mediação com as tecnologias podem ser conduzidos.¹⁵ Correlações que reforçam a necessidade da formação integral e integrada das TDICs na formação docente, considerando as suas múltiplas dimensões e, cada vez mais, suas imbricadas relações desenvolvidas ao longo do processo constitutivo da profissionalidade docente.

Já na proposta de utilização didática do recurso por Patrícia, o emprego da ferramenta digital ocorre de forma complementar à atividade pedagógica da licencianda. Visualiza-se um esforço para desenhar uma atividade didática em que o trabalho com os conteúdos de Funções Orgânicas, Bioquímicas e estudos de reação Química é realizado a partir da temática dos alimentos, vinculando os conceitos e assuntos curriculares ao contexto cotidiano de degradação e métodos de conservação de alimentos:

O vídeo seria utilizado para introduzir a Química dos alimentos que viria após uma sequência de conteúdos antevistos como funções orgânicas e bioquímica (proteínas, lipídios e carboidratos). (...) Discorrer a importância da Química no processo de conservação de alimentos que é uma forma de retardar o processo de deterioração (...), com o intuito de abordar estes conceitos, trazendo exemplos de situações corriqueiras, como alimentos que se encontram nos supermercados. Com o avanço do vídeo, são citados alguns métodos para a conservação destes alimentos tais como a refrigeração e congelamento, a salga, a defumação, a retirada de água e pasteurização. (Patrícia)

Na relação entre o recurso audiovisual selecionado por Patrícia e o modo planejado de utilização em sala de aula, identifica-se como diferentes ferramentas culturais podem modelar certos aspectos das ações mediadas por tais artefatos.¹⁰ As funções pedagógicas desempenhadas pela ferramenta cultural na proposta de Patrícia não diferem substancialmente dos demais licenciandos: introduzir assunto específico e ofertar conteúdo curricular de trabalho, neste caso, na interface com a Química de Alimentos. No entanto, ao pesquisar, identificar, selecionar e analisar um recurso orientado para a atividade em que o assunto curricular na produção audiovisual se vincula ao contexto da produção e conservação de alimentos nas práticas cotidianas, a própria estrutura da atividade pedagógica proposta por Patrícia é condicionada de modo a superar o simples domínio da tecnologia na introdução de conceitos e fenômenos de estudo. A proposta permite uma abordagem em que os alunos possam observar a vinculação dos conteúdos a situações contextualizadas, correlacionando os processos de conservação abordados como a salga, o congelamento e a defumação com os respectivos mecanismos químicos e bioquímicos envolvidos. Permite-se, assim, a significação desses fenômenos e conceitos da ciência Química em sua relação com os aspectos da vida cotidiana, mitigando a lacuna entre o conhecimento científico/químico e o mundo da vida. É a própria substância da ação que ganha novos contornos, condicionada pelas disponibilidades e restrições oferecidas pela mediação com as diferentes ferramentas culturais na própria situacionalidade do uso pedagógico.

Além disso, ao transitar entre os conteúdos conceituais e as formas de representação desses fenômenos, vinculando-os ao cotidiano dos estudantes, a licencianda possivelmente exercita e rememora, ao passo que também desenvolve, o repertório de conhecimentos pedagógicos de conteúdo (PCK). Remodelam-se os conhecimentos sobre os aspectos curriculares que envolvem tais conceitos dispostos no percurso do ensino regular, as formas de organização e os encadeamentos possíveis de serem trilhados pelo professor em seu exercício profissional na estreita relação entre o conteúdo e os aspectos pedagógicos mediados pelas TDIC.¹¹⁻¹²

Já na narrativa de Wladimir, de modo complementar, aspectos do processo de adaptação e readequação das ferramentas culturais para sua utilização em novas situações, conforme discute Wertsch,¹⁰ também podem ser considerados:

Após os alunos contarem com um conhecimento sobre o assunto, previamente explicado pelo professor, esse vídeo pode ser bastante útil para uma melhor ilustração dos modelos atômicos (considerando as analogias feitas a itens do cotidiano), podendo facilitar o entendimento dos alunos quanto ao assunto, bem como sanar dúvidas. O vídeo pode ser utilizado sozinho ou pode ser utilizado apenas como recurso visual, contando com a fala do professor, que pode adaptar o discurso para

uma linguagem que seus alunos entendam (afinal, é ele que está em contato direto com a turma e sabe como atingi-la (Wladimir).

Wladimir ressalta a necessidade de o professor desenvolver conhecimentos para interagir com tais ferramentas, identificando e reconhecendo suas funcionalidades e formas de utilização em situações de ensino. Desse modo, mobiliza importante característica do conhecimento pedagógico da tecnologia (TPK)³² ao analisar ação didática que ‘adapta’ e modifica os conteúdos e a própria linguagem oral na proposição do melhor arranjo para o público-alvo. Evidenciam-se os aspectos da *apropriação pedagógica*⁸ da ferramenta cultural pelo licenciando, uma vez que o vídeo é vinculado à intencionalidade da ação docente em diferentes possibilidades de organização da atividade pedagógica, conforme a sua avaliação: “O vídeo pode ser utilizado sozinho ou pode ser utilizado apenas como recurso visual, contando com a fala do professor”. São propósitos inerentes ao professor na mediação com a ferramenta cultural que transcendem o uso meramente instrumental, adquirindo novos contornos e possibilidades de adaptações: indícios de mobilização e desenvolvimento do TPACK do licenciando.⁹

Wladimir reafirma a importância do professor neste processo, pois “afinal, é ele que está em contato direto com a turma e sabe como atingi-la”. Conhecer as demandas dos alunos, suas dificuldades, as especificidades dos grupos, os aspectos que causam tensão e afinidades nos coletivos; a linguagem que melhor se adapta aos contextos sociais e culturais em que os estudantes estão imersos são atributos constitutivos do conhecimento pedagógico do professor (PK).¹²

Por fim, nas produções audiovisuais selecionadas por Carlos e Renata, a temática da experimentação no ensino de Química emerge na mediação com os recursos audiovisuais. As atividades práticas são recursos didáticos relevantes para o processo de apropriação e ressignificação do conhecimento dos estudantes, figurando também como uma reconhecida dimensão da atividade Química³³ e que podem ser devidamente desenvolvidas na prática pedagógica com o apoio de recursos audiovisuais, conforme se mostra na escolha desses estudantes.

As produções audiovisuais selecionadas nesses casos são utilizadas com os potenciais de *simulação* e *sensibilização*.²³ Carlos optou por introduzir possíveis formas de execução de atividades práticas com o apoio/mediação do vídeo. Renata, por sua vez, utilizou seu potencial para demonstração/simulação de atividades que, por questões locais e contextuais, seriam de difícil realização. As atividades poderiam acarretar considerável risco em sua execução – como a construção de uma lâmpada que se acende com o vapor quente de acetona- ou ainda por demandar equipamentos e reagentes com custos financeiros limitantes para execução em sala de aula.

Os licenciandos consideraram, portanto, a utilização dos vídeos como alternativas inovadoras à introdução

de habilidades e requisitos básicos para a realização de atividade experimental, oportunizando aos estudantes a visualização de uma prática que, provavelmente, seria inviável de ser demonstrada nas condições reais de sala de aula. Elementos que indicam, portanto, uma importante forma de *domínio* e também de *apropriação pedagógica* do recurso audiovisual.⁸ Conforme discute Khan,³⁴ a efetiva mobilização do TPACK dos professores no planejamento pedagógico envolvendo atividades de simulação favorece uma compreensão mais aprofundada de Química pelos estudantes. A análise dos relatos dos estudantes sobre as formas que pretendem utilizar os vídeos selecionados reforça tais compreensões:

O vídeo escolhido, seria para complementar uma abordagem de reações de combustão, ilustrando através de uma simulação de uma prática de laboratório, já que nem todas as escolas têm disponíveis reagentes e vidrarias. Essa aula seria aplicada aos alunos do segundo ano do ensino médio (Renata).

Após os conteúdos de ácidos e bases serem sistematicamente passados aos alunos (mais precisamente aos alunos do 2º ano do ensino médio), sempre ressaltando elementos do dia a dia do mesmo, como por exemplo água sanitária, limão, refrigerantes, soda cáustica, etc... e para que os mesmos tenham como identificar a acidez ou a basicidade de tais substâncias, eu como professor utilizaria o vídeo em questão (pH com repolho roxo) para demonstrar o quão simples pode ser a produção de um identificador de um ácido e uma base, e se possível (dependentemente do conteúdo a ser cumprido) pediria aos mesmos que pesquisassem sobre outros tipos de indicadores ácido/base naturais (Carlos).

Ao utilizar o vídeo com a função de *sensibilização*, tratando de uma experiência de determinação de pH de soluções com materiais de uso cotidiano, Carlos pretende mobilizar os alunos sobre as possibilidades de utilização de materiais de fácil acesso e baixo custo para a realização de experimentos químicos. Introduce, ainda, uma nova dimensão para sua proposta de ensino ao solicitar que seus estudantes pesquisem sobre outros arranjos e materiais possíveis para realização de experimentos semelhantes, reforçando as possibilidades de usos dos vídeos na mobilização do interesse discente, despertando-o para a pesquisa de conteúdo¹⁹ e para a possibilidade posterior de realização de ações experimentais com materiais de baixo custo. Tais aspectos são indícios de desenvolvimento do TPACK do licenciando e compreensão da função *motivadora* do recurso audiovisual.²²

Além disso, desponta na narrativa apresentada de Carlos uma questão acessória, mas ainda assim bastante pertinente

no âmbito da formação de professores: o reconhecimento de sua própria identidade profissional. Ao relatar ‘*eu como professor*’, demonstra-se o engajamento do estudante na planificação de atividades e aspirações de posturas, ações e comportamentos que remetem à profissionalidade e às demandas, desafios e desejos daquilo que o sujeito professor em formação almeja e certamente vivenciará em sua jornada profissional.³⁵ Essa dimensão é relevante para problematizar e orientar a formação do profissional, possibilitando novos momentos em que seja possível reconhecer e firmar posição como professor e afirmar a profissionalidade docente ainda na constituição formativa do licenciando. Por outro lado, ao salientar que os conteúdos abordados seriam “sistematicamente passados” aos alunos, revelam-se indícios de uma concepção de ensino de Química pautada no modelo de transmissão-recepção, há tempos discutido no âmbito do ensino de Ciências. Tais concepções sobre o ensino, sobre o papel da Ciência e sobre o conteúdo refletem fortemente nos modos de organização do ensino e nas formas de aprendizagem dos estudantes,³⁶ indicando a necessidade de maior problematização dessas questões nas atividades interventivas desenvolvidas na formação docente.

4. Conclusões

Este trabalho apresenta uma atividade de intervenção pedagógica desenvolvida com estudantes de licenciatura em Química que constitui-se, fundamentalmente, de um processo de seleção, análise e planejamento de ensino mediado pela ferramenta cultural do vídeo digital. Nesta experiência, foi possível observar como a inter-relação entre a tomada de decisão dos licenciandos sobre qual recurso pedagógico utilizar e a efetivação da proposta didática planejada é mediada por fatores como as características da ferramenta cultural adotada, a perspectiva dos sujeitos sobre o ensino de química e os conceitos e fenômenos presentes no currículo escolar.

Os momentos de análise dos recursos e planejamento do ensino mediados pelo vídeo digital possibilitaram evidenciar indícios de mobilização do conhecimento profissional docente, em especial, aqueles relacionados à capacidade analítica para reconhecer as funcionalidades pedagógicas dos recursos digitais na interdependência com os aspectos conceituais e curriculares, auxiliando no desenvolvimento da competência para compreender eticamente sua utilização em sala de aula. Tais aspectos contribuem para que os licenciandos possam considerar essas ferramentas culturais aptas ao ensino, superando conhecidas barreiras para a integração e utilização pedagógicas das TDIC.^{4,8} De todo modo, é preciso ainda considerar que a formação inicial de professores necessita problematizar a tendência de reprodução de práticas vivenciadas no processo de escolarização dos licenciandos em atividades de planejamento do ensino. Como é possível ressaltar dos resultados apresentados, o planejamento de

atividade didática mediada por TDIC, em alguns casos, não é suficiente para alterar essas persistentes tendências. Neste sentido, torna-se necessário avançar no diálogo voltado à construção de currículos de formação de professores que explicitem e incentivem uma reflexão aprofundada sobre o obstáculo experiencial para a constituição do conhecimento profissional docente em Química, pois é capaz de gerar reflexos significativos no processo de ensino e aprendizagem desenvolvido em sala de aula.²⁹

Por fim, propostas interventivas que permitam a interação mediada com TDIC e a análise crítica desses recursos, portanto, favorecem a mobilização e o desenvolvimento do TPACK dos licenciandos, como também a formação de uma identidade profissional sólida, constituindo um caminho virtuoso para que os futuros professores catalisem as mudanças almeçadas no ensino de Ciências.

Referências Bibliográficas

- Schnetzler, R. P.; Aragão, R. M. R.; Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. *Química Nova na Escola* **1995**, 1, 27. [Link]
- Santos, W. L. P. A.; Química e a formação para a cidadania. *Educación Química* **2011**, 22, 300. [Link]
- Bedin, E.; Filme, experiência e tecnologia no ensino de ciências química: uma sequência didática. *Revista de Educação, Ciências e Matemática* **2019**, 9, 101. [Link]
- Cavassani, T. B.; Tecnologias digitais: reflexões sobre a prática pedagógica e a formação docente. *Revista Internacional de Formação de Professores* **2023**, 8, e023012. [Link]
- Leite, B. S.; Pesquisas sobre as tecnologias digitais no ensino de química. *Debates em Educação* **2021**, 13, 244. [Crossref]
- Cavassani, T. B.; Marques, R. N.; TICS e a mediação das relações de ensino: compartilhando uma experiência na formação de professores de química. *Resumos do 20º Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino*, Rio de Janeiro, Brasil, 2020. [Link]
- Cavassani, T. B.; Andrade, J. J.; Você tem face?: perspectivas discentes e implicações do (não) uso do facebook no ensino superior. *Educação Temática Digital* **2016**, 18, 227. [Crossref]
- Cavassani, T. B.; Andrade, J. J.; Marques, R. N.; Integração das TDIC na formação de professores: aproximações entre o modelo TPACK e a perspectiva sociocultural. *Educação em Revista* **2024**, 40, e41245. [Link]
- Gois, J.; TIC como ferramenta cultural no ensino superior em química. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia* **2020**, 9, 1. [Crossref]
- Wertsch, J.; *Mind as Action*. Oxford University Press: New York, 1998.
- Koehler, M. J.; Mishra, P.; What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* **2009**, 9, 60. [Link]
- Shulman, L. S.; Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational researcher* **1986**, 15, 4. [Crossref]
- Pradanov, T. S.; Andrade Neto, A. S.; Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (TPACK) de licenciandos de química: resultados de um programa de formação de professores. *Investigações em Ensino de Ciências* **2023**, 28, 122. [Crossref]
- Kurtz, F. D.; Silva, D. R.; Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (TPACK) de professores de educação básica e implicações para a formação docente. *Revista e-Curriculum* **2024**, 22, 2024. [Crossref]
- Yurdakul, I. K.; Odabasi, H. F.; Kilicer, K.; Coklar, A. N.; Birinci, G.; Kurt, A. S.; The development, validity and reliability of TPACK-deep: a technological pedagogical content knowledge scale. *Computers & Education* **2012**, 58, 964. [Crossref]
- Cavassani, T. B.; Andrade, J. J.; Marques, R. N.; Tradução e adaptação transcultural do questionário TPACK-DEEP: relacionando as TDICs e o conhecimento profissional docente. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade* **2024**, 17, 1102. [Link]
- Damiani, M. F.; Rochefort, R. S.; Castro, R. F.; Dariz, M. R.; Pinheiro, S. S.; Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. *Cadernos de educação* **2013**, 45. [Link]
- Moreira, M. B.; Duarte, G. S.; Faustino, G. A. A.; Silva, J. P.; Santos, V. L. L.; Benite, C. R. M.; Benite, A. M. C.; Química na Cozinha: estudos sobre a herança alimentar afrodiáspórica em nível médio. *Revista Virtual de Química* **2023**, 15, 621. [Crossref]
- Leite, B. S.; *Tecnologias no ensino de química: teoria e prática na formação docente*. Appris: Curitiba, 2015.
- Mishra, P.; Koehler, M. J.; Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers college record* **2006**, 108, 1017. [Crossref]
- Koehler, M. J.; Mishra, P.; Kereluik, K.; Shin, T. S.; Graham, C. R.; The technological pedagogical content knowledge framework. Em *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*; Spector, J. M.; Merrill, M.; Elen, J.; Bishop, M., eds.; Springer: New York, 2014, cap. 9.
- Arroio, A.; Giordan, M.; O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. *Química Nova na Escola* **2006**, 24, 8. [Link]
- Moran, J. M.; O vídeo na sala de aula. *Comunicação e Educação* **1995**, 2, 27. [Crossref]
- Almenara, J. C.; Em *Para uma tecnologia educacional*; Sancho, J. M., org; ArtMed: Porto Alegre, 1998, cap. 10
- Gomes, L.; Vídeos didáticos: uma proposta de critérios para análise. *Revista Brasileira de Estudos* **2009**, 89, 477. [Link]
- Mandarino, M. C. F.; Organizando o trabalho com vídeo em sala de aula. *Morpheus – Revista Eletrônica em Ciências Humanas* **2002**, 1, 1. [Link]
- Cavassani, T. B.; O currículo e a construção de conhecimentos profissionais mediada por recursos digitais na formação inicial do professor de Química. *Ensino & Pesquisa* **2023**, 21, 238. [Crossref]
- Nagumo, E.; Teles, L. F.; Silva, L. A.; A utilização de vídeos do Youtube como suporte ao processo de aprendizagem. *Revista Eletrônica de Educação* **2020**, 14, 1. [Crossref]
- Pena, G. B. O.; Mesquita, N. A. S.; Caracterização de Obstáculos Epistemológicos na concepção de licenciandos em Química que dificultam o desenvolvimento do conhecimento profissional docente. *Revista Química Nova* **2018**, 41, 943. [Crossref]

30. Santos, W. L. P.; Schnetzler, R. P.; *Educação em Química: compromisso com a cidadania*, 4a. ed., Unijuí: Ijuí, 2010.
31. Santos, W. L. P.; Maldaner, O. A.; *Ensino de Química em Foco*, Unijuí: Ijuí, 2010.
32. 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* **2009**, 41, 393. [[Crossref](#)]
33. Giordan, M.; O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola* **1999**, 10, 43. [[Link](#)]
34. Khan, S.; New pedagogies on teaching science with computer simulations. *Journal of Science Education & Technology* **2011**, 20, 215. [[Crossref](#)]
35. Nóvoa, A.; Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cadernos de Pesquisa* **2017**, 47, 1106. [[Crossref](#)]
36. Chai, C. S.; Koh, J. H. L.; Tsai, C. C. A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Educational Technology & Society* **2013**, 16, 31. [[link](#)]