

# Construção do conhecimento docente mediado por tecnologias digitais: uma experiência interventiva na formação inicial de professores de Química.

## The teaching knowledge construction mediated by digital technologies: an intervention experience in Chemistry teacher education

**Thiago Bernardo Cavassani**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) – Campus Catanduva.

thiagocavassani@yahoo.com.br

**Rosebelly Nunes Marques**

Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ – ESALQ/USP.

rosebelly.esalq@usp.br

### Resumo

Este trabalho analisa os modos de constituição do conhecimento profissional docente a partir de uma proposta de intervenção pedagógica mediada por recursos digitais por licenciandos em química de uma instituição federal paulista. Os dados foram construídos a partir da observação-participante e dos materiais produzidos pelos licenciandos, sistematizados e categorizados utilizando-se como referencial teórico-metodológico a análise de conteúdo. Os resultados indicam novas formas de interação mediadas pelas TDIC no *espaçotempo* da formação inicial, com relevantes implicações para a autonomia discente em relação à apropriação do processo constitutivo da docência e indícios de construção de conhecimentos profissionais para o ensino na interface tecnologias-conteúdos científicos. Concluímos indicando as potencialidades da integração das TDIC para o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais docentes ainda na formação inicial de professores, reafirmando a prevalência dos processos pedagógicos intencionais e mediados como condição de significação e formação humana.

**Palavras chave:** conhecimentos profissionais, tecnologias, formação de professores, química.

### Abstract

This work analyzes how teaching professional knowledge is constituted based on a proposal for a pedagogical intervention mediated by digital resources by undergraduate students in chemistry at a federal institution in São Paulo. Data were built from participant observation and materials produced by students, systematized, and categorized using content analysis as a methodological reference. The results indicate new forms of interaction mediated by TDIC in the space-time of initial training, with relevant implications for student autonomy concerning

the appropriation of the constitutive process of teaching and evidence of the construction of professional knowledge for teaching at the technology-scientific content interface. We conclude by indicating the potential of integrating TDIC for the development of professional teaching knowledge even in initial teacher training, reaffirming the prevalence of intentional and mediated pedagogical processes as a condition of meaning and human formation.

**Key words:** teacher knowledge, ICT, teacher education, chemistry

## Introdução

As tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) estão cada vez mais presentes no cotidiano dos sujeitos pertencentes à atual sociedade informacional. Como espaço constitutivo deste arranjo sociocultural, a escola vê-se diante de novos desafios para integrar pedagogicamente estes recursos no processo de ensino e aprendizagem de seus estudantes. Como indica o recente estudo do Comitê Gestor da Internet no Brasil, a presença de tecnologias nas salas de aula vem ganhando espaço continuamente, com uma maior disposição dos professores para sua apropriação no trabalho pedagógico (CETIC, 2020).

Diante dessa integração, Masetto (2013) avalia ser possível promover um deslocamento da atividade tradicional do professor como fonte primária de informação para incentivar a relação ‘informação virtual -aluno’. Neste deslocamento, o professor pode reassumir a centralidade da sua atividade profissional: a *mediação* do processo pedagógico. Por meio da utilização destas ferramentas em sala de aula, há a possibilidade de construir novas formas de mediação pedagógica que favorecem importantes aspectos do processo de ensino e aprendizagem: engajamento dos estudantes para aquisição de novos, variadas formas de interação entre os sujeitos e entre estes e os objetos de conhecimento, otimização do tempo de aprendizado, entre outros (KENSKI, 2012b). São outras formas de interação na sala de aula oportunizadas pelas TDIC, alterando e reafirmando o papel fundamental do professor para que seja alcançada a meta de uma educação potencializadora do aprendizado e do desenvolvimento integral do estudante (KENSKI, 2012b, GIORDAN, 2008).

Neste contexto, além das demandas rotineiras do espaço escolar, o docente vê-se diante de mais uma tarefa urgente: tornar-se referência para a orientação dos seus alunos na busca, tratamento, significação crítica e utilização da informação que se encontra em abundância e dispersa pela rede (MORAN, 2013). Os desafios para atender estas novas demandas, entretanto, ainda persistem na realidade escolar como também na formação de professores em geral e de ciências em particular.

Para Schuhmacher e colaboradores (2017), os professores são conscientes das oportunidades educativas das TDIC e das implicações de seu uso no processo de ensino e aprendizagem, entretanto, apresentam pouco conhecimento sobre as formas de integrá-la eficientemente nas propostas didáticas em sala de aula. As barreiras à apropriação pedagógica das TDIC por vezes tornam-se efetivos obstáculos à prática docente (SCHUHMACHER; FILHO; SCHUHMACHER, 2017). Segundo Atanázio e Leite (2017), ainda é necessário garantir a “a agregação dos conhecimentos às ferramentas tecnológicas, aproximando conteúdos e tecnologia e tornando mais horizontal a relação professor-aluno” (p. 5). Para isso, é importante o desenvolvimento de estratégias ainda na formação inicial de professores para efetivamente possibilitar a construção de conhecimentos profissionais sólidos para a utilização crítica das TDIC no processo de ensino e aprendizagem de ciências.

Neste sentido, Koehler e Mishra (2009) ampliam os conceitos de conhecimentos docentes de Shulman (1986) e apresentam o modelo do conhecimento tecnológico pedagógico e de conteúdo (TPACK). Nesta abordagem, busca-se contribuir para compreensão da interrelação entre os conhecimentos conceituais, atividade pedagógica e as tecnologias digitais na formação e atividade docente. A atuação e formação dos professores cada vez mais demanda a integração significativa e crítica das diferentes tecnologias aos processos de ensino e aprendizagem e em função disso, o modelo TPACK oferece um quadro conceitual apto a auxiliar os “[...] educadores e pesquisadores a prepararem professores que de fato utilizem de forma consciente a tecnologia, de acordo com a especificidade dos contextos educacionais” (ROSSIT e OLIVEIRA, 2014, s.p).

Como avaliam Durdu e Dag (2017), experiências articulando TDIC e práticas pedagógicas vivenciadas ainda nos cursos de formação inicial de professores produzem significativas contribuições para o desenvolvimento do TPACK dos licenciandos, com reflexo positivo na disposição pessoal para utilização destes recursos em sala de aula (CHENG; XIE, 2018). Por outro lado, Santos Neto *et al.* (2017) avaliam que ainda é preciso novos estudos relacionando conhecimentos docentes e a formação de professores de ciências, pois há um conjunto amplo de fatores que podem intervir no desenvolvimento ou não destes conhecimentos profissionais. Desse modo, este trabalho analisa uma experiência de intervenção pedagógica mediada por recursos digitais visando identificar os modos de interação dos estudantes com estas ferramentas e os aportes deste processo para a constituição dos conhecimentos profissionais dos licenciandos em Química.

## Aspectos Metodológicos

Este trabalho é parte de um projeto de doutoramento já finalizado que teve como objetivo principal investigar a interação entre professores em formação e diversas TDIC considerando a relação entre domínio e apropriação destes recursos, como também as implicações de processos mediados pelas tecnologias digitais para a constituição dos conhecimentos profissionais docentes. No recorte aqui apresentado, detalhamos uma atividade interventiva que fez uso principalmente de recursos audiovisuais em uma turma do 8º semestre do curso de licenciatura em Química do IFSP- Câmpus Catanduva. Importante ressaltar que os licenciandos citados são identificados por nomes fictícios para a garantia do anonimato e a pesquisa foi submetida à aprovação de Comitê de Ética<sup>1</sup> da instituição.

Inserimos este trabalho no escopo da pesquisa educacional de natureza interventiva, conforme preconizam Teixeira e Megid Neto (2017). A proposta de investigação na concepção de intervenção pedagógica, segundo Damiani *et al.* (2013), envolve tanto o planejamento quanto a ação deliberada na prática educativa de modo a promover alterações e inovações no próprio trabalho educacional. Na perspectiva da prática formativa de professores, tais atividades visam “[...] produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências” (DAMIANI et al., 2013, p. 58).

Assim, realizamos um trabalho de integração de recursos audiovisuais com licenciandos regularmente matriculados na disciplina de Química e Desenvolvimento Sustentável (QDS). A

---

<sup>1</sup> Os licenciandos aceitaram voluntariamente participar da pesquisa mediante concordância com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. CAAE: 97073718.0.0000.5473.

escolha deste recurso digital em especial justifica-se na medida em que privilegiamos o desenvolvimento da atividade interventiva com ferramentas culturais comumente empregados pelos licenciandos em suas atividades escolares e também cotidianas, introduzindo no percurso da investigação outros recursos digitais de menor familiaridade aos estudantes, como simuladores e ferramentas específicas da Web. A utilização dos recursos digitais ocorreu de forma integrada às discussões sobre o tema Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, componente específico da disciplina de QDS.

A atividade transcorreu na seguinte dinâmica: no primeiro encontro da disciplina, questões preliminares como o objetivo do curso e os principais conteúdos foram apresentados aos licenciandos. Dialogamos ainda sobre o cronograma proposto e suas possíveis mudanças ao longo do processo, as etapas principais; as formas avaliativas previstas; os prazos e os materiais necessários; aspectos da comunicação discente/docente; utilização de e-mail do grupo de estudantes, entre outros assuntos. As atividades posteriores giraram em torno do tema sustentabilidade, visando sua contextualização, pressupostos básicos da temática e a conceitualização prévia dos estudantes. Em duplas formadas livremente, os licenciandos formularam um pequeno texto descrevendo quais seriam suas concepções sobre sustentabilidade, pretendendo compreender sua abrangência e implicações para os meios produtivos/econômicos, ambientais e para o convívio social; entre outras dimensões.

Em seguida, os licenciandos conheceram diversas formas de compreensão do termo disponível na literatura científica, como também suas implicações e raízes conceituais, ideológicas e ações práticas associadas. Também no terceiro encontro com a turma, o tema sobre os objetivos do desenvolvimento sustentável da Plataforma Agenda 2030 da ONU foi apresentado, utilizando-se a estratégia dos vídeos didáticos: novamente arranjados em pequenos grupos de livre associação, cada grupo selecionou dois dentre os 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável da ONU para análise e discussão com o restante da turma. Conforme destacam Moran (2013) e Leite (2015) duas importantes funções do vídeo educativo podem ser identificadas a partir desta atividade: a) sensibilização para o assunto, mobilizando-os para a proposta de trabalho apresentada na atividade didática e b) introdução de conteúdos básicos, subsidiando a discussão coletiva e permitindo o prosseguimento da proposta didática. Em seguida, os estudantes de QDS desenvolveram ações de análise dos vídeos produzidos pela ONU e os recursos hipertextuais disponibilizados pela instituição, produzindo uma síntese crítica tanto destes materiais quanto dos demais recursos digitais acessados. Os licenciandos deveriam considerar a relação entre o conteúdo veiculado, o papel da Química e as perspectivas para o ensino de Química e Ciências, orientados a partir de um roteiro de análise previamente disponibilizado.

Para o desenvolvimento empírico deste trabalho e a discussão dos resultados gerado, adotamos a perspectiva da abordagem qualitativa da pesquisa educacional (GOMES, 2007). Deste modo, utilizamos para construção dos dados aqui apresentados: i) os registros da observação-participante na atividade interventiva efetivada e ii) os materiais produzidos pelos licenciandos decorrentes da análise do papel atribuído à ciência e ao ensino de Química no escopo da temática do Desenvolvimento Sustentável. Subsidiados pelo referencial teórico-metodológico da análise de conteúdo (BARDIN, 2002), os resultados obtidos foram categorizados em duas distintas temáticas: i) 'Organização do espaço físico na relação com as TDIC: implicações para a autonomia discente' e ii) 'Papel da Química e do ensino de Química: aportes para a constituição do conhecimento profissional do professor'.

Por meio preferencialmente dos registros obtidos na observação-participante, buscamos na primeira categoria elementos para discutir a relação entre as TDIC e as novas formas de

organização do espaço formativo do professor de Química, considerando ainda suas implicações para constituição do TPACK dos licenciandos. As análises realizadas foram fundamentadas, principalmente, a partir das contribuições de Giordan (2008), Kenski (2012a, 2012b) e Koehler e Mishra (2009). Na segunda categoria, analisamos preferencialmente os materiais produzidos pelos licenciandos, buscando discutir os indícios de construção do conhecimento profissional docente (SHULMAN, 1986; GROSSMAN; WILSON; SHULMAN, 1989), relacionando ainda as abordagens apresentadas pelos licenciandos à perspectiva da educação Química como ferramenta para a formação cidadã (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

## **Resultados e discussão**

### **Organização do espaço físico na relação com as TDIC: implicações para a autonomia discente**

Inicialmente, o contato com recursos audiovisuais nesta atividade ocorreu em um dos laboratórios de informática da instituição, utilizando-se do quadro branco em frente da sala para a projeção da produção. Entretanto, os estudantes de QDS, cada um em seu respectivo grupo, acessaram os computadores disponibilizados nas salas ou em seus computadores pessoais; reproduziram os vídeos ao passo que tomavam nota e discutiam entre si os temas e as características de cada um deles. Diante disso, observamos que o lugar supostamente/historicamente privilegiado (quadro branco na frente da sala), foi secundarizado quando cada grupo teve a possibilidade de interagir com “seu próprio” vídeo. Outro aspecto importante deste processo refere-se ao modo de organização e interação dos estudantes a partir da mediação com a ferramenta cultural do recurso audiovisual. Se até recentemente o uso de vídeo suscitava uma corrida pela melhor posição para visualização da tela (num buscar por sentar-se à frente da televisão em que se reproduziriam as fitas de vídeos e mais recentemente o DVD), a experiência com uso de outro objeto mediacional (computador) mostrou uma configuração diversa. A partir do momento em que o estudante toma para si aquela “ferramenta” (WERTSCH, 1998), assume um lugar de poder para controlar o tempo, o que fazer, o engajamento, o empenho com a atividade. Tais aspectos repercutem diretamente no desenvolvimento de habilidades relativas ao domínio dos recursos mediacionais na interface com os processos de aprendizagem, ou seja, na própria constituição do conhecimento profissional para o ensino (GOIS, 2020).

Para além do assistir coletivo que a projeção do vídeo eventualmente proporcionou, os estudantes foram também capazes de adaptar a proposta para sua melhor apreciação, modificando o tamanho da imagem diante da tela, regulando o som ao seu gosto, interrompendo, avançando, analisando e (re)assistindo à reprodução; reorganizando continuamente a sua própria experiência com a ferramenta cultural. A proposta inicial do simples assistir um vídeo na sala de aula, com as possibilidades da presença do computador e o conhecimento tecnológico básico dos graduandos reconfigurou o espaço e a organização da proposta didática, deslocando o centro da atividade para uma ação individual e coletivamente pró-ativa.

A preocupação com a organização de um espaço físico e os recursos materiais para o ensino são mais frequentemente considerados no âmbito da educação infantil, perspectiva bastante influenciada pelos trabalhos de Maria Montessori no início do século XX. A partir desta concepção, em certa medida, remodelou-se os arranjos espaciais e educacionais para outros níveis de ensino. Entretanto, reverberam pouco no âmbito do ensino médio e menos ainda no

ensino superior, pois estes locais ainda mantêm a arraigada disposição da sala de aula no modelo tradicional que enseja a centralidade do processo educativo fundamentalmente na figura do professor. Nestes espaços, a noção de inovação é normalmente associada ao desenvolvimento de atividades educativas por projetos, situações de estudo, ensino investigativo, dentre outros.

Iniciativas nesta linha ganharam força mais recentemente a partir de mudanças implementadas em grandes centros de ensino superior nos EUA, com propostas como o Peer Instruction, Flipped classroom ou modelos de Blended Learning (VALENTE, 2014). Tais propostas incentivam a participação do estudante no processo de aprendizagem e agrupam-se em um conjunto de iniciativas reconhecidas como metodologia ou aprendizagem ativa. Em comum a todas, destaca-se o exercício da *autonomia* dos estudantes e a postura ativa: nas formas acesso às fontes de informação, nos modos de interação com o recurso (configurando outros *espaçostempos* de aprendizagem) ou na elaboração de concepções próprias sobre os conceitos e conteúdos trabalhados (argumentação sobre resolução de problemas, criação de esquema, textos, entre outros).

Neste sentido, assim como também salienta Kenski (2012a), a experiência com o vídeo na sala de informática salienta o fato de que “[...] a presença de uma determinada tecnologia pode induzir profundas mudanças na maneira de organizar o ensino” (p. 44) e que a escolha deliberada e sua utilização em sala de aula “[...] altera profundamente a natureza do processo educacional e a comunicação entre os participantes.” (p. 45). Modificam-se as formas de negociação dos sentidos que emergem do coletivo e a própria agenda da sala de aula, implicando não apenas a reformatação das dinâmicas que normalmente se sucedem nestes ambientes, mas também abrindo-se a novos espaços de convívios na sala de aula que se expande na presença destas tecnologias (GIORDAN, 2008 p. 106).

Ao permitir a reorganização da experiência na interação direta com estas ferramentas digitais, possibilitou-se atender as singulares dos estudantes; respeitando as percepções e condições individuais de modo a fazer uso destes recursos considerando-se as diferentes formas e tempos de aprendizagem. Os conhecimentos gerados nesta experiência podem ser ressignificados pelos licenciandos e inspirar diferentes formas de atuação pedagógica, avolumando-se o rol de abordagens conhecidas para a sua futura ação docente. Desse modo, colabora-se para o desenvolvimento e para a própria percepção das dimensões constitutivas do TPACK dos professores em formação (YURDAKUL *et al.*, 2012; KOEHLER; MISHRA, 2009), requisito importante para a constituição da identidade profissional destes sujeitos.

Em um futuro próximo, espera-se que as relações nos mais diversos âmbitos sociais e profissionais sejam ainda mais pronunciadas por meio do uso e mediação de aparatos tecnológicos (CASTELLS, 1999). Experiências formativas que permitam a utilização crítica destas ferramentas culturais, portanto, é de fundamental importância para a constituição profissional do professor contemporâneo. Foi neste contexto e com estas percepções que os estudantes visualizaram e interagiram com as produções audiovisuais. São também com estas compreensões iniciais que analisamos os materiais produzidos pelos estudantes na próxima seção.

### **Papel da Química e do ensino de Química: aportes para a constituição do conhecimento profissional do professor**

Considerando a pertinência para objetivo principal deste trabalho, delineamos nesta seção os trechos mais significativos das produções realizadas pelos licenciandos sobre os eixos ‘Papel da Química’ e do ‘Ensino de Química’. Os quadros 1 e 2 reúnem exemplos representativos dos trabalhos dos estudantes.



**Quadro 1:** Elementos da produção dos licenciandos de QDS a respeito do papel da Química na perspectiva dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Estudantes	Objetivo QDS	Papel da Química
Denia, Bianca e Raíssa	12- Consumo e produção sustentável	A Química nesse âmbito pode atuar de duas formas: Química verde e Química Sustentável. Dessa forma, antes da produção é preciso um cuidado prévio sobre os danos sociais, econômicos e ambientais causados. A Química pode atuar também como geradora de energia limpa (...)
Ângelo, Camila e Tainá.	2- Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável	Aplicar o conhecimento da Química para encontrar soluções e medidas para desenvolver processos que sejam sustentáveis(...).

Fonte: Autoria Própria.

**Quadro 2:** Elementos da produção dos licenciandos de QDS a respeito do papel do Ensino de Química na perspectiva dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Estudantes	Objetivo QDS	Papel do Ensino de Química
Bernardo, Natália e Tamara	9- Construir infraestrutura resilientes, promover a industrialização inclusiva e fomentar a inovação.	Dentro da Química orgânica os biocombustíveis são referenciados como uma das aplicações deste eixo da Química. Essas informações estão em livros didáticos e também nas apostilas. Entretanto, é importante que os alunos consigam relacionar transformação da matéria com produções de energia. Seria proposto a elaboração de um biodigestor.
Dênia, Bianca e Raíssa	12- Consumo e produção sustentável	O docente pode introduzir assuntos sobre a Química sustentável; a reutilização, a reciclagem e a produção de novos produtos reaproveitando os resíduos
	2- Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável	Promover um contato com alimentos saudáveis e orgânicos na merenda escolar; Projetos práticos que estimulem o contato dos alimentos e promoção de educação como exemplo: produção de pão. Desenvolvimento de hortas comunitárias que estimulem a agricultura familiar.

Fonte: Autoria Própria.

Nos quadros apresentados, podemos indicar o exercício reflexivo sobre *o papel da ciência Química e o papel do ensino de Química* no contexto em estudo. Tal ação permitiu aos estudantes diferenciar de modo analítico a ciência de referência de seu ensino - como atividade própria da docência - na interlocução com referenciais dos objetivos para o Desenvolvimento Sustentável. Além disso, incentivou o processo inicial de ressignificação da própria concepção epistemológica da ciência Química, como também suas formas de organização para pesquisa e atuação profissional diante do contexto e dos cenários atuais. Ainda que se possa observar em alguns casos respostas com excessiva superficialidade de análise ou fundamentadas em afirmativas com certa carência de fontes<sup>2</sup>, estes trechos permitem inferir algumas questões

<sup>2</sup> Como por exemplo na discussão sobre as contribuições da ciência química aos objetivos do desenvolvimento sustentável, um estudante escreveu: “Utilizar o conhecimento químico para incentivar o desenvolvimento da

sobre as percepções e concepções que estes estudantes possuem das dimensões estruturantes da disciplina Química. Este fator emerge quando o licenciando destaca a importância do profissional da Química em manejar os conhecimentos derivados da *Química Verde e Química Sustentável*<sup>3</sup> ou quando destaca que os conhecimentos químicos *devem ajudar a gerar tecnologia para energia limpa*.

Ao descrever o papel da ciência Química como veículo para solução dos problemas em questão, os estudantes indiretamente fornecem elementos de suas próprias compreensões sobre as formas pelas quais o conhecimento organiza-se dentro do campo disciplinar, além de fornecer indícios pelos quais podem ser representadas suas compreensões de como esse conhecimento é produzido e desenvolvido. Emerge nesta passagem elementos do conhecimento sobre os principais programas, conceitos e marcos exploratórios que guiam algumas áreas dos programas curriculares da ciência Química, presumivelmente considerando seus principais princípios explicativos e suas formas de organização que compõe o conhecimento nesta área da ciência. Tais aspectos constituem, portanto, representações a respeito das compreensões sobre os elementos das estruturas sintáticas e substantivo do conteúdo (SHULMAN, 1986; GROSSMAN; WILSON; SHULMAN, 1989). Dessa forma, os licenciandos são estimulados a refletir sobre os caminhos do conhecimento nas ciências/Química, considerando a sua necessidade de validação e conferindo sustentação teórico-metodológico e empírica a este conjunto de saberes que podem ser manejados em situações de aplicação do conhecimento.

Essas percepções não são dadas, são antes construídas e significadas pelos sujeitos a partir da interação e mediação social (WERTSCH, 1998). Ao relacionarem o conteúdo da Química Verde com os ODS da ONU (2, 12, 14), os licenciandos constroem uma macro explicação sobre a ciência Química e suas implicações na atualidade, congregando a partir das contribuições de outros atores sociais, formas possíveis de *leitura de mundo*. Para que isso aconteça em termos de aprendizagem, o uso do recurso digital na mediação da atividade analisada foi fundamental, pois possibilitou acesso a novas informações, incentivando outras leituras (PINHEIRO; SAMPAIO, 2017) e viabilizando a ampliação das possibilidades de correlações entre diferentes contextos de aplicação do conteúdo químico (ampliando, espera-se, justamente a capacidade de *leitura do mundo*).

Na construção de Ângelo, Camila e Tainá, por outro lado, os elementos organizativos, marcos teóricos que guiam as diferentes frentes que compõem o campo disciplinar e as premissas interpretativas da pesquisa Química não ocuparam o lugar central da análise. Como bem salientam Grossman, Wilson e Shulman (1989), o conhecimento de ambas estruturas formativas do campo disciplinar mantém estreita correlação com as formas de organização e orientação do ensino e com amplos reflexos em suas decisões pedagógicas; compondo também importantes requisitos para o conhecimento de conteúdo (PCK) dos professores (SHULMAN, 1987).

Neste sentido, Fernandez (2015) avalia ser necessário ao professor uma compreensão que transcenda o mero reconhecimento de fatos e conceitos próprios de um campo disciplinar,

---

agricultura orgânica; utilizar resíduos para fertilização” [em referência ao objetivo 2] ou “Como contribuição em conhecimentos para atingir a igualdade de gênero a química contribui muito pouco, mas sua importância na luta pela igualdade é digna de reconhecimento e exemplo para outras áreas, uma vez que tanto em indústrias e universidades as mulheres são 50% do total ou muito próximo a isso, evidenciando que o setor da química é um dos menores com índice de discriminação”[em referência ao objetivo 14].

<sup>3</sup> Machado (2004) apresenta um percurso das diferentes nomenclaturas e sua implicação para o desenvolvimento da área da Química e sua relação com a questão ambiental, ressaltando as origens e eventuais diferenças de ênfase implicadas nas nomenclaturas de Química Verde, Química Sustentável e Química Verde e Sustentável. Em muitos casos, Química Verde e Química sustentável são utilizadas como sinônimos (AYRES; AMARAL, 2016).

pressupondo “[...] o conhecimento das formas pelas quais os princípios fundamentais de uma área do conhecimento estão organizados, a compreensão dos processos de sua produção, representação e validação epistemológica” (p. 507). Em consonância com a proposta de Grossman, Wilson e Shulman (1989), a reflexão sobre esta prática evidencia a necessidade de fomentar ações que permitam aos licenciandos reconhecer e discutir a importância destas estruturas epistemológicas e suas consequências nas escolhas didáticas dos professores, pois representam um importante percurso para a formação da base dos conhecimentos para o ensino e da identidade profissional docente.

Em relação ao *papel do ensino da Química*, observa-se um perfil que conjuga ações diretas no âmbito dos conteúdos curriculares associadas aos temas em discussão: em todos os casos, há o direcionamento para o desenvolvimento de propostas pedagógicas em sala de aula, como na abordagem de assuntos relativos à Química dos combustíveis e alimentação orgânica. Pelos exemplos expostos, percebe-se uma orientação para a contextualização dos conteúdos abordados seguindo as diretrizes curriculares como nos PCNs e BNCC, além das publicações da área de ensino ciências (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Há, entretanto, a ausência de uma construção que evidencie uma visão mais integral e holística do papel do conhecimento químico, suas inter-relações e potencialidades para a construção de sujeitos conscientes e críticos. Na produção de Dênia, Bianca e Raíssa (embora ações no quadro específico da disciplina estejam presentes), as licenciandas não explicitam, por exemplo, o papel do ensino de Química como mecanismo para a construção do conhecimento científico (MALDANER, 2000) apto ao desenvolvimento de sujeitos conscientes e ativos para a tomada de decisões no domínio técnico-científico (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

De todo modo, as estudantes citam ações que correlacionam o papel do conhecimento químico com a construção de repertório que habilita o sujeito para a tomada de decisão sobre i) as tecnologias de produção de alimentos; ii) as consequências do desenvolvimento de novos agroquímicos/fertilizantes para a produção alimentícia; iii) o papel dos aditivos de diversas naturezas para uso alimentar; iv) a importância da nutrição para o desenvolvimento humano; v) os discursos que legitimam o uso destes insumos para a ‘garantia do abastecimento alimentar global’, etc. Estes aspectos revelam a importância de fomentar processos de contextualização no ensino de Química envolvendo a discussão de natureza filosófica, política, políticas, sociais, econômicas-ambientais, entre outras (SANTOS; MORTIMER, 2000). As descrições feitas pelos licenciandos mostram preocupações procedimentais e de objetivos mais específicos, entretanto, não demonstraram perceber o aspecto ‘macroscópico’ da função social da Química. E este é um atributo que, a partir da pesquisa e da análise reflexiva desta proposta, pode ser apontado como necessário à intervenção pedagógica. Deste modo, a função pedagógica do conteúdo intersecciona-se com as esferas mais amplas da educação que demandam conhecimento de mundo, valores sociais como o impacto e as implicações das ações de uma determinada ciência em termos sociais, ambientais, econômicos e políticos (SANTOS; SHNETLZER, 2010) que devem ser, conforme compreendemos desta experiência, explicitados e continuamente reiterados nas ações formativas do docente para outras possíveis ‘leituras de mundo’.

## Considerações Finais

Podemos compreender a experiência com a utilização do recurso audiovisual e os hipertextos referentes ao ODS da ONU como oportuna para propiciar momentos de interação pedagogicamente planejada da tecnologia audiovisual na formação inicial de professores de

Química. Tal aspecto advém do aproveitamento de potencialidades relativas à visualização de impactos ambientais, ou seja, pela sensibilização possibilitada pelo acesso à imagem e descrição de problemas ambientais pela linguagem audiovisual conjugadas às atividades de análise e reflexão crítica dos seus conteúdos. Tais momentos são capazes de estimular o desenvolvimento do repertório profissional sobre as formas de abordagens de conteúdos específicos mediados pelas TDIC, associando a interação com ferramenta digital e outros recursos textuais de modo a ampliar as *linguagens* possíveis de efetivação do processo de ensino e aprendizagem. Demonstrou também a necessidade de investir na formação para a decodificação e significação mais efetiva destas múltiplas abordagens, permitindo a apropriação crítica dos conteúdos veiculados pelas variadas ferramentas culturais de modo e ampliar as formas de *leitura de mundo*.

Na ampliação do TPACK para significar tais recursos digitais pedagogicamente, nos aproximamos das proposições de Arroio e Giordan (2006) quando analisam a integração destas ferramentas culturais em sala de aula: “[...] além de servir para organizar as atividades de ensino, serve também para o aluno desenvolver a competência de leitura crítica do mundo, colocando-o em diálogo com os diversos discursos veiculados pelo audiovisual” (p. 11).

Durante a formação inicial, os professores são estimulados a construir, significar e transformar os conhecimentos de base a que tem acesso. A reflexão coletiva realizada auxilia e desenvolve a compreensão sobre os conhecimentos substantivos e epistemológicos da própria ciência Química: momentos, conforme julgamos, relevantes - porém ainda inconclusos ou insuficientes- para a apropriação efetiva das TDIC em seu fazer cotidiano. É importante ainda reconhecer que, a partir de uma orientação de atividade planejada que considera a relação dos conhecimentos docentes em interação com as TDIC, os licenciandos produziram referenciais importantes, buscaram, questionaram; portanto, avançaram em seus percursos individuais de domínio/apropriação de conteúdo e de tecnologias digitais. O desenvolvimento da perspectiva crítica e da leitura ampliada e contextualizada do mundo, entretanto, não reside na máquina ou no livro, mas sim no outro; na singularidade autopoietica do ato pedagógico. No reconhecimento dos avanços e limites da relação dos licenciandos com as TDIC, portanto, reafirma-se a necessidade do outro (mediado pelo processo formativo) enquanto condição de significação humana.

## Referências

- ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química Nova na Escola**, v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006.
- ATANAZIO, A. M. C.; LEITE, A. E. Integração das tecnologias da informação e comunicação (TIC) à prática docente: alguns desafios. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., Florianópolis, **Anais [...]**. ABRAPEC: Florianópolis, 2017.
- AYRES, F.; AMARAL, C. A questão da sustentabilidade ambiental no ensino de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 7, n. 5, 1, 2016.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002.
- 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: [https://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/2/20211124200326/tic\\_educacao\\_2020\\_livro\\_eletronico.pdf](https://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/2/20211124200326/tic_educacao_2020_livro_eletronico.pdf)> Acesso em 15/08/2022.

- CHENG, S. L.; XIE, K. The relations among teacher value beliefs, personal characteristics, and TPACK in intervention and non-intervention settings. **Teaching and Teacher Education**, v. 74, n. p. 98-113, 2018
- DAMIANI, M. F.; *et al.* Discutindo pesquisa do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos da Educação**, v. 4, n. 57, p. 57- 67, 2013.
- DURDU, L.; DAG, F. Pre-Service Teachers' TPACK Development and Conceptions through a TPACK-Based Course. *Australian Journal of Teacher Education*, v. 42, n. 11, p. 150-171, 2017.
- 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.
- GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Editora Unijuí, 2008.
- GOIS, J. TIC como ferramenta cultural no ensino superior em química. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 1-21, 2020.
- GOMES, R. A análise de dados em pesquisa qualitativa. In: MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 28 ed. Petrópolis: Vozes, 2007.
- GROSSMAN, P. L.; WILSON, S. M.; SHULMAN, L S. Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching. In: REYNOLDS, M. C. (ed.). **Knowledge Base for the Beginning Teacher**. Oxford: Pergamon Press, 1989.
- KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8a ed. Campinas: Papirus, 2012a.
- KENSKI, V. M. **Tecnologias e Ensino Presencial e à Distância**. 9a ed. Campinas: Papirus, 2012b.
- KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge? **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v. 9, n. 1, p. 60-70, 2009.
- LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química: teoria e prática na formação docente**. Curitiba: Appris, 2015.
- MACHADO, A. A. S. C. Química e Desenvolvimento Sustentável -QV, QUIVES, QUISUS. **Química: boletim da sociedade portuguesa de Química**, p. 59-67, 2004.
- MALDANER, O. A. **Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: professores/pesquisadores**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.
- MASETTO, M. T. Mediação pedagógica e tecnologias de informação e comunicação. In: BEHRENS, M; MORAN, J. M.; MASETTO, M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**, 21a ed. Campinas: Papirus, 2013.
- MORAN, J. M. Ensino e Aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias. In: BEHRENS, M; MORAN, J. M; MASETTO, M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**, 21a ed. Campinas: Papirus, 2013.
- OLIVEIRA, T. M. A.; MOZZER, N. B. Conhecimentos Profissionais de Professores de Ciências em Formação: um modelo centrado na articulação entre teoria e prática. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., Florianópolis, **Anais [...]**. ABRAPEC: Florianópolis, 2017.

PINHEIRO, A. P. L.; SAMPAIO, D. A. O Audiovisual Como Recurso de Incentivo à Leitura. **Folha de Rosto**, v. 3, n. 2, p. 5-14, 2017.

ROSSIT, F. H. A.; OLIVEIRA, M. R. G. Base de conhecimento docente para o ensino de teclado à distância. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA E ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, São Carlos, **Anais** [...]. SIED/EnPED: São Carlos, 2014.

SANTOS NETO, *et al.* Conhecimento tecnológico pedagógico dos conteúdos e a formação do professor em ciências: uma revisão sistemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais** [...]. ABRAPEC, 2017.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p.110-132, 2000.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. 4a ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching Foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987.

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

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em revista**, v. 4, p. 79-97, 2014.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WERTSCH, J. **Mind as Action**. New York: Oxford University Press, 1998.

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