

O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: OS SABERES DA DOCÊNCIA EM QUESTÃO

The Teaching of Atomic Models in Basic Education: The Teaching Knowledge

Marcel Thiago Damasceno Ribeiro [marcelufmt@yahoo.com.br]

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química - LabPEQ

Av. Fernando Corrêa da Costa, n° 2367, Boa Esperança – Cuiabá – MT CEP: 78.060-960

Terezinha Valim Oliver Gonçalves [tvalim@ufpa.br]

Universidade Federal do Pará – UFPA

Instituto de Educação Matemática e Científica - IEMCI

Rua Augusto Corrêa, n° 1, Guamá – Belém – PA CEP: 66.075-110

Recebido em: 01/10/2017

Aceito em: 27/04/2018

Resumo

O presente artigo é derivado da pesquisa de doutorado intitulada *Saberes Científicos e Pedagógicos de Conteúdo expressos por Professores Egressos do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência em Química da UFMT*, desenvolvida nos anos de 2013 a 2016, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), e se insere no âmbito das pesquisas que buscam aprofundar a compreensão dos Saberes Docentes e Formação de Professores de Química e Iniciação à Docência em Química para a Educação Básica. Nesse sentido, apresento o problema da pesquisa: *Como se configuram e se expressam saberes científicos e pedagógicos de conteúdos químicos subjacentes à docência de professores egressos do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência em Química da UFMT, ao relatarem o ensino de Química que realizam na Educação Básica?* Assumo a Pesquisa Narrativa como método de pesquisa, e esta pesquisa tem como sujeitos quatro pibidianos egressos do curso de Licenciatura em Química da UFMT, campus Cuiabá-MT, que estão atuando como professores de Química na Educação Básica. Concernente ao problema de pesquisa, optei pelos seguintes instrumentos investigativos: *questionário*, tendo em vista a caracterização dos sujeitos; *depoimentos* dos sujeitos envolvidos na pesquisa sob a forma de *entrevista semiestruturada*, registros em áudio do *grupo focal* realizado com os professores egressos. Para analisar os *textos de campo* e produzir os *textos de pesquisa*, adotei a Análise Textual Discursiva. Com o resultado desse artigo observa-se com o episódio de aula dos professores colaboradores que no entrelaçamento entre o Saber Científico e o Saber Pedagógico de Conteúdo, que a linguagem se torna fundamental, pois tanto ela pode ser instrumento para a discussão racional de conceitos químicos altamente matematizados, como pode veicular metáforas realistas, pretensamente didáticas, que obstaculizam o conhecimento científico. Compreendo que não será mantendo o educando preso ao conhecimento aparente do cotidiano, ao realismo das primeiras interpretações, que será possível ensinar Química. Defendo ser importante o duplo e desafiador trabalho de valorizar os conhecimentos prévios do estudante e questioná-los, desconstruindo, dessa forma, os obstáculos epistemológicos, que impedem o aprendizado.

Palavras-chave: Pesquisa Narrativa; Saber Científico e Pedagógico de Conteúdo; Obstáculos Epistemológicos.

Abstract

The present article is derived from the doctoral research entitled *Scientific and Pedagogical Knowledge of Content expressed by Exit Professors of the Program of Initiation to Teaching in Chemistry of UFMT*, developed in the years of 2013 to 2016, in the Graduate Program in Education in Sciences and Mathematics of the Amazonian Network of Education in Science and Mathematics (REAMEC), and is part of the research that seeks to deepen the understanding of Teaching Knowledge and Teacher Training in Chemistry and Initiation to Teaching in Chemistry for Basic Education. In this sense, I present the research problem: *How are scientific knowledge and pedagogical knowledge of chemical contents underlying the teaching of professors who graduated from the Bolsa de Iniciação da Educação em Química da UFMT Program, when they relate the teaching of Chemistry that they carry out in the Basic education?* I assume the Narrative Research as a research method, and this research has as subjects four PIBIDians graduates of the Licentiate degree in Chemistry of the UFMT, Cuiabá-MT campus, who are acting as teachers of Chemistry in Basic Education. Concerning the research problem, I opted for the following investigative instruments: questionnaire, in view of the characterization of the subjects; interviews of the subjects involved in the research in the form of a semi-structured interview, audio records of the focal group performed with the egressed teachers. In order to analyze the field texts and produce the research texts, I adopted Discursive Textual Analysis. With the result of this article it is observed with the class episode of the collaborating teachers that in the interweaving between the Scientific Knowledge and the Pedagogical Knowledge of Content, that the language becomes fundamental, since both it can be instrument for the rational discussion of chemical concepts highly mathematical, as it can convey realistic, allegedly didactic metaphors that hinder scientific knowledge. I understand that it will not be keeping the student Strong to the apparent knowledge of daily life, to the realism of the first interpretations, that it will be possible to teach Chemistry. I believe that the double and challenging work of valuing the student's prior knowledge and questioning them is important, thus deconstructing the epistemological obstacles that impede learning.

Keywords: Narrative Research; Scientific Knowledge and Pedagogical Content; Epistemological Obstacles.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este artigo é proveniente da pesquisa de doutorado, intitulada **Saberes Científicos e Pedagógicos de Conteúdo expressos por Professores Egressos do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência em Química da UFMT**¹, desenvolvida nos anos de 2013 a 2016, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), e se insere no âmbito das pesquisas que buscam aprofundar a compreensão dos Saberes Docentes e Formação de Professores de Química e Iniciação à Docência em Química para a Educação Básica.

Na pauta das discussões sobre a profissionalização docente, várias perspectivas se apresentam tendo em vista os muitos aspectos que incidem sobre o processo da formação docente. Algumas perspectivas apontam para a necessidade de um Código de Ética para o Magistério, para a atomização dessa formação e suas implicações para a profissionalização da docência, os fundamentos da formação no processo inicial e continuado, a importância da relação entre teoria e prática, e a base

¹ Lançarei mão do uso da fonte do texto em negrito quando intenciono chamar a atenção do leitor para algum termo ou expressão.

de conhecimento² que constitui o amálgama dessa formação, conforme discutem autores, tais como Shulman (1986; 1987), Gonçalves e Gonçalves (1998), Gonçalves (2000), Tardif e Lessard (2009), Mizukami (2004), Pimenta (2012); Tardif (2012); Gauthier *et al.* (2013), dentre outros.

Para Therrien (2010), o professor funda o seu trabalho em uma dupla competência oriunda e objeto de sua formação; a competência em um determinado campo disciplinar e a competência no campo pedagógico, ou seja, o saber dos conteúdos e o saber ensinar. Esses conhecimentos são múltiplos e heterogêneos, moldados na relação dialética do saber e do fazer, da teoria e da prática que na ecologia da sala de aula são confrontados com a complexidade da vida da atual sociedade.

Neste sentido, segundo Gonçalves (2000), uma questão de suma importância na formação dos futuros professores de Ciências e Matemática, tanto para o Ensino Fundamental quanto para o Ensino Médio, diz respeito a quais conteúdos (saberes) profissionais são fundamentais para essa formação. O autor complementa que:

Sabe-se que o conteúdo de Ciências e/ou Matemática isoladamente não basta e que os conhecimentos pedagógicos “neutros” e dissociados dos conceitos de nada ou muito pouco ajudam na tarefa docente. Que conhecimentos, então, são fundamentais à prática profissional? Como desenvolvê-los durante a licenciatura? Que estratégias/attitudes de formação seriam necessárias, tanto por parte do formador, quanto do estudante universitário? Como os saberes da ação pedagógica podem ser construídos? (2000, p. 25).

Defendo, com Maldaner (2006), que a atividade docente não deve se restringir somente à aplicação de teorias, métodos, procedimentos e regras ensinadas no curso de licenciatura, porque a prática profissional caracteriza-se pela incerteza, pela singularidade, pelo conflito de valores, pela complexidade, para a qual nenhuma teoria pedagógica pode dar conta de resolver os problemas, constituindo-se, portanto, em práticas que precisam ser investigadas para serem melhoradas.

Diante desses pressupostos e com o objetivo de compreender melhor a base de conhecimento indispensável para a atuação docente dos profissionais em Educação Química, me propus, a investigar os Saberes Científicos e Pedagógicos de Conteúdos Químicos expressos por professores egressos do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência em Química da UFMT. Esses professores egressos tiveram a oportunidade de participar de uma política pública do governo com vistas à iniciação e valorização do magistério. Portanto, parti da premissa de que os sentidos que cada professor egresso do curso de Licenciatura em Química do campus Cuiabá participante do Subprojeto Química do PIBID da UFMT atribui às experiências vividas na sua formação inicial e com a participação nesse programa é subjetivo e vinculado a outras experiências, com outros sentidos (JOSSO, 2009).

A OPÇÃO METODOLÓGICA

Ao me aproximar da pesquisa narrativa, na perspectiva difundida por pesquisadores como Clandinin e Connelly (2011), e Gonçalves (2011), privilegiei a experiência vivida pelos participantes da pesquisa tanto como estudantes, em processo de formação, quanto como docentes, em sua prática de professores de Química.

² “Knowledge base” (base de conhecimento) expressão em inglês empregada, frequentemente, em um sentido amplo, podendo englobar todos os saberes do docente necessários e indispensáveis à atuação profissional: conhecimento do conteúdo, saber experiencial, conhecimento das crianças, conhecimento de si mesmo, cultural entre outros (GAUTHIER *et al.*, 2013, p. 18).

Os pressupostos da pesquisa narrativa possibilitam ao pesquisador a sistematização das experiências vividas pelos professores no contexto educacional relacionando os conhecimentos sobre o que os professores sabem, como produzem seus saberes, como trabalham com o saber produzido. Estes pressupostos proporcionam identificar os conhecimentos utilizados pelos professores no desenvolvimento de suas práticas pedagógicas, e a forma como constroem esses conhecimentos. Além disso, oportunizam ao pesquisador compreender o processo de formação do sujeito, colocando-o em lugar de destaque, como ator principal e autônomo, nas questões relacionadas às suas aprendizagens.

Ao adotar a Pesquisa Narrativa como método de pesquisa, na pesquisa de doutorado, fiz a opção por não analisar a prática pedagógica no chão da escola, mas o **pensamento** desses professores de Química, ao relatarem suas práticas, pressupondo que as concepções expressas, em suas narrativas, se fazem presentes na configuração de suas práticas.

Para o registro de informações da pesquisa, fiz a opção pelos seguintes instrumentos investigativos: i) **questionário I**, cujas respostas me auxiliam a construir a caracterização dos sujeitos; ii) **depoimentos** dos sujeitos envolvidos na pesquisa sob a forma de **entrevista semiestruturada**³; iii) registro em áudio e transcrito do **grupo focal** realizado com os professores egressos.

Em relação ao cenário da pesquisa, este diz respeito ao contexto do Curso de Licenciatura em Química do campus Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso, no qual se inclui o Programa de Bolsa de Iniciação à Docência em Química da mesma universidade. A justificativa pela escolha desse curso de licenciatura e do subprojeto Química-PIBID⁴ está calcada na minha participação efetiva na formação inicial dos licenciados participantes do curso, como professor das disciplinas de Práticas de Ensino de Química (PEQ) e como coordenador do subprojeto Química – PIBID, no período de agosto de 2009 a fevereiro de 2013, participando, assim, das experiências de formação dos sujeitos pesquisados.

Considerando que o meu ingresso como professor no curso de Licenciatura em Química da UFMT ocorreu como substituto, em maio de 2009, e no mês de outubro do mesmo ano tomei posse como professor de carreira na instituição, por meio de concurso público, inicialmente tinha feito a opção de pesquisar as experiências de todos os licenciados em Química formados nos períodos de 2009/1 a 2014/1, pois entendia, de forma primária, que tinha participado das experiências formativas de todos os professores egressos nesse período⁵.

Por compartilhar da mesma compreensão de Fraiha-Martins (2014) de que a pesquisa de cunho qualitativo não traz, em primeiro plano, a quantidade analisada em sua superficialidade, mas

³ A entrevista semiestruturada teve como finalidade colher relatos de experiências, que foram organizadas em três blocos, a saber: I) Depoimento sobre a história de vida; II) Trajetórias de formação inicial e continuada dos egressos e III) Saberes que subjazem à docência dos egressos.

⁴ Sobre esse Programa de Iniciação à Docência, em especial, no curso de Licenciatura em Química do campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso, sugiro a leitura da tese de: RIBEIRO, Marcel Thiago Damasceno. *Saberes Científicos e Pedagógicos de Conteúdo expressos pelos professores egressos do Programa de Bolsas de Iniciação à Docência em Química da UFMT*. 2016. 161f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática), REAMEC, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2016.

⁵ A escolha por esse recorte temporal se deu em virtude de o primeiro semestre de 2009 corresponder a minha entrada como docente na universidade e o primeiro semestre de 2014 para fechamento do período, por eu ter me afastado das minhas atividades acadêmicas para conclusão do doutorado, que vinha sendo cursado em serviço, com acúmulo de funções acadêmicas e administrativas, tanto na graduação como na pós-graduação *lato sensu*. Tendo esse período em mente, fui à busca do quantitativo de professores egressos no Sistema de Informações de Gestão Acadêmica (SIGA) da UFMT e obtive um total de oitenta e oito egressos nesse período, sendo que desse total, vinte e três egressos haviam participado do PIBID em Química da UFMT, dos editais da DEB/CAPES 2007 e 2011, ano em que atuei como coordenador do subprojeto.

sim a análise verticalizada, rigorosa e minuciosa dos sujeitos da pesquisa, compreendendo-os como organismos complexos imersos em um sistema igualmente complexo, dos oitenta e oito professores egressos, decidi investigar os vinte e três professores que participaram do PIBID, no período de 2009 a 2014.

Ao delimitar a participação dos vinte e três professores egressos, e levando em consideração o problema de pesquisa suscitado, a escolha desses professores não poderia ser aleatória ou se justificar somente no fato de terem participado do PIBID. Quero dizer com isso que há o critério da intencionalidade, pois determinados sujeitos podem ser capazes de propiciar informações relevantes ao problema de pesquisa e aos objetivos propostos (FRAIHA-MARTINS, 2014).

Essa intencionalidade investigativa me fez estabelecer outros critérios de seleção definidos, quais sejam: i) professores/egressos que **responderam ao questionário de caracterização**; ii) que **atuaram e/ou estejam atuando com a disciplina de Química no Ensino Fundamental e/ou Médio**; iii) que **estejam residindo em Cuiabá-MT ou Várzea-Grande-MT**; iv) que **se propuserem a participar da presente pesquisa e assinarem o termo de livre consentimento esclarecido**⁶.

Depois de feito o levantamento de quem estava atuando como professor, o passo subsequente foi fazer contato por telefone com os sete professores/egressos, que atendiam os critérios estabelecidos para participar da pesquisa, explicando novamente a finalidade e o objetivo da investigação, e convidando-os para a realização da entrevista semiestruturada. Dos sete professores/egressos habilitados a participar da pesquisa somente **quatro professores/egressos**, sendo todas do gênero feminino, se propuseram a participar. Uma vez aceito o convite, foi feito o agendamento de cada entrevista. Cada uma aconteceu no local de maior conveniência para as entrevistadas, como na escola em que trabalham, bem como na própria residência ou na UFMT. Foi usado nome fictício⁷ (Curie, Mayer, Franklin e Meitner) de escolha do pesquisador para as professoras colaboradoras, de forma a resguardar a identidade de cada uma.

Para analisar os textos de campo e produzir os textos de pesquisa por meio de interpretações, em diálogo com a literatura (CLANDININ e CONNELLY, 2011), assumo a Análise Textual Discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2007), que corresponde a uma metodologia de análise de informações de natureza qualitativa com o propósito de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos, com um movimento interpretativo de caráter hermenêutico, possibilitando novas compreensões sobre as narrativas investigadas.

⁶ Tendo delimitado o perfil dos sujeitos que eu pretendia obter na presente pesquisa, o passo seguinte foi começar a construir os textos de campo. A primeira tarefa foi de aplicar o questionário para caracterizar os sujeitos, e ao catalogar o número de egressos do curso de Licenciatura em Química pelo SIGA/UFMT, obtive acesso aos dados pessoais desses licenciados como os endereços eletrônicos. De posse do endereço virtual dos vinte e três egressos, enviei carta de apresentação da pesquisa, junto com o questionário por e-mail, dando prazo de cerca de 20 dias para que retornassem o questionário respondido. Nesse intervalo de tempo, a fim de fomentar a maior participação de todos, criei um grupo fechado intitulado **Pesquisa do Professor Marcel**, na rede social **Facebook**, pelo qual foram adicionados os vinte e três sujeitos. No grupo da rede social, coloquei a logomarca do subprojeto Química – PIBID, explicando a finalidade e o objetivo da pesquisa que eu estava realizando e manifestando o desejo de contar com a participação de todos. Chegando o dia da entrega do questionário, recebi o retorno de sete professores egressos que haviam devolvido o questionário respondido por e-mail. Fiz uma dilatação de prazo de mais dez dias e obtive mais quatro questionários respondidos, totalizando onze participantes.

⁷ Os nomes fictícios femininos foram dados às professoras referenciando mulheres que definiram novos paradigmas e trouxeram significativas contribuições à ciência. **Marie Curie (1867-1934)** foi vencedora do prêmio Nobel de Química, descobrindo os elementos tório, rádio e polônio, sendo a primeira mulher a ser laureada com o prêmio. **Maria Mayer (1906-1972)** venceu o prêmio Nobel de Física por sua pesquisa sobre a estrutura atômica. **Rosalind Franklin (1920-1958)** considerada uma das maiores biofísicas de todos os tempos com a descoberta do formato helicoidal do DNA, base para as principais descobertas genéticas nos anos que se seguiram. **Lise Meitner (1878-1968)** é considerada a descobridora da fissão nuclear. (CHASSOT, Ático Inácio. *Nomes que fizeram a Química e quase nunca lembrados*. Química Nova na Escola, n.5, Maio, p.21-23, 1997 &http://blogs.ne10.uol.com.br/mundobit/2015/03/07/10-cientistas-mulheres-que-fizeram-historia/).

SABER CIENTÍFICO E PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO QUÍMICO: EPISÓDIO DE AULA DO ENSINO MÉDIO

Um dos autores mais citados, internacionalmente, sempre que se discutem os conhecimentos dos professores, é o norte-americano Lee Shulman⁸. Na linha de pesquisa de Shulman (1986, 1987), sobre conhecimento de professores, ganha destaque entre os conhecimentos docentes o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, da expressão em inglês, Pedagogical Content Knowledge) que, segundo o autor, representaria o conhecimento profissional dos professores. O uso da sigla em inglês se justifica pelo fato dela já ser conhecida na literatura e que é tratada como sinônimo do próprio conceito. Nesse sentido, ao tratar sobre os Conhecimentos/Saberes Pedagógicos de Conteúdos Químicos na pesquisa de tese, adotei a sigla (PCKC, da expressão em inglês, Pedagogical Content Knowledge Chemicals).

Shulman (1986) chama a atenção que dentre os conhecimentos que o professor deve possuir, se verifica a vigilância para a importância do Conhecimento do Conteúdo Específico. O autor, como pesquisador do programa Knowledge Base, dedicou-se a investigar o que sabem os professores sobre os conteúdos que ensinam, quais são as fontes desses conhecimentos, como formam uma base de conhecimentos para a atuação profissional e reflete sobre a prática pedagógica do professor em uma perspectiva entre os conhecimentos/saberes relacionados ao conteúdo e conhecimentos/saberes relacionados ao processo de ensinar.

Fernandez (2015) defende, com base em Shulman (1986, 1987), que a maior competência do professor é a disciplina, pois o professor é sempre professor de alguma disciplina e essa especificidade transparece, principalmente, no conceito de PCK. Ao utilizar-se da terminologia de conhecimentos necessários aos docentes, Shulman (1986) os distingue em três categorias, de acordo com a Figura 1: de conteúdo específico, pedagógico de conteúdo e curricular.

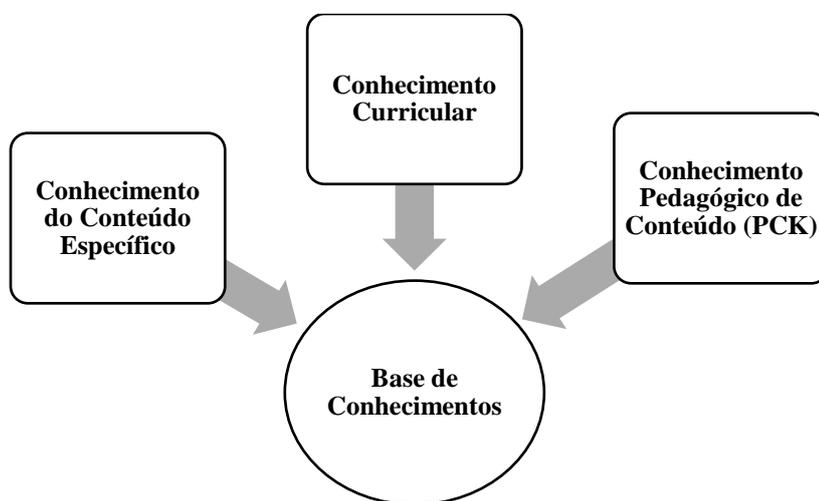


Figura 1: Base de Conhecimentos na Perspectiva de Shulman
Fonte: Ribeiro (2016) baseado em Shulman (1986)

⁸ O leitor interessado poderá obter informações complementares, acerca deste autor e do paradigma perdido, no artigo de: GONÇALVES, Tadeu Oliver; GONÇALVES, Terezinha Valim Oliver. Reflexões Sobre uma Prática Docente Situada: Buscando Novas Perspectivas Para a Formação de Professores. In: FIORENTINI, Dario et al. *Cartografias do Trabalho Docente*. 1.ed. São Paulo: Mercado das Letras, 1998, p. 105-133.

O conhecimento de conteúdo específico refere-se a conteúdos específicos da matéria que o professor leciona. Está pautado nas compreensões de fatos, conceitos, processos, entre outros, de uma área específica. Trata-se, pois, de um conhecimento próprio da área do conhecimento de que é especialista o professor, por exemplo, a Química. A diferença, para Shulman, entre um químico pesquisador e um químico professor de Química, é que o professor precisa transformar o conhecimento próprio do químico em conhecimento compreensível para o educando, dentro do nível de escolaridade em que este se encontra. Esta diferença é que distingue o professor de seu homólogo na área de conhecimento (GONÇALVES e GONÇALVES, 1998).

Já o conhecimento curricular é o conhecimento sobre o currículo, isto é, o conjunto de programas elaborados para o ensino de assuntos específicos e tópicos em um dado nível. Este tipo de conhecimento:

Diz respeito ao conjunto de conteúdos a ser ensinado nos diferentes níveis e séries de escolaridade e os respectivos materiais didáticos a serem utilizados para a obtenção da aprendizagem pretendida. Por exemplo, os diferentes modos de trabalhar o assunto átomo com alunos da 5ª série ou com estudantes de 1ª colegial: a complexidade, a profundidade e a própria linguagem empregada em cada uma dessas situações certamente serão diferentes (GONÇALVES e GONÇALVES, 1998, p. 110).

O conhecimento pedagógico de conteúdo - PCK - é um tipo de conhecimento em que o professor transforma o conteúdo específico em situações de ensino-aprendizagem. Utiliza-se de analogias, demonstrações, experimentações, ilustrações, exemplos e representações, inclusive a sequencição, que implica expor os conteúdos de um mesmo assunto em diferentes tópicos. Nesse contexto, a competência pedagógica está atrelada a um conteúdo específico, que é transformado, levando em consideração as dificuldades dos educandos com esse conteúdo, o contexto, os objetivos, os modos de avaliação, as estratégias instrucionais, o currículo, entre outros.

De acordo com Mizukami⁹ (2004), o PCK é o único conhecimento pelo qual o professor pode estabelecer uma relação de protagonismo, sendo de sua autoria e aprendido no exercício profissional. Concordo com a autora, mas complemento que o PCK deve ser estimulado e trabalhado nos cursos de formação inicial, nas disciplinas de estágio supervisionado, nas regências de Ensino Fundamental ou Médio, por exemplo, ou disciplinas como práticas de ensino em atividades de aulas simuladas, minicursos, atividades experimentais, entre outros. Dessa forma, o licenciando poderá se instrumentalizar para fazer a mediação didática do saber científico (conhecimento químico) para o saber pedagógico de conteúdo químico - PCKC (conhecimento escolar) com o acompanhamento e orientação do professor formador desses licenciandos. Compreendo, também, que existe certo “macete pedagógico” para se ensinar determinados conceitos de Química, por exemplo, só no contexto da experiência profissional o professor vai se aperfeiçoar.

Diante desses pressupostos e com a perspectiva de demonstrar o entrelaçamento entre os saberes científicos, praticados/produzidos pela academia que, na perspectiva de Shulman (1986), podem ser tratados de conhecimento do conteúdo específico, e no contexto desta pesquisa compreendido como o saber disciplinar químico, e os saberes que emergem da prática de ensino e, portanto, saberes que se manifestam na prática docente e, por meio da reflexão dessa prática, que na obra do autor supracitado, corresponde ao **conhecimento pedagógico de conteúdo – PCK**, e aqui assume-se a terminologia de **saberes pedagógicos de conteúdos químicos – PCKC**. O propósito foi a busca de possíveis respostas ao problema de investigação expresso da seguinte maneira: **Como se**

⁹ Mizukami (2004) salienta que embora Shulman não coloque em forma destacada o *conhecimento da experiência* como categoria de base de conhecimento, a experiência está presente em todo o processo de raciocínio pedagógico, a ser considerado a seguir, e é condição necessária (embora não suficiente) para a construção de conhecimento pedagógico do conteúdo por parte do professor.

configuram e se expressam saberes científicos e pedagógicos de conteúdos químicos subjacentes à docência de professores egressos do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência em Química da UFMT, ao relatarem o ensino de Química que realizam na Educação Básica?

O PCKC se refere a um conteúdo específico de um conteúdo da disciplina de Química reelaborado pedagogicamente para os estudantes. Neste artigo foi eleito o conteúdo de **Modelos Atômicos** como mote para demonstrar o entrelaçamento dos Saberes Científicos e PCKC¹⁰ das colaboradoras.

Ao me debruçar nos textos de campo sobre os episódios de aulas de modelos atômicos, para a produção dos textos de pesquisa, foi necessária a compreensão da relação dos saberes científicos ao PCKC pelas professoras colaboradoras também do ponto de vista epistemológico, para tanto recorro ao referencial teórico dos obstáculos epistemológicos propostos pelo filósofo francês Gaston Bachelard (1996).

A seguir, apresento e analiso episódio de aula de Química no Ensino Médio sobre o conceito de **Modelos Atômicos**. Cabe assinalar que para a construção do texto de pesquisa do episódio de aula, foram levadas em consideração três pontos que serviram de lentes para a análise: 1) o conceito químico trabalhado no episódio de aula destinado a estudantes do primeiro ano do Ensino Médio; 2) o conceito de saberes científicos e pedagógicos de conteúdos tomado como apoio à compreensão de Shulman (1986); 3) A perspectiva epistemológica desses conceitos tomada como base a concepção de Bachelard (1996).

Episódios de Aula sobre Modelos Atômicos

Os episódios de aula do Ensino Médio ocorreram com a dinâmica da realização do grupo focal¹¹. Realizei a introdução do assunto, contextualizando às colaboradoras quais eram os focos de interesse da Química para abrir e aquecer o diálogo e foi lançada a seguinte indagação: Conte-me episódios ou situações de uma aula que você tenha vivido sobre Modelos Atômicos na Educação Básica, como ocorreu o planejamento, a introdução, a definição de cada modelo, o desenvolvimento e a avaliação desses conceitos, e a partir daí o diálogo começou a fluir.

Em seguida, são apresentados os textos de pesquisa concernente às narrativas do desenvolvimento da aula de cada colaboradora:

¹⁰ Para acessar essa relação entre esses dois saberes foi algo que se realizou por via de dois instrumentos de registros de informações: uma parte do segmento da entrevista semiestruturada, que versava sobre esse conceito e o grupo focal, que foram denominados de episódios de aula do Ensino Médio.

¹¹ É necessário destacar que no momento do relato do episódio de aula eu não podia tecer nenhum comentário para que não influenciasse as narrativas das colaboradoras, mas como professor formador no andamento desses relatos não me faltou vontade de fazer algum tipo de intervenção. Contudo, após a transcrição desses episódios de aulas com as narrativas orais das colaboradoras, duas semanas depois da realização do grupo focal, eu enviei um e-mail para as colaboradoras com a transcrição dessas narrativas para que elas pudessem ler e verificar se estavam de acordo e que elas poderiam, também, por meio de uma narrativa escrita expressar como elas desenvolviam a aula daquele conceito no Ensino Médio. Minha intencionalidade foi ter uma postura ética com as minhas colaboradoras nas narrativas que serão expostas e para que eu pudesse triangular as narrativas orais com as narrativas escritas, pois eu parti do pressuposto de que muitas vezes no relato oral podemos ficar nervosos e não expressar de forma satisfatória o que pensamos. Tive retorno de todas as colaboradoras com narrativas escritas sobre os episódios de aulas e para minha surpresa a narrativa escrita retratava as mesmas concepções das narrativas orais.

A aula sobre Modelos Atômicos de acordo com a Professora Curie

No episódio de aula da professora **Curie** sobre modelos atômicos, ela revela que gosta de trabalhar com esse conteúdo em virtude da possibilidade de poder trabalhar diversos exercícios como atividades. Dessa forma, reforça que a tendência pedagógica de sua prática profissional está pautada no enfoque da transmissão cultural dos conteúdos como observado no instrumento de acesso ao seu modelo didático. **Curie** se expressa nos seguintes termos: *Como eu tenho trabalhado muito com turmas de primeiro ano, eu gosto muito dos conteúdos de modelos atômicos, Linus Pauling, distribuição eletrônica, porque eu tenho “n” exercícios para trabalhar com eles.*

A professora **Curie** relata que faz o seu planejamento da temática e faz a introdução desses conceitos a partir da História da Química. Entretanto, quando narra como faz com seus educandos, **Curie** não problematiza os diferentes modelos e apesar de mencionar que trabalha a partir da História da Química, ela não põe em evidência a história, como os diferentes modelos foram sofrendo rupturas ou complementações e passa a impressão de que suas aulas se pautam em uma visão aproblemática e ahistórica (GIL-PÉREZ *et al.*, 2005). Veja-se a seguir o registro:

Por se tratar da primeira aula sobre o tema, ela foi planejada para iniciar a partir da História da Química, onde além de contar sobre a descoberta da estrutura atômica, falei também de quem foi cada um dos mentores das teorias. Na introdução, discutimos os aspectos históricos para poder iniciar as discussões sobre o modelo atômico de John Dalton. A partir do momento em que passamos a dialogar sobre os modelos atômicos e os conceitos que são apresentados para cada teoria, passamos a relacioná-los com o cotidiano.

Curie revela na passagem anterior, que relaciona a temática com o cotidiano. Todavia, introduz sua aula sem contextualizar a origem da definição do átomo, e sem problematizar as razões pelas quais, desde a antiguidade, os filósofos já buscarem, por exemplo, uma explicação para a constituição da matéria. Ainda sobre o seu desenvolvimento da aula com a temática, expressa:

Na definição de cada modelo defino assim, o modelo de Dalton os átomos são os componentes principais da matéria, é a menor parte de um elemento. Com o passar dos anos, novas descobertas indicavam que os átomos eram compostos por partículas menores ainda. Assim para Thomson, o átomo consistia em uma esfera positiva e uniforme da matéria, onde os elétrons estavam incrustados. Já o modelo de Rutherford foi a partir de suas pesquisas realizadas com partículas α e a folha de ouro. Rutherford conseguiu explicar que a maior parte da massa do átomo e toda a sua carga positiva estavam localizados em uma região muito pequena e densa, a qual ele chamou de núcleo. O restante do átomo era apenas espaço vazio, com o movimento dos elétrons ao redor do núcleo. Bohr em suas pesquisas, conhecendo a descoberta de Rutherford, chegou à conclusão de que os elétrons não se moviam ao redor do núcleo de maneira aleatório, mas sim em órbitas circulares. Porém, esse movimento circular os faria perder energia, o que explicaria o movimento dos elétrons.

Pode-se observar no excerto acima, no que tange aos saberes científicos (Shulman, 1986), **Curie** mostra que possui domínio dos conceitos de cada modelo, quando expressa os modelos de Dalton, Thomson, Rutherford, porém apresenta um erro conceitual na definição no modelo de Bohr na passagem *esse movimento circular os faria perder energia, o que explicaria o movimento dos elétrons*. O erro conceitual consiste em que não é o movimento circular dos elétrons que os fazem perder energia, mas sim quando os elétrons mudam de uma órbita para outra que eles emitem ou absorvem energia, veja-se a proposição de Bohr (1885-1962): os elétrons giram em torno do núcleo, em órbitas fixas circulares chamadas níveis de energia. Para mudarem de órbita, os elétrons emitem ou absorvem energia.

A mediação didática do saber científico ao saber pedagógico de conteúdo químico é expresso do seguinte modo:

Para que os alunos possam associar os conceitos e as informações teóricas durante as aulas, trabalho com ilustrações no quadro, demonstrando com uma linha do tempo as descobertas e as mudanças que o modelo atômico passou até que se chegasse ao modelo de Bohr. Em uma aula de revisão trabalho animação virtual, onde é possível ver cada um dos modelos discutidos. Por trabalhar em uma escola particular, utilizo a apostila dos alunos e o caderno de exercícios que são adquiridos por eles e a produção em grupo de material didático que represente os modelos discutidos na sala. Além disso, utilizo como material pessoal, livros didáticos do PNLN para o primeiro ano do Ensino Médio e um livro de química geral, de uso no Ensino Superior.

O PCKC de **Curie** para essa temática se configura por meio de ilustrações, de recursos de multimídia, de linha do tempo dos modelos, e a mesma se apoia em vários livros didáticos da Educação Básica ao Ensino Superior para planejar suas aulas.

- A aula sobre Modelos Atômicos na perspectiva da Professora Franklin

No episódio de aula da professora **Franklin** sobre modelos atômicos, ela propõe uma atividade com seus educandos para mostrar que trabalha com modelos para explicar a realidade. Essa atividade, ela denomina de “caixinha misteriosa” e o seu objetivo com os educandos é que com um objeto dentro da caixa os estudantes possam tocar com as mãos e, por meio disso, eles possam elaborar, com desenhos, uma possível explicação para o que eles acham e o que possa ser um suposto objeto. Percebo a sua intencionalidade de trabalhar com o abstrato perpassa de algo concreto e que podem no final trazer possíveis detalhamentos sobre o objeto por meio de modelos. Dessa forma, a professora explica que, da mesma maneira, foram propostos modelos para a explicação dos átomos, mas que são possíveis explicações para uma determinada realidade. Assim relata **Franklin**:

Na aula de introdução ao conteúdo, faço a prática da caixinha misteriosa. Nessa caixa, coloco um objeto (geralmente um brinquedo já usado, que não tenha problemas de ser apalpado para que não machuque o aluno), aviso com antecedência de que o objeto não pode ser retirado da caixa. O objetivo é que eles “sintam” o objeto com as mãos e através disso, eles criam um desenho do que eles imaginam estar dentro da caixa e escrevam suas características. Feito isso, peço que eles exponham seus desenhos e expliquem por que acreditam ser “aquilo”. Pergunto-lhes se é possível afirmar com certeza a respeito do objeto desenhado. A partir daí começamos a falar sobre modelos e as possíveis formas para melhorá-lo.

Prosseguindo a narrativa de sua aula, a professora expressa que dias antes da explicação sobre modelos atômicos ela solicita como “tarefa” uma pesquisa sobre os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr, mas não menciona se orienta seus educandos a como fazerem essa pesquisa e em quais fontes podem buscar o que está sendo solicitado. **Franklin** diz: *Uma aula antes da introdução do conteúdo deixei como “tarefa” uma pesquisa sobre os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr, para ser entregue no caderno, destacando a característica de cada modelo atômico.*

Nas suas aulas, a professora em seus PCKC utiliza-se de analogias e bolinhas de isopor para representar os átomos para explicar os diferentes modelos atômicos, mas também recai nos obstáculos epistemológicos verbais e realistas na perspectiva de Bachelard (1996), quando define que o modelo atômico de Dalton é semelhante a uma *bola de bilhar*, que o modelo de Thomson foi proposto por

ele, quando ele estava com *fome* e ficou conhecido como *pudim de passas* e que o modelo atômico de Bohr é comparado ao *Sistema Solar*.

Na explicação dos saberes científicos, a professora possui domínio dos conceitos em que está trabalhando, contudo, ela os expressa de uma forma aproblemática, ahistórica e acumulativa (Gil-Pérez *et al.*, 2005), não evidenciando em que momento se deu a ruptura do modelo de Dalton com o de Thomson, bem como a complementação dos modelos de Rutherford e Bohr. Veja-se a exposição:

Na aula seguinte verifico a pesquisa que foi feita no caderno e explico sobre cada modelo atômico destacando cada cientista. Para explicar o modelo atômico de Dalton utilizo umas bolinhas (que é utilizado na aula do terceiro ano para trabalhar ligações dos compostos orgânicos), no modelo atômico de Dalton os átomos são esferas maciças, rígidas e indivisíveis. Átomos com as mesmas propriedades constituem um elemento químico e elementos diferentes são constituídos por átomos com propriedades diferentes. Depois de muitas aulas sobre o assunto percebi que com essas bolinhas fica mais fácil para eles assimilarem o conceito de átomo e o de elemento químico. Ai eu defino que o átomo de Dalton é semelhante a uma bolinha de bilhar.

Destaco que o modelo de Dalton não leva em consideração que os átomos são constituídos de cargas elétricas, sendo necessário um novo modelo que atenta a essa necessidade. Thomson na hora que criou o seu modelo estava como fome e o seu modelo atômico ficou conhecido como pudim de passas. O modelo atômico de Thomson consiste em uma esfera carregada positivamente e que elétrons de carga negativa ficam incrustados nela.

Para explicar o Modelo atômico de Rutherford-Borh eu digo que o átomo não era como se pensava até então uma esfera rígida ou um pudim, mas que ele tem espaços vazios semelhante ao Sistema Solar. Ai faço a definição que o átomo é composto por um pequeno núcleo carregado positivamente e rodeado por uma grande eletrosfera, que é uma região envolta do núcleo que contém elétrons. No núcleo está concentrada a carga positiva e a maior parte da massa do átomo. Como eles fizeram a pesquisa, comento de forma geral como foi feito o experimento. Faço o desenho no quadro do modelo atômico para explicar o núcleo e suas partículas (prótons e nêutrons) e a eletrosfera com os elétrons. Bohr representa os níveis de energia, cada elétron possui a sua energia. É comparado às orbitas dos planetas do Sistema Solar, onde cada elétron possui a sua própria órbita. Cada órbita representa uma camada eletrônica. Na aula seguinte trabalhamos exercícios sobre o assunto.

Ao acessar a intencionalidade da prática pedagógica da professora **Franklin**, através do instrumento do modelo didático como demonstrado na seção anterior, compreendo que ela se situa no contexto do construtivismo. Contudo, a professora em vários aspectos apresentou visão eclética sobre diferentes modelos didáticos. A proposta de trabalhar com construção de modelos com a prática da *caixinha misteriosa* indica a iniciativa da perspectiva construtivista ao trabalhar com saberes científicos, mas, ao final, a professora expressa que finaliza sua aula com resoluções de exercícios sobre os modelos atômicos como uma forma de memorizar os conhecimentos que foram transmitidos. **Franklin** diz: *Na aula seguinte trabalhamos exercícios sobre o assunto.*

- A aula sobre Modelos Atômicos segundo a Professora Mayer

No episódio de aula da professora **Mayer** sobre modelos atômicos, a mesma revela logo de início como configura o seu PCKC ao trabalhar com esses conceitos, mostrando que utiliza cartazes com ilustrações de cada modelo, bolinhas de isopor para fazer a representação dos átomos e simuladores de cada modelo atômico na internet. **Mayer** se expressa do seguinte modo:

As minhas aulas sobre modelos atômicos eu começo daquele princípio da evolução de Dalton, Thomson e vai indo... De forma bem tradicional mesmo, e os alunos gostam de

cartazes. Daí eu faço cartazes para trabalhar com os modelos atômicos. Além dos cartazes, eu utilizo bolinhas de isopor para representar os átomos e uso simuladores dos modelos atômicos de forma on-line para os alunos visualizarem.

Pode-se observar, também, no relato da professora **Mayer**, que ela trabalha de uma forma apromblemática, ahistórica e acumulativa como aponta Gil-Pérez *et al.* (2005), e que o faz também de uma maneira “*bem tradicional*”. No acesso ao modelo didático de **Mayer**, mesmo apontando que a intencionalidade de sua prática pedagógica encontra-se no contexto do construtivismo se observa que a mesma possui uma visão eclética de vários modelos didáticos, que justifica nesse contexto quando a professora anuncia que trabalha sob o enfoque tradicional. **Mayer** diz: *No final de toda a explicação eu faço exercícios específicos de cada modelo como forma de fixação.*

Em relação aos saberes científicos dessa temática, a professora apresenta uma visão acumulativa de crescimento linear, não evidencia claramente as rupturas que aconteceram em cada modelo, mas implicitamente mostra a complementação do modelo atômico de Rutherford-Bohr e, também, não faz menção ao modelo atômico quântico ao trabalhar a definição de cada conceito. Continuando, **Mayer** assim se manifesta:

O modelo de Dalton, apresento os postulados propostos por Dalton e defino como a bola de bilhar. Quando eu explico o modelo de Thomson e aponto as diferenças não apresentadas pelo modelo atômico de Dalton. E apresento o modelo atômico de Thomson como pudim de passas. No modelo atômico de Rutherford, eu explico os desvios das partículas alfas e no de Bohr os níveis de energia, quando eu falo do átomo de Bohr eu explico como funciona os fogos de artifícios que são soltos nas festas de Santos em Poconé, e ai eles vão entendendo. Passo a definição do modelo atômico de Rutherford-Bohr como o modelo atômico planetário.

No excerto acima, levo em consideração que não observei aulas da professora. Estou considerando os relatos que cada uma faz de sua prática. Essa condição me dá possibilidade de levantar indícios sobre possíveis obstáculos epistemológicos no desenvolvimento de sua aula, caso a realize tal qual relatou no excerto anterior, uma vez que o emprego indiscriminado de termos científicos, sem distinguir seus significados em relação aos termos da linguagem comum, pode não apenas impedir o domínio do conhecimento científico, como também cristalizar conceitos errados, o que Bachelard (1996) chama de verdadeiros obstáculos à abstração, denominando de obstáculo verbal.

O obstáculo verbal é a falsa explicação obtida com a ajuda de uma palavra explicativa, nessa estranha inversão que pretende desenvolver e analisar um conceito, em vez de inserir um conceito particular em uma síntese racional. Observam-se possíveis obstáculos verbais na passagem da narrativa da professora **Mayer**, quando define apenas o modelo atômico de Dalton como a bola de bilhar, como se a bola de bilhar, por si só, fosse o suficiente para explicar que se trata de uma esfera maciça e indivisível e quando a professora define também o modelo atômico de Thomson, apenas pela palavra pudim de passas.

Para Bachelard (1996), o realismo é a única filosofia inata que norteia o pensamento do senso comum, sendo capaz de instituir a ciência do geral, do superficial. Na concepção realista, conhecer um objeto ou um conceito é poder descrevê-lo, apresentar suas prioridades, encaradas como fundamentalmente intrínsecas a ele. A razão do realista não encontra espaço para se aplicar, pois todo seu ser resiste à abstração. Com isso, pode-se expressar que também se pode identificar possíveis obstáculos realistas na narrativa da professora **Mayer**, quando a professora define o modelo atômico de Rutherford-Bohr com a metáfora de modelo atômico planetário. Dessa forma, a força da metáfora se sobrepõe à discussão racional desse modelo atômico proposto.

- A aula sobre Modelos Atômicos conforme a Professora Meitner

No episódio de aula da professora **Meitner** sobre modelos atômicos, ela, de início, me deixa perceber que o que conduz a sua prática pedagógica é o livro didático. A professora, para acessar o saber científico aos seus estudantes em seu PCKC utiliza-se de histórias, figuras, imagens, analogias e pesquisas em internet. **Meitner** se expressa nos seguintes termos:

Eu trabalho com o livro didático, justamente pelo fato de contar histórias dos modelos atômicos, e eu gosto de trabalhar com a visualização dos alunos, também. e então, eu vou para a internet com eles para fazer pesquisa, daí eu encontro na internet vários vídeos que trabalham os diferentes modelos atômicos com as figuras, imagens e vidas de cada cientista.

A professora **Meitner** tenta trabalhar os modelos atômicos em uma perspectiva problemática e histórica, mas não explica com detalhes como se originou e em qual perspectiva atua em cada modelo, quais sofreram rupturas ou complementações. **Meitner** diz: *Nas aulas sobre modelos atômicos eu explico a evolução de cada modelo de modo que os alunos percebam através da História da Química, como esses modelos são aprimorados ou até mesmo substituídos para explicar melhor um fenômeno.*

No que tange os saberes científicos dessa temática, **Meitner** manifesta apresentar domínio dos conceitos, mas também recai em obstáculos epistemológicos verbais e realistas como proposto por Bachelard (1996), quando expressa que o modelo de Thomson ficou conhecido como *pudim de passas* e o modelo de atômico de Bohr ficou conhecido como o *modelo atômico do Sistema Solar*, ficando só no nível da metáfora e não fazendo a devida ruptura do senso comum com o saber científico. Eis sua narrativa:

Na teoria atômica de Dalton eu explico que Dalton considera o átomo maciço, indivisível, e explico o conceito de elemento químico. No modelo atômico de Thomson ele foi responsável pela descoberta dos elétrons e da radioatividade e o seu modelo atômico ficou conhecido como pudim de passas. Para o modelo atômico de Rutherford eu explico o experimento que ele fez a partir do bombeamento de finíssimas placas de ouro com partículas alfa para a descoberta do núcleo do átomo. E o modelo de Bohr, como ele compreende a natureza da luz nos espectros de emissão e absorção da luz e que o seu modelo ficou conhecido como o modelo atômico do Sistema Solar.

No acesso à intencionalidade da prática pedagógica da professora **Meitner** compreendo que ela assume um *enfoque de transmissão cultural dos conteúdos*, o que reforça com a passagem da finalização de sua aula somente com resolução de exercícios. A este respeito, **Meitner** diz: *Como atividade final, eu faço exercícios de cada modelo.*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos episódios de aula sobre modelos atômicos, posso constatar mais proximidades que diferenças entre as narrativas de aulas das professoras colaboradoras da pesquisa. Em relação à diferença, a única professora que não expressou em sua aula possíveis obstáculos epistemológicos foi a professora **Curie**, mas isso não significa que a referida professora não precise estar vigilante epistemologicamente. Outra diferença foi a tarefa preparatória para a introdução do assunto pela professora **Franklin**, que pediu aos estudantes para pesquisar a respeito na aula anterior. E entre as aproximações, posso destacar os seguintes aspectos:

- Todas as professoras expressaram certo domínio do saber científico sobre a temática trabalhada, ao relatar os episódios de aula;

- O PCKC se configura de diferentes maneiras, tais como analogias, ilustrações, cartazes, vídeos, entre outros;

- Todas apresentaram indícios de uma prática docente em perspectiva aproblemática e ahistória, mesmo quando, em seu relato, diziam considerar aspectos históricos da Ciência. Gil-Pérez *et al.* (2005) mostram que o fato de transmitirmos conhecimentos já elaborados conduz a ignorar quais foram os problemas que se pretendiam resolver, qual tem sido a evolução de ditos conhecimentos, as dificuldades encontradas entre outros;

- Nenhuma professora levou em consideração os conhecimentos prévios de seus educandos; talvez a professora **Franklin** tenha intencionado a constituição de tais conhecimentos em seus alunos, ao solicitar pesquisa prévia sobre modelos atômicos em aula anterior à sua explicação;

- Nenhuma professora fez a introdução da aula fornecendo justificativas para estudarmos os modelos atômicos e para qual finalidade;

- Todas demonstraram necessidade de uma reflexão epistemológica na construção e trabalho desses conceitos;

- Em certo ponto, todas narraram suas aulas em uma visão acumulativa do conhecimento que, no ponto de vista de Gil-Pérez *et al.* (2005), trata-se de uma visão simplista à qual o ensino costuma contribuir, ao apresentar as teorias hoje aceitas sem mostrar o processo de seu estabelecimento e sem se referir às frequentes confrontações entre teorias rivais;

- As explicações de suas aulas narradas não dão indícios de uma possível e necessária ruptura epistemológica do senso comum com o saber científico;

- Do ponto de vista didático, para trabalhar com os conceitos em Química é útil distinguir três aspectos do conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional, conforme Machado e Mortimer (2007). Observa-se que nas narrativas desse episódio de aula, o aspecto teórico prevaleceu, e o fenomenológico e representacional não foram destacados.

Ao responder a indagação propulsora da pesquisa de doutorado empreendida, compreendo que os saberes científicos foram expressos com uma carência de reflexão epistemológica dos conceitos químicos trabalhados e os saberes pedagógicos de conteúdos químicos se configuraram, muitas vezes, em possíveis obstáculos epistemológicos para o processo de ensino-aprendizagem em Química na Educação Básica. Sendo assim, finalizo este artigo com o ensinamento de Morin (2011) de que o conhecimento científico foi durante muito tempo e, com frequência, ainda continua sendo concebido como tendo por obrigação dissipar a aparente complexidade dos fenômenos, a fim de revelar a ordem simples a que elas obedecem. A complexidade em se trabalhar com o conhecimento científico suporta uma pesada carga semântica, pois traz em seu seio confusão, incerteza, desordem. Para Morin (2011, p. 5):

É complexo o que não pode se resumir numa palavra-chave, o que não pode ser reduzido a uma lei nem a uma ideia simples. Em outros termos, o complexo não pode resumir à palavra complexidade, referir-se a uma lei da complexidade, reduzir-se à ideia de complexidade.

O pensamento complexo para trabalhar o conhecimento científico aspira ao conhecimento multidimensional e implica o reconhecimento de um princípio de incompletude e de incerteza. Dessa

forma, conclui-se que os desafios de ensinar não se referem apenas a Química, esses desafios são sociais e culturais associados ao currículo como um todo. Especificamente, no que se refere à ciência Química, por exemplo, há uma acentuada marca empírico-positivista, as inúmeras dificuldades de trabalho com a abstração, a permanência de uma visão cientificista e a mitificação da prática real da produção do conhecimento científico. Essas questões, contudo, não se desvinculam da problemática mais ampla referente ao saber pedagógico de conteúdo químico. Por isso, entendo com Lopes (2007), serem necessários processos de transformação que atinjam não apenas o conhecimento escolar químico na forma do saber pedagógico de conteúdo químico, mas também as práticas curriculares e científicas.

Pode-se observar com os episódios de aulas das professoras colaboradoras que a linguagem se torna fundamental, pois tanto ela pode ser instrumento para a discussão racional de conceitos altamente matematizados, como pode veicular metáforas realistas, pretensamente didáticas, que obstaculizam o conhecimento científico.

Compreendo que não será mantendo o educando preso ao conhecimento aparente do cotidiano, ao realismo das primeiras interpretações, que será possível ensinar Química. Defendo ser importante o duplo e desafiador trabalho de valorizar os conhecimentos prévios do estudante e questioná-los, desconstruindo, dessa forma, os obstáculos epistemológicos, que impedem o aprendizado.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. *A Formação do Espírito Científico*. Tradução: Estela dos Santos Abreu. 1. ed. 10. reimpressão. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

CLANDININ, D. J; CONNELLY, F. M. *Pesquisa Narrativa: experiência e história em pesquisa qualitativa*. Tradução: Grupo de Pesquisa Narrativa e Educação de Professores IEEL/UFU. Uberlândia: EDUFU, 2011, 250 p.

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

FRAIA-MARTINS, F. *Significação do Ensino de Ciências e Matemática em Processos de Letramento Científico-Digital*. 2014. 189 f. Tese (Doutorado em Educação), Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará. Belém, 2014.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: Um requisito essencial para a renovação da educação científica. In: CACHAPUZ, A. *et al.* (orgs.). *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005, p. 37-70.

GONÇALVES, T. V. O. *Ensino de Ciências e Matemática e Formação de Professores: marcas da diferença*. 2000. 273 f. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2000.

_____. A Pesquisa Narrativa e a Formação de Professores: Reflexões sobre uma Prática Formadora. In: CHAVES, S; BRITO, M. dos R. de (Org). *Formação e Docência: Perspectivas da Pesquisa Narrativa e Autobiográfica*. 1.ed. Belém: CEJUP, 2011, p. 53-76.

GONÇALVES, T. O. *Formação e Desenvolvimento Profissional de Formadores de Professores: O Caso dos Professores de Matemática da UFPa*. 2000. 206 f. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2000.

GONÇALVES, T. O; GONÇALVES, T. V. O. Reflexões Sobre uma Prática Docente Situada: Buscando Novas Perspectivas Para a Formação de Professores. In: FIORENTINI, D. *et al.* (orgs.). *Cartografias do Trabalho Docente*. 1.ed. Campinas,SP: Mercado das Letras, 1998, p. 105-133.

JOSSO, M. C. O caminhar para si: Uma perspectiva de formação de adultos e de professores. *Revista @mbienteeducação*. São Paulo, v. 2, n. 2, p. 136-139, ago/dez 2009.

LOPES, A. C. *Currículo e Epistemologia*. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2007.

MACHADO, A. H, MORTIMER, E. F. Química para o Ensino Médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: ZANON, L.B., MALDANER, O. A.(Orgs.) *Fundamentos e propostas de ensino de Química para a educação básica no Brasil*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007, p. 22-41.

MALDANER, O. A. *A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química*. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

MIZUKAMI, M. G. N. Aprendizagem da Docência: Algumas Contribuições de L. S. Shulman. *Revista Educação*, Santa Maria. n.02, v. 29, p. 33-49, 2004.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

MORIN, E. *Introdução ao Pensamento Complexo*. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

RIBEIRO, M. T. D. *Saberes Científicos e Pedagógicos de Conteúdo expressos pelos professores egressos do Programa de Bolsas de Iniciação à Docência em Química da UFMT*. 2016. 161f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática), REAMEC, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2016.

SHULMAN, L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, n.02, v. 15, p. 4-14, fev. 1986.

_____. Knowledge and teaching: foundations of a new reform. *Havard Educational Review*, n.01, v. 57, p. 1-22, 1987.

TARDIF, M; LESSARD, C. (Org). *O Ofício de Professor História, Perspectivas e Desafios Internacionais*. 3.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

TARDIF, M. *Saberes Docentes e Formação Profissional*. 13.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

TERRIEN, J. Da Epistemologia da Prática à Gestão dos Saberes no Trabalho Docente: Convergências e Tensões nas Pesquisas. In: DALBEN, A; DINIZ J.; SANTOS, L. (Org). *Convergências e Tensões no Campo da Formação e do Trabalho Docente*. XV ENDIPE. Belo Horizonte: Autêntica, 2010, p. 307-323.