

O PCK em ação de uma professora de Química em um curso de formação de educadores indígenas: a importância do contexto de aprendizagem

Célio da Silveira Júnior^{1*} (PQ); Carmen Fernandez² (PQ). *celiosilveirajr@yahoo.com.br

¹Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte/MG – CEP 31.270-901.

²Instituto de Química, Universidade de São Paulo (USP), Av. Prof. Lineu Prestes, 748 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-900.

Palavras-Chave: Química, PCK, Educação Indígena.

RESUMO: ESTE TRABALHO TRATA DOS CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS PARA A DOCÊNCIA, DENTRE ELES, DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO (PCK). INTEGRANDO A SÉRIE DE CONHECIMENTOS QUE UM PROFESSOR PRECISA DOMINAR, O PCK APARECE NAS SUAS AÇÕES DIDÁTICAS, SE REFERINDO A UM CONTEÚDO ESPECÍFICO E SE DESENVOLVENDO EM SINERGIA COM A PRÁTICA PROFISSIONAL. OS ESTUDOS SOBRE O PCK CONFIGURAM IMPORTANTE FONTE PARA REFLETIR SOBRE OS CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS PARA A PRÁTICA E FORMAÇÃO DOCENTES. AQUI, INVESTIGAMOS O PCK DE UMA EXPERIENTE PROFESSORA DE QUÍMICA, ESPECIALMENTE QUANTO AO CONTEXTO DE APRENDIZAGEM. BUSCAMOS ACESSAR O PCK EM AÇÃO DA PROFESSORA, ADOTANDO COMO REFERENCIAIS AS DISPOSIÇÕES DOS MODELOS CONSENSUAL REFINADO (2016) E PRESSUPOSTOS DA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA (ATD). OS RESULTADOS INDICARAM SÓLIDAS MANIFESTAÇÕES DO PCK EM AÇÃO DA PROFESSORA ACOMPANHADA, BEM COMO A EMERGÊNCIA DE IMPORTANTES CATEGORIAS QUE PODEM CONTRIBUIR PARA OS DEBATES SOBRE A FORMAÇÃO E A ATUAÇÃO DOCENTES NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO ESCOLAR INDÍGENA EM CIÊNCIAS.

INTRODUÇÃO

Este trabalho trata dos conhecimentos necessários para a docência e, dentre eles, destaca o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK, da sigla para Pedagogical Content Knowledge). Shulman (1987) entende como aspectos fundamentais do ensino o conteúdo lecionado, o contexto em sala de aula, as características físicas e psicológicas dos alunos, e a realização de propósitos. Para o autor, se o conhecimento do professor fosse organizado de alguma forma, deveria essa organização conter, no mínimo, as categorias: conhecimento do conteúdo; conhecimento pedagógico geral, com especial referência aos princípios e estratégias mais abrangentes de gerenciamento e organização de sala de aula, que parecem transcender a matéria; conhecimento do currículo, particularmente dos materiais e programas que servem como “ferramentas do ofício” para os professores; conhecimento pedagógico do conteúdo, esse amálgama especial de conteúdo e pedagogia que é o terreno exclusivo dos professores, seu meio especial de compreensão profissional; conhecimento dos alunos e de suas características; conhecimento de contextos educacionais, desde o funcionamento do grupo ou da sala de aula, passando pela gestão e financiamento dos sistemas educacionais, até as características das comunidades e suas culturas; e conhecimento dos fins, propósitos e valores da educação e de sua base histórica e filosófica. Dentre essas sete categorias descritas, Shulman destaca o PCK, pois ele:

[...] identifica os distintos corpos de conhecimento necessários para ensinar. Ele representa a combinação de conteúdo e pedagogia no entendimento de como tópicos específicos, problemas ou questões são organizados, representados e adaptados para os diversos interesses e aptidões dos alunos, e apresentados no processo educacional em sala de aula. O conhecimento

pedagógico do conteúdo é, muito provavelmente, a categoria que melhor distingue a compreensão de um especialista em conteúdo daquela de um professor do mesmo conteúdo. (SHULMAN, 1987, p. 207)

Vários pesquisadores têm se dedicado ao estudo desse conhecimento. Goes e Fernandez (2018) consideram que o conceito do PCK se impôs na literatura como um modelo teórico frutífero no estudo dos conhecimentos necessários para ser professor. Para Novais, Galvão e Fernandez (2016), os estudos sobre PCK configuram importante fonte de dados e informações para refletir sobre a prática de ensino e subsidiar discussões sobre os conhecimentos necessários para a docência. Silva e Martins (2018) apontam o PCK como um modelo para a investigação do pensamento dos professores.

Decidimos olhar para a atuação de uma professora de Química em uma licenciatura intercultural, mais especificamente o Curso de Formação Intercultural para Educadores Indígenas (FIEI), que é voltado para a formação de professores indígenas, tem oferta regular através de um vestibular específico e diferenciado, e é abrigado na FaE da UFMG. Com essa decisão, possibilidades de investigação poderiam ser abordadas de forma conjunta nesta pesquisa: a atuação de uma professora experiente, no Ensino Superior, em um curso de licenciatura intercultural e durante a abordagem de um conteúdo conceitual específico, neste caso, o Modelo Cinético Molecular (MCM).

Entendemos que se trata de um estudo de caso interessante por considerar uma professora com experiência em contextos distintos de atuação, além do fato de a formação de educadores indígenas ser um tema relativamente recente nas pesquisas de conhecimento de professores. Para Fernandez (2015), se a prática profissional dos bons professores puder ser acessada e documentada, pode, então, ser usada como um ponto de partida para professores inexperientes e, assim, ajudá-los em sua formação. De que forma se constitui essa capacidade que a professora tem, reconhecida pelos seus pares e alunos, para, como nos diz Shulman (1987), transformar o conhecimento do conteúdo que possui em formas pedagogicamente poderosas e adaptadas à diversidade dos estudantes, levando em consideração as suas experiências e bagagens?

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

PCK – Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. De acordo com Goes e Fernandez (2018), desde que Shulman usou pela primeira vez o PCK com intuito de traduzir o conhecimento profissional específico de professores, essa expressão passou a significar algo que antes não tinha um nome. Mostrando a importância desse constructo nas investigações de conhecimento de professores, muito se produziu sobre o PCK, tendo Shulman como principal referência (Goes e Fernandez, 2018). Esse conhecimento tem recebido considerável atenção por parte dos pesquisadores, pois consiste num conceito complexo, não só pelo conjunto de conhecimentos e habilidades que envolve, mas, também, pelas diversas definições e interpretações que têm sido feitas na literatura (LEAL, NOVAIS e FERNANDEZ, 2015). Várias revisões sobre essa temática foram escritas (FERNANDEZ, 2011, 2014a, 2014b, 2015).

Como resultado de uma conferência realizada em 2012, quando grupos de pesquisadores em ensino de Ciências se reuniram para a busca de um consenso sobre a base de conhecimentos de professores e o PCK, foi elaborado um modelo denominado consensual (MC). Seriam cinco os conhecimentos base: avaliação, pedagógico, conteúdo, alunos e currículo. Eles influenciariam e seriam influenciados pelo PCK, por sua vez representado pelos conhecimentos da(s): estratégias

instrucionais, representações do conteúdo, compreensão dos alunos, práticas científicas e modos de pensar. Nesse modelo consensual da cúpula, o PCK passa por filtros e amplificadores, sendo depois transformado e adaptado para a sala de aula. Aqui, há um PCK mais formalizado (conhecimento profissional específico do tópico) e um conhecimento pessoal do PCK, idiossincrático, que se manifesta na prática da sala de aula.

O MC passou a ser interpretado e operacionalizado de forma variada. Por isso, em 2016, mais uma vez um grupo de pesquisadores se reuniu em uma 2ª cúpula para abordar questões relacionadas ao PCK. O grupo chegou ao final da 2ª cúpula a uma definição refinada do PCK na forma de um modelo consensual refinado (MCR) de PCK em educação em Ciências. O MCR foi construído a partir do MC [2012] e de outros modelos, como o de Shulman [1986] e de Magnusson et al. [1999], incorporando novas ideias. Ele atribui maior importância ao contexto de aprendizagem em comparação com o MC original, e a representação do modelo por figuras concêntricas buscou transmitir a complexidade das relações entre os elementos de PCK, especialmente a maneira como um PCK de um professor dependia de outros conhecimentos (figura 1).

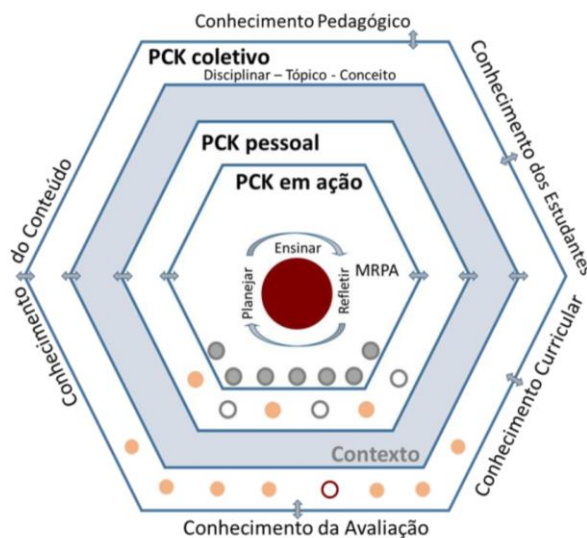


Figura 1: Representação adaptada do MCR. Fonte: Silva e Fernandez (2021).

Segundo Silva e Fernandez (2021), no modelo MCR são representados os seguintes domínios do PCK:

Na camada externa aparece a base de conhecimentos profissionais dos professores (Conhecimento do Conteúdo, Pedagógico, dos Estudantes, Curricular e de Avaliação) que informa o PCK coletivo. Este, por sua vez, informa e influencia o PCK pessoal, que é específico para um professor. **O PCK em ação é o resultado de um professor aplicando e adaptando seu PCK pessoal a um determinado contexto de aprendizagem.** As setas representam a natureza dinâmica do conhecimento e seu movimento nos diferentes domínios do PCK (coletivo, pessoal e em ação). O professor no centro (vinho) enfatiza a natureza idiossincrática do PCK. Os atores que influenciam o professor estão em cores distintas representando pesquisadores, acadêmicos e outras contribuições (laranja), outros professores (vinho vazado), alunos (cinza vazado) e os resultados dos alunos (cinza cheio). O Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) representa o raciocínio pedagógico do professor em suas práticas diárias de planejar, ensinar, refletir e replanejar. A cada ciclo, novas compreensões são incorporadas ao seu repertório incrementando seu PCK (SILVA e FERNANDEZ, 2021, p.5, grifo nosso).

Quando o professor está ensinando ciências – planejando, ensinando e refletindo sobre os resultados obtidos pelos alunos – ele está mobilizando o seu PCK em ação, que sofre forte influência do contexto, dos resultados dos estudantes e de contribuições diversas. Dessa forma, o PCK em ação é o conhecimento em ação, gerado e visível durante o planejamento, a ação e a reflexão na e sobre a instrução em uma situação particular de sala de aula, base para o raciocínio e para a tomada de decisões docentes (figura 1). Assim, ele pode se tornar visível a partir das escolhas feitas pelo professor, de suas estratégias e representações instrucionais, dos seus movimentos pedagógicos específicos e pela integração de múltiplos fatores considerados no processo de raciocínio pedagógico. (ALONZO, BERRY e NILSSON, 2019; CARLSON e DAEHLER, 2019; SILVA e FERNANDEZ, 2021).

A pesquisa está situada no âmbito do MCR, cujo principal avanço, em relação ao modelo CM, foi pôr o foco na prática de ensino dos professores de Ciências com base no conhecimento referente aos processos de planejamento, ensino e reflexão. O modelo MCR dá maior importância ao contexto de aprendizagem e atribui posição central ao PCK em ação (TEPNER e SUMFLETH, 2019). Silva e Fernandez (2021) investigaram um professor que atuava em mais de um contexto, concluindo que, mesmo tratando o mesmo conteúdo e se valendo das mesmas atividades, o seu PCK pessoal se manifestou diferentemente em distintos PCKs em ação, interferindo sobremaneira em suas práticas pedagógicas. O contexto funciona, assim, como amplificador e também como filtro do conhecimento e habilidades do professor, e acaba mediando suas ações. De acordo com os autores, o conhecimento do contexto de aprendizagem de um professor, que extrapola o da sala de aula, se traduz no seu PCK em ação, influenciando as suas ações e os resultados dos alunos.

EEL - Educação Escolar Indígena. Do latim, “indígena” qualifica o natural do lugar em que vive, o gerado dentro da terra que lhe é própria. As Nações Unidas reconhecem que nenhuma definição formal de quem sejam os povos indígenas é necessária: a autoidentificação é o requisito chave. A distinção em relação a outros grupos societários consubstancia essa autoidentificação. No Brasil, os povos indígenas estão distribuídos por todas as regiões. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), são 305 etnias, falantes de 274 diferentes línguas, sendo que cerca de 17,5% dessa população não é falante da língua portuguesa.

Ainda que contemporaneamente os povos indígenas continuem convivendo com as mais diversas violências e perdas de direitos, essa população passou a aumentar nos anos 80, depois de uma progressiva redução perpetrada desde os anos 1500. Ao estabelecer direitos e garantias, a Constituição Federal de 1988 (CF88) trouxe novas perspectivas para os indígenas (MENDES, 2019; ROSA e LOPES, 2018). No que tange à educação, destacamos que eles deixaram de ser vistos como seres incapazes, tutelados e beneficiários de políticas assistencialistas. O direito a uma educação específica, diferenciada, intercultural, bilíngue/multilíngue e comunitária foi estabelecido. Fomentou-se, a partir daí, uma discussão sobre um novo formato de escola indígena e sobre a necessidade da formação de professores indígenas. De acordo com o que descreve Mendes (2019), podemos estabelecer uma linha do tempo relativa às ações para a formação de professores indígenas a partir da CF88 (figura 2).

A UFMG é uma dessas instituições a oferecer uma licenciatura indígena, preocupada com os objetivos almejados para uma educação escolar indígena (EEL), quais sejam, os de recuperação de memórias históricas, reafirmação de identidades étnicas, valorização de línguas e ciências, e acesso às informações, conhecimentos

técnicos, científicos e culturais da sociedade nacional e demais sociedades indígenas e não-indígenas. No entanto, para o atingimento desses objetivos, como nos diz Mendes (2019), deveriam estar no centro das atenções a formação docente, a produção de materiais didáticos, a gestão escolar, o currículo e a avaliação – específicos, diferenciados e pensados sob o princípio da interculturalidade.

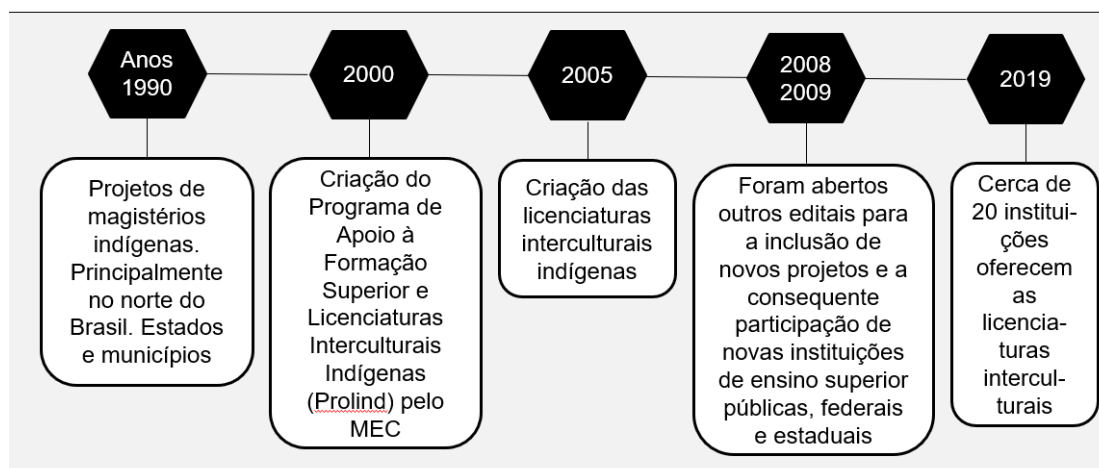


Figura 2: Linha do tempo relativa à formação de professores indígenas. Fonte: Autores (2022), a partir de Mendes (2019).

Nesse cenário, a formação de professores indígenas é tanto fundamental para a EEI quanto significa um processo desafiador. Essa formação é uma tarefa complexa, já que em cada local do país se encontra uma solução diferente e não existe um único modelo a ser adotado, devido à diversidade cultural, linguística, histórica, política, de formação e escolarização vividos pelos professores indígenas e por suas comunidades.

MCM – Modelo Cinético Molecular. A importância do ensino de modelos está bem estabelecida na literatura. Especificamente quanto à Química, Porto (2018) defende que um dos objetivos do seu ensino deveria ser o de propiciar aos estudantes a compreensão da natureza e do papel dos modelos. Dessa forma, eles se tornariam mais capazes de utilizar esses modelos nos processos de compreensão dos fenômenos químicos. Quando nos voltamos especificamente para o Modelo Cinético Molecular¹, verificamos, a partir dos referenciais da área (dentre eles, MORTIMER e MACHADO, 2011; QUADROS e GIORDAN, 2019), os entendimentos de que ele permite explicar as relações entre os níveis ontológicos, macroscópico e submicroscópico da matéria, que ele é estruturante para a compreensão de outros conteúdos; que ele possui a estrutura básica comum a todos os modelos mais sofisticados em Química, mas que, ao mesmo tempo, é um modelo que pode ser elaborado a partir de ideias intuitivas dos estudantes, sendo assim um suporte, ou uma “ponte” utilizada para introduzir novos conhecimentos em Química; que ele propicia a imersão no mundo submicroscópico ou abstrato, para compreensão sobre os materiais, suas propriedades, constituição e transformações; e que a sua utilização contribui para a compreensão a respeito das entidades submicroscópicas como modelos explicativos para os fenômenos macroscópicos.

De acordo com Marques et al. (1994), a teoria cinético-molecular de constituição da matéria se baseia em três pressupostos fundamentais: todas as substâncias são

¹ Também denominado por Modelo de Partículas.

constituídas de moléculas que representam a menor parte da matéria capaz de conservar as mesmas propriedades químicas; tais moléculas estão em contínuo movimento caótico ou desordenado; a curta distância, as moléculas interagem entre si. Como descrito em Bindernagel e Eilks (2009), nesse modelo, a matéria consiste em partículas com apenas espaço vazio entre elas. As partículas estão em constante movimento e constantemente batendo umas nas outras. O movimento das partículas aumenta com o aumento da temperatura.

Para Bektas et al. (2013), a natureza particulada da matéria é um dos tópicos fundamentais da química, porque a compreensão de tópicos como equilíbrio químico ou velocidade de reações depende da compreensão da natureza das partículas, isto é, dos íons, moléculas e átomos. Adicionalmente, esse tópico seria apropriado para enfatizar aspectos da natureza da ciência. De Jong, Van Driel e Verloop (2005) se referem ao modelo de partículas como sendo um importante tópico no ensino de Química para o entendimento da relação entre fenômenos e entidades corpusculares.

OBJETIVO. Estivemos interessados no estudo da influência de um contexto de formação de educadores indígenas no PCK de uma professora que atua na Educação Básica e no Ensino Superior: mais especificamente, propôs-se investigar o PCK de uma professora de Química que atua nesses dois níveis de escolaridade, com estudantes dos cursos do Coltec e do FIEI, ambos da UFMG. O intuito aqui foi o de se dar ênfase na análise dos componentes do PCK dessa professora em atuação no contexto indígena, de forma a se ter subsídios para um debate mais qualificado sobre a formação de professores não-indígenas que atuam na formação de professores indígenas. Para isso, lançaremos mão de elementos do modelo MCR proposto para o PCK, olhando mais especificamente para o PCK em ação.

METODOLOGIA. Este trabalho constitui-se como um estudo de caso e tem caráter qualitativo. Para Stake (2011), uma pesquisa qualitativa é marcada por uma rica descrição de ações pessoais, de ambientes complexos e pela integridade de seu pensamento. Ela é interpretativa, baseada em experiências, situacional e humanística. Aqui, temos um estudo de caso, pois o foco de análise se deu sob uma professora específica, ministrando um conteúdo conceitual específico, em um contexto específico e com objetivos educacionais diferentes.

A professora que teve o seu PCK investigado atua como docente há mais de trinta anos, fez doutorado e mestrado em Educação pela Faculdade de Educação da UFMG. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Química, atuando principalmente no Ensino Médio, na formação de professores de Ciências e Química e formação de educadores indígenas, no FIEI. Além de sua formação inicial em Química, licenciatura e bacharelado, a sua formação em nível de pós-graduação, ainda que ligada à educação em ciências, teve uma forte entrada no campo da Antropologia, quando investigou o ensino de ciências para educadores indígenas. Também tem experiência na gestão de instituições escolares.

O Curso FIEI forma docentes indígenas que atuarão nas escolas de Educação Básica de suas aldeias. As turmas são constituídas por indígenas de várias etnias, que se encontram distribuídas por diversos territórios dos Estados de Minas Gerais, Bahia, Rio de Janeiro, Espírito Santo e outros. O curso é modular, com momentos de formação em Belo Horizonte e também nesses referidos territórios. Ele possui 4 áreas de concentração, sendo que a professora atua na habilitação relativa às Ciências da Vida e da Natureza (CVN). Por concurso vestibular, são ofertadas 35 vagas anuais, com uma habilitação sendo ofertada de cada vez. No âmbito deste trabalho, foram acompanhadas duas das aulas desenvolvidas pela professora com a turma CVN 2019-

2023 na disciplina Tópicos em Química A, tendo como destaque a discussão sobre o MCM. As aulas, com duração de cerca de três horas e meia cada, se desenvolveram durante o 1º módulo da turma, em Belo Horizonte, em setembro de 2019.

Como nos diz Fernandez (2015), estudar o PCK de um professor é algo complexo, uma vez que ele envolve investigar um conjunto de conhecimentos implícitos que precisam ser explicitados. Da mesma forma, para Silva e Martins (2018), há obstáculos inerentes à compreensão sobre o PCK dos professores dada a sua natureza tácita, de difícil acesso. Para se ter acesso ao conhecimento dos professores, tem-se que olhar para o que eles pensam, dizem e fazem. Entretanto, essa não é tarefa simples e representa um desafio a pesquisas que propõem documentar o PCK, como é o caso deste trabalho. Para enfrentar esse desafio, várias estratégias para estudar e documentar o PCK de professores foram propostas, desenvolvidas e avaliadas, envolvendo assim uma pluralidade de metodologias e instrumentos de investigação (FERNANDEZ e GOES, 2014; SILVA e MARTINS, 2018). De acordo com Baxter e Lederman (1999, apud FERNANDEZ, 2015), as fontes mais utilizadas foram as avaliações e os testes, as observações da sala de aula, os mapas conceituais, as representações pictóricas, as entrevistas e a avaliação por métodos múltiplos. Também, é importante tratar dos modelos associados aos instrumentos de acesso ao PCK a utilizar, pois são eles que os fundamentam teórica ou analiticamente.

Foram realizados os registros audiovisuais das aulas. Também foram feitos registros escritos sobre essas aulas em caderno de campo. Uma entrevista semiestruturada com a professora foi realizada no dia posterior ao da 2ª aula, com objetivo de estimular uma reflexão da professora sobre essas aulas. Recursos adicionais também constituíram fontes de dados em potencial para esta investigação: materiais produzidos pela professora com fins de utilização didática, resultados de outros trabalhos desenvolvidos e publicados sobre a atuação da professora em outros contextos. Adotamos como referencial teórico a base de conhecimentos de professores, mais especificamente o PCK. As análises fundamentaram-se nas disposições do modelo MCR. Utilizamos também os princípios da análise textual discursiva. Nessa análise, não utilizamos categorias *a priori*, mas sim as que emergiram da análise do conjunto de dados reunidos. Dessa forma, utilizamos categorias que foram criadas a partir dos dados construídos, que emergiram a partir do que entendemos terem sido as manifestações do PCK em ação da professora em seus momentos de planejamento, instrução e reflexão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO. O contexto de aprendizagem no qual a professora e a turma CVN “se situam” é no âmbito do FIEI. Na primeira aula analisada, a professora questionou os estudantes sobre as expectativas que eles traziam em relação ao curso/habilitação. Vários estudantes se manifestaram a respeito. Dentre essas diversas falas, destacamos a seguinte, a título exemplificativo:

Na verdade, o nome ciência já diz tudo: ciência tanto da natureza quanto da vida. E nós, como povos indígenas, nós temos uma ciência tanto espiritual, como [quanto] o jeito de manusear as coisas, né? Então, tudo isso envolve uma ciência. E, assim, quando a gente vem para aqui, a gente não pensa [inaudível]. A gente pensa em adquirir experiências e conhecimentos para a gente levar ao nosso povo, mas sem retirar o conhecimento de lá, e sim acrescentar [inaudível], conseguindo adaptar as duas coisas; o que é ensinado na faculdade e o que os nossos anciãos ensinam (LICENCIANDA, trecho da aula 1, 2019).

Esse entendimento vem ao encontro do relativismo cultural e epistêmico demandado pelas referências da área. Calderoni e Nascimento (2012), por exemplo, vão nos dizer que não se trata de negar a importância da ciência ocidental hegemônica, mas sim de se reconhecer que há outras formas de se aprender e ensinar, não significando que uma seja melhor que outra, e sim que são apenas diferentes. No entanto, Abrams et al. (2014) nos dizem que, apesar das melhores intenções e compromissos de muitos professores não-indígenas, a maioria tem uma compreensão inadequada das pedagogias apropriadas e das complexidades indígenas envolvidas: culturas, conhecimentos e identidades. Entendemos que esse não é o caso da professora que acompanhamos, uma vez que suas manifestações sempre se deram no sentido de um relativismo cultural e epistêmico, de uma perspectiva pluralista pragmática:

Este curso [FIEI] foi pensado desde o primeiro momento... como um curso para ajudar as pessoas que são das comunidades indígenas, que trabalham em escolas, que são professores, que pretendem ser professores, né, terem a oportunidade de vir para a universidade, fazer o curso, ter uma experiência acadêmica, [...] mas ter uma experiência que não tivesse um ar de alguma coisa que é dona da verdade, uma coisa que vou chegar lá e dizer que tudo o que faço, que eu acredito não serve para nada. Porque aquela ciência, aquele conhecimento acadêmico é que é a resposta para tudo. Não, é o contrário, né? É exatamente o que vocês falaram. É a ideia de construir um curso onde as várias formas de conhecimento se encontram neste espaço, elas possam interagir e construir coisas juntas, aprender junto, ensinar juntos. [...] Nesse caso do FIEI é muito especial o tanto que a gente aprende. Porque essa troca que a gente tem com vocês, ela mostra, ensina para a gente, o tempo todo, um monte de coisas que são outra forma de pensar o mundo, né? (PROFESSORA, trecho da aula 1, 2019).

Essas são também manifestações do PCK em ação da professora. De acordo com Carlson e Daehler (2019), uma característica fundamental dele é a forma como as ações de um professor se baseiam em seu conhecimento para atender às necessidades únicas dos alunos em sala de aula durante um determinado período instrucional. A professora, seja pelas suas ações, reflexões ou manifestações, demonstra ter esse requerido conhecimento das necessidades únicas dos licenciandos indígenas, suas características, disposições e contextos socioculturais, o que é fundamental nesse diálogo intercultural que se pretende estabelecer.

A professora também discutiu com a turma CVN que a finalidade do FIEI é a de formação de professores, especialmente abordando os objetivos e concepções envolvidos na criação e no desenvolvimento do curso. Especialmente que ele é diferenciado, e com objetivos diferentes de outros cursos de graduação da universidade. Não seria, por isso, um curso relativamente melhor ou pior, mas apenas diferente. Sobre esse momento da aula, a professora teceu considerações durante a entrevista:

A gente tem que assumir de uma vez por todas que esse curso não é um curso como um curso de graduação que nós temos na universidade no no comum aí para o não-índio. O objetivo não é o mesmo. Poderia ser? Poderia, é o que eu falei para eles. Ninguém está dizendo que eles não são capazes que... Seria muito mais difícil para eles? Claro porque eles... Não por uma questão de capacidade, mas porque eles não têm uma vivência escolar como os nossos alunos têm. Essa... esses cursos que nós temos na graduação eles são embasados nessa vivência escolar que os alunos têm, que eles não têm. Então fica um negócio que não cabe. [...] Então, falar em objetivos não é um negócio

simples, mas, nesse momento, eu acho que o objetivo central é esse, né? É como que o conhecimento químico pode ser mobilizado para ajudar nessa reflexão sobre as relações, as diferenças, os contrapontos, entre o conhecimento tradicional e conhecimento científico, né? E junto... e para que isso seja possível uma das coisas aí que eles precisam compreender é, afinal de contas, o que que é o conhecimento científico, né, como ele é construído, como ele... como se constrói ao longo da história e também ter um olhar diferenciado para o próprio conhecimento tradicional, para poder fazer esse contraponto, não é? [...] Porque o curso não é isso, não é isso. E ele não é mais nem menos por causa disso. Ele não... O objetivo dele não é esse. É isso que a gente tem que ter claro. Então o cara é formado em nada? Não, ele sai muito diferente do que ele entrou. E ele vai atuar na... na aldeia dele de um outro jeito muito melhor do que ele poderia atuar se ele não passasse por esse processo. E eu acho que a cada dia está ficando mais claro para gente (PROFESSORA, trecho da entrevista, 2019).

Wilson, Borowski e van Driel (2019), nos dizem que, dentro do PCK em ação, é muito necessária a pesquisa sobre os conhecimentos e recursos que informam as decisões instrucionais dos professores de ciências, particularmente para determinados conteúdos ou para determinados alunos. No trecho da entrevista acima apresentado, temos indícios de quais seriam, no caso da professora acompanhada, o que informa as suas decisões instrucionais quando em atuação no contexto indígena. No nosso entendimento, a professora ter uma clareza dos objetivos daquela formação que participa é um ponto de partida fundamental para a escolha das estratégias, das abordagens e dos conteúdos conceituais mais apropriados para o alcance desses referidos objetivos. Como vimos de sua fala, esse alcance envolve ainda a transformação dos licenciandos para a atuação em suas comunidades, o que vai no sentido proposto por Abrams et al. (2014). É preciso registrar que essa clareza de objetivos que a professora anuncia foi resultado de um processo de muita reflexão, de experiências vivenciadas e de formações pelas quais participou, como nos disse.

Voltando a olhar para as aulas analisadas, a professora propôs a realização de uma atividade à turma, que, depois das devidas discussões em grupos, deveriam ter solução anunciada para toda a turma. Durante as apresentações, a professora não fazia questionamentos quanto à pertinência do que era dito pelos grupos, não corrigia alguma afirmativa feita ou indicava qual seria o seu entendimento. As perguntas dela, quando feitas, eram de natureza retórica, apenas com o fim de estimular a interação ou dar destaque a alguma enunciação elaborada pelos grupos. Após essa apresentação pelos grupos, a professora conduziu a discussão, retomando falas, apresentando questões, propiciando interações, postergando as suas respostas, permitindo a evocação de sentidos pelos estudantes, ao mesmo tempo que mediava a construção da compreensão dos conteúdos envolvidos na atividade proposta.

Só ao final desse relativo longo processo de negociação de sentidos, a professora apresentou um fechamento, o seu entendimento, uma síntese, se valendo dos resultados desse processo coletivo para descrever que a química tem uma preocupação em compreender o que são materiais, de que são formados e como podem se transformar. Importante destacarmos aqui, nesse episódio, uma das manifestações do PCK em ação da professora: a sua elevada habilidade para a condução de um processo dialógico de construção do conhecimento, o que já foi apontado também em outros trabalhos que tiveram como foco de investigação a atuação dessa mesma professora:

Percebemos, em uma análise panorâmica da aula, que essa professora se utiliza de uma abordagem na qual realiza construção negociada de

representações, explorando, para isso, a construção, a negociação e o refinamento de representações dos estudantes. [...] vale destacar que a professora realiza boas perguntas, transforma frases dos estudantes em perguntas e responde a perguntas dos estudantes com novas perguntas. Além disso, em muitos momentos em que os estudantes forneceram contribuições tímidas (tom de voz mais baixo, por exemplo) a professora incentivou a reelaboração da fala, auxiliando a reconstruí-la (QUADROS e GIORDAN, 2019, p. 82 e 95).

Silva e Mortimer (2019) apontaram, em sua investigação, que a professora proporcionou aos estudantes tempos de fala significativos, e que a professora utilizou o discurso interativo/dialógico na maior parte das aulas com o objetivo de desenvolver o conhecimento científico. Observamos a atuação de uma professora muito articulada, que se comunica muito bem, com cuidado, com respeito, com empatia. Através de uma série de interações, ela vai conduzindo a conversa com muita habilidade, conhecendo os entendimentos dos licenciandos e se valendo deles para a questão central da aula, dos objetivos que traçou para ela. A própria professora, no início da primeira aula aqui analisada, já externava aos licenciandos indígenas o entendimento de que esse processo precisa se dar mesmo por meio das interações:

A primeira coisa que a gente tem que falar é o seguinte. Eu, como professora, eu acredito nisso que eu já falei agora há pouco: não existe uma aula em que um fala e os outros escutam, entendeu? Eu acho que a aula é uma coisa que é sinônimo de interação, né? Todos nós aqui temos algumas limitações. No entanto, eu queria que vocês fossem aos pouquinhos aprendendo a se soltar e a se sentir absolutamente tranquilo em falar o que vocês pensam a respeito de qualquer coisa que a gente tiver discutindo, tá? Aqui não existe nenhuma verdade absoluta, né? O que a gente vai fazer aqui é trocar o tempo todo. É lógico que eu tenho um objetivo de ensinar algumas coisas para vocês que são do grupo das ciências, né? Eh... Mas isso não significa que qualquer coisa que eu fale é verdadeiro, certo? Pelo contrário. Tudo pode e deve ser questionado, certo? E ninguém deve ficar preocupado em dar resposta certa para nada, tá bom? Então vocês devem se sentir absolutamente tranquilos em falar, dizer o que está pensando. Porque é nessa troca que nós vamos aprender juntos, tá ok? (PROFESSORA, trecho da aula 1, 2019).

Quanto à aposta da professora por um processo marcado pelas interações e pela liberdade de manifestações e entendimentos, observamos que essa proposta pode ter tido efeito junto à turma CVN. Durante toda essa aula, houve falas e participações efetivas dos licenciandos. Também podemos perceber a ratificação do entendimento da professora no sentido de não tratar o conhecimento científico como verdade absoluta. Para Aikenhead e Ogawa (2007), o ensino de ciências efetivo deve ter como objetivo não convencer os estudantes a aceitarem a validade ou legitimidade da informação científica, mas sim ajuda-los a entender a informação e, então, considerar as similaridades e diferenças entre a informação científica e suas próprias epistemologia e compreensão do mundo, tomando a ciência como um dos modos de conhecer.

Importante registrar também que a professora, nas várias atividades desenvolvidas durante as aulas acompanhadas, utilizou-se de diversos modos semióticos para as mediações que estabeleceu. Essa, entendemos, é outra importante manifestação do PCK da professora, mais especificamente, do seu PCK em ação. De acordo com Shulman (1986, apud Montenegro e Fernandez, 2016), dentro do PCK estão os modos de representar e formular os tópicos de uma área do conhecimento que os façam compreensíveis aos estudantes, o que inclui as analogias mais

poderosas, ilustrações, exemplos e demonstrações. Tudo isso, no âmbito da discussão dos modelos em geral e do MCM em especial. Strübe et al. (2014), em trabalho que envolveu o PCK e a linguagem e os modelos em Química, defendem que os professores saibam como criar oportunidades que incluam adequados modelos de ensino, atividades de modelagem e reflexão sobre modelos.

A partir dos registros e observações que fizemos, fica claro também a preocupação da professora em antecipar e agir sobre as ideias dos estudantes, o que podemos considerar outro indício de mobilização de seus conhecimentos, de desenvolvimento de seu PCK em ação. Tepner e Sumfleth (2019) nos lembram que planejamento, ensino e reflexão, como partes do PCK em ação, incluem a antecipação das ideias dos estudantes e a avaliação da aprendizagem, que é típico do ciclo de raciocínio pedagógico. Para Alonzo et al. (2019), esse PCK em ação é gerado no momento, mas ele não surge do nada: servem como recursos todo o conhecimento do professor de Ciências, suas experiências passadas de ensino e aprendizagem, as situações de sala de aula que são similares às vivenciadas nesse referido momento.

CONCLUSÕES. Consideramos que o objetivo da pesquisa de documentar e analisar como o PCK em ação de uma professora de Química experiente em um contexto de atuação na formação de educadores indígenas traduziu-se na obtenção de resultados que indicaram sólidas manifestações do PCK em ação dessa professora, bem como a emergência de importantes categorias que podem contribuir para os debates sobre a formação e a atuação docentes no contexto da educação escolar indígena em ciências.

A partir da investigação realizada, podemos considerar que várias categorias emergiram: relevância do MCM; formação docente para a EEI; particularidades, potencialidades e desafios de um curso como o FIEI; conhecimentos docentes relativos ao planejamento, instrução e reflexão em ação e sobre a ação em um contexto docente; construção do conhecimento em ciências como processo baseado nas interações; articulação desse conhecimento com os tradicionais; formação docente para atuação na formação docente para a EEI. Entendemos que essas importantes categorias merecem continuar a serem analisadas sob as lentes do PCK, em especial no que se refere ao objetivo de se avaliar as orientações da professora para o ensino de ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMS, E. et al. Culturally Relevant Schooling in Science Indigenous: Stressing the All in Science Literacy for All. In: LEDERMAN, N.G.; ABELL, S.K. [Eds.]. **Handbook of Research on Science Education**, Volume II, p.671 – 696, Routledge, 2014.
- AIKENHEAD, G.S.; OGAWA, M. Indigenous knowledge and science revisited. **Cult Stud of Sci Educ** 2:539–620, 2007.
- ALONZO, A.C.; BERRY, A.; NILSSON, P. Unpacking the Complexity of Science Teachers' PCK in Action: Enacted and Personal PCK In: HUME, A; COOPER, R.; BOROWSKI, A. **Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science**. Singapura: Springer, 2019.
- BEKTAS, O.; EKIZ, B.; TUYSUZ, M.; KUTUCU, E.S.; TARKINB, A.; UZUNTIRYAKI-KONDAKCIB, E. Pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge of the nature of science in the particle nature of matter. **Chem. Educ. Res. Pract. (CERP)**, 14, 201, 2013.
- BINDERNAGEL, J.A.; EILKS, I. Evaluating roadmaps to portray and develop chemistry teachers' PCK about curricular structures concerning sub-microscopic models. **CERP.**, 10, 77–85, 2009.
- CARLSON, J.; DAEHLER, K.R. The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In: HUME, A; COOPER, R.; BOROWSKI, A. **Repositioning**

Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science.

Singapura: Springer, 2019.

DE JONG, O.; VAN DRIEL, J.; VERLOOP, N. Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. **JRST**, v.42, no. 8, p. 947-964, 2005.

FERNANDEZ, C. **A base de conhecimentos para o ensino e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de professores de Química**. Tese de Livre Docência, USP, São Paulo, 2014a.

FERNANDEZ, C. Knowledge base for teaching and Pedagogical Content Knowledge (PCK): some useful models and implications for teachers' training. **PEC**, v. 60, p. 79-100, 2014b.

FERNANDEZ, C. PCK - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011, Campinas. Atas... Rio de Janeiro: UFRJ, v.1, p.1-12, 2011.

FERNANDEZ, C. Revisitando a Base de Conhecimentos e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Revista Ensaio**, v.17, n.2, p. 500-528, 2015.

FERNANDEZ, C.; GOES, L.F. Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no ensino de ciências e matemática. In: A. GARRITZ, S.F.D. ROSALES, M.G. LORENZO (Eds.), **Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana** (pp. 65-99). Saarbrücken, Alemanha: Editorial Académica Española, 2014.

GOES, L.F.; FERNANDEZ, C. Reflexões metodológicas sobre pesquisas do tipo estado da arte: investigando o conhecimento pedagógico do conteúdo. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 17, n. 1, p.94-118, 2018.

IBGE – **Caderno Temático 2016**: População Indígena. Brasília, 2016.

LEAL, S.H.; NOVAIS, R.M.; FERNANDEZ, C. Conhecimento pedagógico do conteúdo de “estrutura da matéria” de uma professora de química experiente em aulas de química geral, **Ciência e Educação** v. 21, n. 3, p. 725-742, 2015.

MARQUES, P.M.A.; BARREIRO, A.C.M.; SOUZA, A.; GALEANO, E. Demonstração em Teoria Cinética. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 11, n. 2: p.100-104, ago. 1994.

MENDES, E. Educação Escolar Indígena no Brasil: multilinguismo e interculturalidade em foco. **Revista Ciência & Cultura** Ano 71, n. 4, p. 43-49, 2019.

MONTENEGRO, V.L.S.; FERNANDEZ, C. Processo reflexivo e desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo numa intervenção formativa com professores de Química. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 1, p. 251-275, 2015.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química: ensino médio**. São Paulo: SCIPIONE, 2011.

NOVAIS, R.M.; GALVÃO, C.; FERNANDEZ, C. Um estudo sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo de “Cinética Enzimática” de um professor do Ensino Superior por meio das suas narrativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 15, n. 1, p. 53-78, 2016.

PORTO, P.A. A química no Vestibular Fuvest (1980-2018). **Est. Avançados**. V.32, n.94, p. 247-267, 2018.

QUADROS, A.L.; GIORDAN, M. Rotas de transição modal e o ensino de representações envolvidas no Modelo Cinético Molecular. **Investigações em Ensino de Ciências** – V24 (3), pp. 74-100, 2019

ROSA, S.C.S.; LOPES, E.T. Tendências das publicações brasileiras sobre a formação de professores indígenas em ciências da natureza. **Amazônia**, Belém, v. 14, n. 32, p. 108-120, dez. 2018.

SHULMAN, L.S. Knowledge and Teaching Foundations of the New Reform, **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SILVA, A.C.A.; MORTIMER, E.F. **Práticas discursivas nas aulas de ciências**: um olhar para as abordagens comunicativas. Curitiba: Appris, 2019.

SILVA, A.N.; FERNANDEZ, C. Um professor de química, um conteúdo e dois contextos escolares: do PCK pessoal para o PCK em ação. **Ensaio** (Belo Horizonte) [online]. V. 23, 2021.

SILVA, B.V.C.; MARTINS, A.F.P. Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 389-413, ago. 2018



STAKE, R.E. **Pesquisa qualitativa**: estudando como as coisas funcionam. Porto Alegre: Penso, 2011.

STRÜBE, M.; TRÖGER, H.; TEPNER, O. SUMFLETH, E. Development of a Pedagogical Content Knowledge test of chemistry language and models. **Educ. quím.**, 25(3), 380-390, 2014

TEPNER, O.; SUMFLETH, E. Postscript. In: HUME, A. et al. **Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science**. Singapura: Springer, 2019.

WILSON, C.D.; BOROWSKI, A.; van DRIEL, J. Perspectives on the Future of PCK Research in Science Education and Beyond. In: HUME, A; COOPER, R.; BOROWSKI, A. **Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science**. Singapura: Springer, 2019.