

Desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo por meio da implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica

Milena Alves¹, Amadeu Moura Bego², Sílvia Regina Quijadas Aro Zuliani³

¹Mestra em Química e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências.

 <https://orcid.org/0000-0002-7867-7877>

²Professor da Universidade Estadual Paulista - Instituto de Química de Araraquara. É coordenador do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede (PROFQUI-Araraquara) e líder da Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química (RIPEQ).

 <https://orcid.org/0000-0001-9182-1987>

³ Professora da Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências.

 <https://orcid.org/0000-0001-9523-4042>

Development of the Pedagogical Content Knowledge by the implementation of a Multistrategic Didactic Unit

Informações do Artigo

Recebido: 04/06/2021

Aceito: 10/05/2022

Palavras-chave:

Formação inicial de professores;
Conhecimento Pedagógico do
Conteúdo; Ensino de Química.

Key words:

Teacher education; Content
Pedagogical Knowledge; Chemistry
teaching

E-mail: milena.alves1@unesp.br

ABSTRACT

This article, part of a broader doctoral research, aims, through a qualitative case study, to investigate the development of the PCK of "isolations of interactions between particles" of undergraduates in Chemistry after going through the process of implementing a Multistrategic Didactic Unit (UDM) in a teacher training course. Therefore, based on the assumptions of content analysis, the responses of a chemistry teacher to the questions of CoRe, a validated instrument for accessing the teachers' PCK, were analyzed. The results are very promising and act positively impacting the licensee's PCK, through the development of PCK components, according to the adopted framework. It was possible to notice that the student developed some knowledge, such as: Knowledge of Science Curriculum, Knowledge of Instructional Strategies, Knowledge of Assessment in Science Teaching, and Knowledge of Students' Comprehension.

INTRODUÇÃO

Uma das questões centrais do trabalho docente diz respeito aos conhecimentos que diferenciam o professor como profissional de ensino de outros profissionais. Nesse contexto, emergem estudos (GAUTHIER, et al., 1998; GIL PÉREZ, CARVALHO, 2011; SHULMAN, 1987; 1987; TARDIF, 2007) que abarcam os conhecimentos necessários à profissão docente. Entre os

conhecimentos apresentados nos referidos estudos, destaca-se o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, do inglês, *Pedagogical Content Knowledge*).

Shulman (1986) define o PCK como o amálgama entre o conteúdo e a pedagogia, a forma especial de compreensão profissional dos professores. Assim, esse conhecimento inclui formas de representação, analogias, ilustrações, exemplos e demonstrações que são utilizadas pelos docentes para ensinar determinado conteúdo.

Ao longo dos anos, outros autores interessados nos conhecimentos específicos dos professores desenvolveram diferentes modelos que explicam o que é o PCK (FERNANDEZ, 2015), dentre os quais o modelo de Magnusson, Krajcik e Borko (1999) utilizado neste trabalho. A escolha por esse modelo se justifica em virtude desse fornecer uma descrição mais completa e detalhada dos conhecimentos necessários ao professor de Química/Ciências.

Atualmente, o PCK tem se destacado entre os conhecimentos dos professores por consistir em um conhecimento complexo que os professores devem possuir a fim de facilitar a aprendizagem dos alunos. Nesse contexto, a investigação do desenvolvimento do PCK é de grande importância para subsidiar a elaboração de currículos e propostas de formação inicial e contínua de professores (FERNANDEZ, 2015).

No contexto das disciplinas de estágio, também, Goes, Nogueira e Fernandez (2018) realizaram um estudo sobre a importância desses espaços para a construção do PCK. Segundo os autores, o estágio configura-se como um espaço rico de reflexão que possibilita o diálogo entre a teoria e prática, um processo importante na formação de professores e necessário para o desenvolvimento do PCK.

Assim, devido a importância de investigações acerca do desenvolvimento do PCK, este trabalho é parte de uma pesquisa mais ampla de doutorado e, particularmente, objetiva investigar o desenvolvimento do PCK sobre “forças de interações entre as partículas” de licenciandos em Química após passarem pelo processo de implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica (UDM) em uma disciplina de formação de professores.

Uma definição para o conceito de PCK

Magnusson, Krajcik e Borko (1999) desenvolveram uma proposta de PCK (**Figura 1**) em que o foco principal é o desenvolvimento do PCK em professores de Ciências. Tal modelo é baseado no modelo de Grossman (1990), com algumas modificações e adição do componente conhecimento da avaliação no Ensino de Ciências.

Os componentes do PCK segundo os autores são cinco:

- i) **Orientações para o Ensino de Ciências**, que Grossman (1990) designou como conhecimento dos propósitos para ensinar o conteúdo. Uma orientação representa uma maneira geral de visualizar ou conceituar o Ensino de Ciências. Os autores apresentam nove orientações para o Ensino de Ciências (**Quadro 1**): rigor acadêmico, didática, processo, mudança conceitual, ciência baseada em projetos,

descoberta, ensino por investigação, atividade dirigida, investigação e investigação orientada, todas voltadas para o Ensino de Ciências;

Quadro 1. Características da instrução nas diferentes orientações para o Ensino de Ciências, segundo Magnusson, Krajcik e Borko (1999).

Orientação	Caraterísticas das instruções
Processo	Professor apresenta aos alunos o processo de raciocínio empregado pelos cientistas para adquirir novos conhecimentos. Os alunos participam de atividades que desenvolvem o processo de pensamento e habilidades de pensamento integradas.
Rigor Acadêmico	Os alunos são desafiados com problemas e atividades difíceis. Trabalhos de laboratório e demonstrações são usados para demonstrar os conceitos científicos demonstrando a relação entre os determinados conceitos e os fenômenos.
Didática	O professor apresenta a informação, geralmente através de palestra ou discussão, e as perguntas direcionadas aos alunos têm o propósito de fornecer um suporte justificável para o conhecimento dos fatos produzidos pela Ciência.
Mudança conceitual	Os estudantes são forçados a explicar suas visões sobre o mundo e a considerar as explicações alternativas mais idôneas. O professor facilita a discussão e o debate para estabelecer a validade das afirmações do conhecimento.
Atividade dirigida	Os estudantes participam de uma série de atividades utilizadas para verificar e descobrir. A seleção das atividades pode não ser conceitualmente coerente, se os professores não compreendem o propósito particular das atividades e, como consequência, omite ou modifica inapropriadamente aspectos críticos delas.
Descoberta	Centrada no aluno. O aluno explora o mundo natural seguindo seus interesses e descobrindo padrões de como o mundo se comporta em suas explorações.
Ciência baseada em projetos	Centrado no projeto. A atividade do professor e do estudante gira em torno de uma questão impulsionadora que organiza conceitos e princípios, e impulsiona atividades dentro de um tópico de estudo. Por meio da investigação, os alunos desenvolvem uma série de artefatos (produtos) que refletem seus entendimentos.
Investigação	Centrada na investigação. O professor apoia aos alunos na definição e investigação dos problemas, tirando conclusões e avaliando a validade do conhecimento a partir de suas conclusões.
Investigação-guiada	Centrada na comunidade de aprendizagem. O professor e os alunos participam na definição e investigação dos problemas, na determinação dos padrões, inventando e testando explicações e avaliando a utilidade da validade de seus dados e a adequação de suas conclusões. O professor apoia os esforços dos alunos em utilizar os materiais e as ferramentas intelectuais da Ciência com vistas ao uso independente das mesmas.

Fonte: Magnusson, Krajcik e Borko (1999, p. 101, tradução livre).

- ii) **Conhecimento do currículo de Ciências** relaciona-se ao conhecimento dos professores acerca do que os estudantes têm aprendido em anos anteriores e o que se espera que eles aprendam nos anos posteriores;
- iii) **Conhecimento da avaliação no Ensino de Ciências** consiste no conhecimento das dimensões da aprendizagem científica que são importantes para avaliar e no conhecimento das estratégias pelas quais essa aprendizagem pode ser avaliada (testes escritos, exames práticos em laboratório);

- iv) **Conhecimento da compreensão dos alunos sobre Ciências** refere-se ao conhecimento que os professores devem ter sobre os alunos, a fim de ajudá-los a desenvolver conhecimentos científicos específicos;
- v) **Conhecimento das estratégias instrucionais** envolve o conhecimento de estratégias específicas que são úteis para ajudar os alunos a compreenderem os conceitos específicos da Ciência.

Segundo o modelo, se o professor possui tais domínios do conhecimento, possivelmente terá um PCK correspondente e desenvolverá uma prática profissional significativa.

Para Magnusson, Krajcik e Borko (1999), o PCK é uma construção que se desenvolve através dos processos de planejamento, reflexão e ensino da matéria específica. Assim sendo, essa construção representa uma ferramenta que permite definir, indagar e desenvolver variados conhecimentos que são fundamentais na formação do professor. Do ponto de vista prático, o valor do PCK permite definir importantes dimensões da experiência do professor que podem ser relevantes tanto nos programas de formação inicial quanto continuada de professores.

A **Figura 1** apresenta o modelo de PCK proposto pelos autores, bem como a relação entre seus 5 componentes.

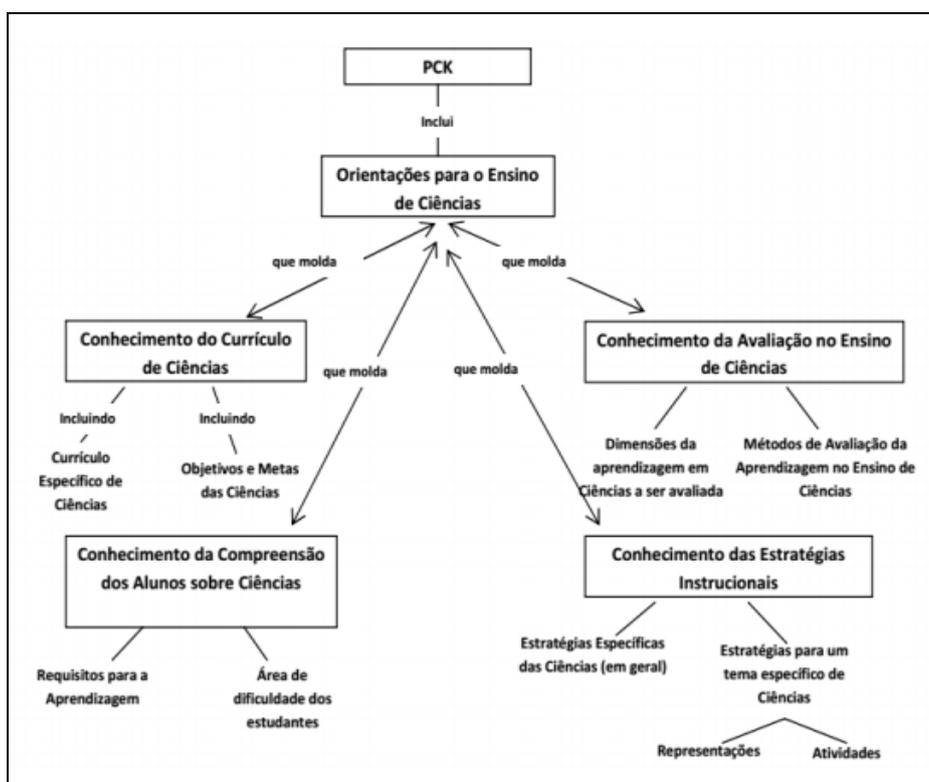


Figura 1. Componentes do PCK, segundo Magnusson, Krajcik e Borko (1999)

Fonte: Fernandez (2015, p. 513).

O conceito de Unidades Didáticas Multiestratégicas

A UDM é um modelo de planejamento que abrange a integração, de modo organizado e sequenciado, de um conjunto de estratégias didáticas e de avaliação de acordo com objetivos de aprendizagem previamente definidos e delimitados a partir de uma dada abordagem metodológica (BEGO, FERRARINI, MORALLES, 2021).

O modelo da UDM baseia-se nos pressupostos de organização de uma UD proposta por Sanmartí (2002) e das tarefas de planejamento de uma UD definidas por Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993). A UDM se insere, também, no contexto de defesa da necessidade de abordagens plurais para o processo de ensino e aprendizagem (SANMARTÍ, 2002).

Os procedimentos para o planejamento de uma UDM foram sistematizados por BEGO, Ferrarini, Morales (2021) e estão esquematizados na **Figura 2**. Como é possível notar, é necessária a realização de 7 tarefas: **a caracterização do contexto da intervenção didático-pedagógica; a análise científico-epistemológica; a análise didático-pedagógica; a definição de uma abordagem metodológica; a seleção de objetivos; a seleção de estratégias didáticas; e a seleção de estratégias de avaliação.** A elaboração da UDM deve, ainda, estar baseada na concepção de que não são atividades pontuais e isoladas que promovem a aprendizagem, mas sim, a estruturação fundamentada teórica e metodologicamente de um processo de ensino e aprendizagem (BEGO, FERRARINI, MORALLES, 2021).

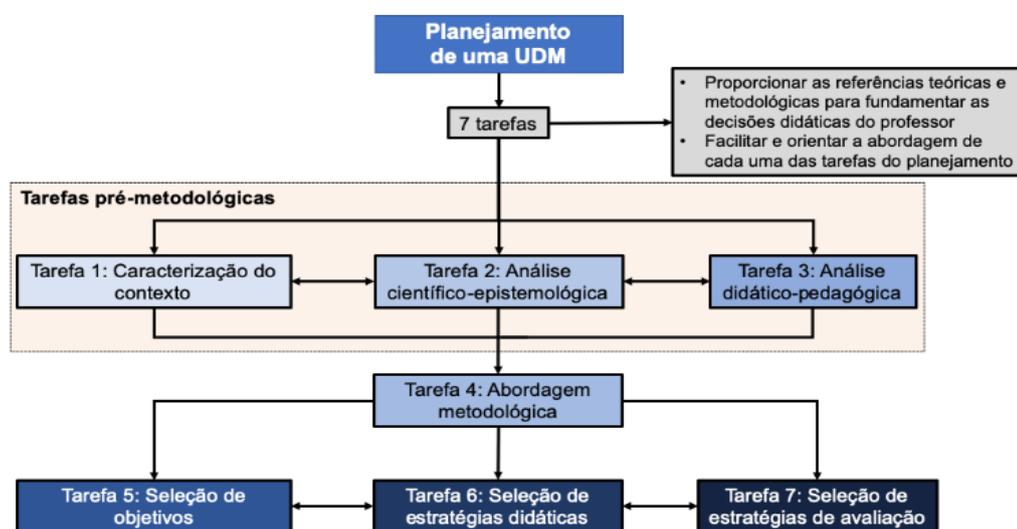


Figura 2. Esquema elaboração de uma Unidade Didática Multiestratégica (UDM)

Fonte: Bego, Ferrarini e Morales (2021, p. 17).

As tarefas, os objetivos e procedimentos envolvidos no planejamento de uma UDM estão descritos e organizados no **Quadro 2**.

Quadro 2. Objetivos e procedimentos das tarefas para o planejamento de uma UDM.

Tarefa	Objetivos	Procedimentos
Caracterização do contexto	<ul style="list-style-type: none"> - Racionalização do contexto de atuação - Identificação de condicionantes da prática pedagógica - Identificação de problemas práticos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caracterização da unidade escolar 2. Caracterização da turma 3. Caracterização dos estudantes
Análise científico-epistemológica	<ul style="list-style-type: none"> - Estruturação dos conteúdos de ensino - Atualização científica do professor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar os conteúdos 2. Identificar o perfil conceitual ou histórico de desenvolvimento do(s) conceito(s) principal(is) 3. Definir o esquema conceitual da unidade
Análise didático-pedagógica	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitação dos condicionantes de aprendizagem: adequação ao estudante 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantamento das concepções prévias 2. Delimitar os obstáculos epistemológicos 3. Explicitar as implicações para o ensino
Abordagem metodológica	<ul style="list-style-type: none"> - Conscientização sobre a concepção de ensino e aprendizagem a ser adotada - Explicitação de uma visão de ciência - Definição dos propósitos e expectativas para o ensino de química em determinado nível de ensino 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicitar os princípios psicopedagógicos da abordagem metodológica adotada 2. Delimitar os papéis desempenhados por professor e alunos no processo de ensino e aprendizagem 3. Definir a finalidade do ensino de química na educação formal 3. Descrever a visão de ciência assumida e suas implicações para o ensino
Seleção dos objetivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reflexão sobre as potenciais aprendizagens dos alunos 2. Estabelecimento de referências para o ensino e a avaliação 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Considerar conjuntamente as Tarefas de 1 a 5. 2. Definir e delimitar prioridades e hierarquizá-las
Seleção das estratégias didáticas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinação das estratégias e da melhor forma de sua estruturação e sequenciamento 2. Definição das tarefas a realizar por professor e estudantes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Considerar a abordagem metodológica e os objetivos de aprendizagem delimitados 2. Planejar a sequência global de ensino 3. Selecionar as estratégias didáticas 4. Elaborar materiais de aprendizagem 5. Prever recursos didáticos necessários
Seleção de estratégias de avaliação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avaliação das aprendizagens dos alunos 2. Referências para ajustes e reorganizações do processo de ensino 3. Avaliação da própria UDM 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar o conteúdo da avaliação 2. Determinar atividades e momentos de atividades avaliativas e devolutivas para os estudantes 3. Planejar instrumentos para a coleta de informações sobre o processo de ensino e aprendizagem

Fonte: Bego, Ferrarini e Morales (2021, p. 18).

A implementação de uma UDM em sala de aula se dá a partir de três etapas que se coadunam: o planejamento da UDM, a intervenção didático-pedagógica e o replanejamento da UDM a partir da crítica sobre a intervenção realizada (BEGO, FERRARINI, MORALLES, 2021).

A primeira etapa corresponde ao planejamento e segue a elaboração das sete tarefas apresentadas no **Quadro 2**, fornecendo a fundamentação teórica e metodológica para que o futuro professor possa pautar e investigar sua ação nas situações reais de ensino.

A segunda etapa da implementação de uma UDM refere-se à intervenção didático-pedagógica em sala de aula. Essa etapa envolve atividades formativas que visam provocar, de forma intencional e sistemática, a tensão dialética entre a ação profissional e os propósitos educativos planejados pelos licenciandos.

Finalmente, a terceira etapa diz respeito ao replanejamento da UDM a partir de uma reflexão crítica sobre a implementação realizada. Os licenciandos são orientados a explicitarem os

principais problemas observados durante a prática profissional, tomando como referência o material gerado nas reflexões coletivas e individuais. Essa última etapa gera situações que podem possibilitar uma transição gradativa de concepções e crenças acríticas e simplistas em direção a posições mais complexas, autônomas e fundamentadas (BEGO, FERRARINI, MORALLES, 2021).

APORTES METODOLÓGICOS: O CONTEXTO DA PESQUISA

A presente investigação tem como abordagem a qualitativa e foi desenvolvida como um estudo de caso simples (LÜDKE, ANDRÉ, 1986), tendo como foco licenciandos do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública do estado de São Paulo. A pesquisa se desenvolveu no âmbito da disciplina obrigatória de Estágio Curricular Supervisionado V para a turma de 2020. A disciplina é ofertada sempre no 2º semestre para os alunos do último ano do curso de Licenciatura em Química. Nesse contexto, os licenciandos que cursam essa disciplina, em sua maioria, já cursaram um conjunto expressivo de disciplinas de conteúdo específico e de preparação pedagógica.

Para investigar o PCK, que é um conhecimento particular do professor e elaborado a partir de um conjunto de outros conhecimentos, foi utilizado um instrumento desenvolvido por Loughran, Mulhall e Berry (2004), para a caracterização do PCK: a Representação do Conteúdo, CoRe (do inglês, *Content Representation*).

A CoRe (**Quadro 3**) envolve a compreensão dos professores de Ciências em relação aos aspectos particulares do conhecimento específico, como, por exemplo, o conhecimento das concepções alternativas, das estratégias e metodologias. Esse instrumento é composto por 8 questões sobre o ensino de um conjunto de ideias centrais associadas a um conteúdo específico, podendo ser realizado em grupos ou individualmente (LOUGHRAN, MULHALL e BERRY, 2004).

Quadro 3. Instrumento CoRe - Representação do Conteúdo.

Ideias/conceitos científicos importantes			
	Ideia central 1	Ideia central 2	Etc.
1. O que você pretende que os alunos aprendam sobre essa ideia?			
2. Por que é importante para os alunos aprenderem essa ideia?			
3. O que mais você sabe sobre essa ideia?			
4. Quais as dificuldades e limitações ligadas a essa ideia?			
5. Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre essa ideia?			
6. Quais outros fatores influem no ensino dessa ideia?			
7. Que procedimentos de ensino você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?			
8. Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou confusão dos alunos sobre essa ideia?			

Fonte: Loughran, Mulhall e Berry (2004, p. 376, tradução livre).

A elaboração da CoRe pode ser feita por meio de um questionário, em que os licenciandos preenchem as perguntas apresentadas no **Quadro 2** ou, então, por meio de entrevistas. Para a realização desta pesquisa, aplicou-se a CoRe individualmente e por meio de um questionário *online*. A aplicação da CoRe se deu em dois momentos diferentes: inicialmente, antes da implementação da UDM, com a intenção de identificar o PCK inicial dos licenciandos acerca do tema; e após o processo de implementação da UDM com a intenção de reconhecer o desenvolvimento do PCK. Entre a 1ª e 2ª aplicação da CoRe transcorreu-se um período de aproximadamente 4 meses.

Nas reuniões de aplicação da CoRe, foi explicado aos licenciandos o conceito de PCK como referencial teórico para indagar sobre o conhecimento do professor e promover seu desenvolvimento. Após, apresentou-se a CoRe e cada uma das suas 8 perguntas, utilizando um exemplo de outro tópico da Química. A CoRe, apesar de ser considerada um instrumento adequado e útil para acessar o PCK, é também um instrumento complexo e desafiador, exigindo suporte para que os professores compreendam o que lhes está sendo perguntado (HUME, COOPER, BOROWSK, 2010; KIND, 2009).

A análise dos dados foi realizada com base na análise do conteúdo, proposta por Bardin (2016), com o objetivo de reconhecer as manifestações do PCK, de acordo com a proposta desenhada por Magnusson, Krajcik e Borko (1999). Definiu-se, para cada categoria, unidades de significado. Por exemplo, para a orientação para o ensino de Ciências do tipo “mudança conceitual”, delimitou-se “desafio” e “concepções alternativas”. O mesmo foi feito para todas as categorias definidas *a priori*. As unidades não são todas explicitadas no trabalho em virtude da delimitação de espaço.

A CoRe foi respondida para o tema “interações entre as partículas”, pois esse era o assunto para o qual os licenciandos deveriam elaborar a UDM para realizar o estágio supervisionado. No total, 7 licenciandos responderam a CoRe individualmente, porém foi selecionada para esta análise uma CoRe, respondida por uma licencianda, em razão dessa apresentar resultados mais expressivos quanto ao desenvolvimento do PCK na 2ª aplicação da CoRe em comparação com a 1ª e, também, devido a necessidade de delimitação de páginas nesta publicação.

A licencianda, cuja CoRe foi escolhida, respondeu no início da disciplina um questionário de caracterização (assim como os demais licenciandos da turma). Segundo essa caracterização, até o momento em que cursava a disciplina, a mesma nunca tinha atuado como professora em nenhuma modalidade de ensino e já havia cursado a maioria das disciplinas pedagógicas, tais como: História da Educação; Fundamentos da Educação; Psicologia da Educação; História, Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências; Prática de Ensino e Estágio Curricular Supervisionado: Organização, Desenvolvimento e Avaliação da Educação Básica; Organização Desenvolvimento e Avaliação da Educação Básica; Didáticas das Ciências; Currículo, Linguagens e Avaliação no Ensino de Química e Metodologias para o Ensino de Ciências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da CoRe selecionada foi realizada a partir do modelo proposto por Magnusson, Krajcik e Borko (1999), que considera o PCK constituído dos 5 componentes anteriormente apresentados.

Realizou-se uma nova leitura das CoRes e do referencial, buscando relacionar as perguntas desse instrumento com uma das subcategorias derivadas do referencial teórico dos componentes do PCK, segundo Magnusson, Krajcik e Borko (1999). Obteve-se assim a seguinte relação:

- **Orientações para o Ensino de Ciências:** perguntas 1, 2 e 7;
- **Conhecimentos sobre o Currículo de Ciências:** perguntas 1 e 3;
- **Conhecimentos sobre as Estratégias Instrucionais:** pergunta 7;
- **Conhecimento sobre a Compreensão dos Alunos sobre Ciências:** perguntas 4, 5 e 6;
- **Conhecimento sobre a Avaliação no Ensino de Ciências:** pergunta 8.

Os resultados da análise são apresentados de forma comparativa para a 1ª e 2ª aplicação da CoRe e são apresentados a partir dos componentes do PCK.

ANÁLISE COMPARATIVA DAS 1ª e 2ª CoRe

A 1ª CoRe respondida pela licencianda é apresentada no **Quadro 4**.

Quadro 4. CoRe do conteúdo “Forças de interação entre as partículas” preenchido pela licencianda antes da implementação da UDM.

Ideias/conceitos científicos importantes - Forças de interação entre as partículas			
	Eletronegatividade	Polaridade das moléculas	Interações intermoleculares
1. O que você pretende que os alunos aprendam sobre essa ideia?	Que os átomos possuem capacidade de “capturar” elétrons de outros átomos e que isso irá influenciar nas suas interações e nas interações entre as moléculas posteriormente	As diferentes moléculas possuem diferentes elementos constituintes e por isso possuem diferentes polaridades	Que quando as moléculas se aproximam elas interagem entre si de diferentes maneiras, forças e intensidades
2. Por que é importante para os alunos aprenderem essa ideia?	Para que eles entendam que durante as interações entre os átomos, os elétrons são os responsáveis por essas interações e saber o quanto determinado elemento possui de eletronegatividade vai influenciar como ele irá interagir com outros elementos.	Para que eles compreendam que as moléculas interagem entre elas e as essa propriedade (polaridade) vai interferir diretamente nessas interações	Para que os alunos entendam que as moléculas não são isoladas e “soltas” mas sim que estão sempre interagindo umas com as outras e essa interação depende de alguns fatores e propriedades dessas moléculas
3. O que mais você sabe sobre essa ideia?	Que os elementos mais eletronegativos tendem a puxar para si a densidade eletrônica formando polos negativos durante as interações	Fila da eletronegatividade (elementos que são mais eletronegativos tendem a ficar mais negativos e os menos positivos tendem a ficar mais positivo) e isso vai gerar um vetor na molécula (polos)	Que as forças de interação ocorrem de acordo com a polaridade das moléculas; que existem três principais tipos de forças (dipolo permanente, dipolo induzido e ligação de hidrogênio)

Quadro 4. Continuação

4. Quais as dificuldades e limitações ligadas a essa ideia?	A "visualização" dos elétrons e questão da sua distribuição nos elementos	Geometria das moléculas (como desenhá-las no papel)	Visualizar como isso ocorre de forma microscópica, conteúdo que exige um certo grau de abstração; saber a polaridade das moléculas para determinar qual força de interação irá ocorrer
5. Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre essa ideia?	O que são os elétrons, como se dá a eletrosfera e como as cargas se atraem (positiva atrai negativa, negativa atrai positiva)	A eletronegatividade dos elementos (o que significa ser mais eletronegativo, quais elementos são mais eletronegativos).	A polaridade da molécula (principalmente a formação dos pólos) é o que mais vai influenciar, pois sem esse pensamento será impossível de entender essa ideia
6. Quais outros fatores influem no ensino dessa ideia?	-	A "visualização" microscópica das moléculas e das ligações	-
7. Que procedimentos de ensino você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?	Utilização de imagens, da tabela periódica para mostrar a eletronegatividade dos elementos	A utilização de softwares para melhor visualização das moléculas, além do desenho das moléculas para uma melhor visualização dos vetores da polaridade	A retomada das polaridades das moléculas, tirando dúvidas e reforçando esse conteúdo; a utilização de imagens para melhor visualização dessas interações
8. Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou confusão dos alunos sobre essa ideia?	Exercícios sobre a eletronegatividade, utilização de jogos e dúvidas tiradas em aula	Listas de exercícios para praticar a polaridade de diferentes moléculas; dúvidas dos alunos tiradas em aula	Exercícios e atividades que os alunos precisam indicar as forças de interação presentes nas moléculas e dúvidas dos alunos tiradas em aula

Fonte: Elaborado pelo sujeito de pesquisa.

A 2ª CoRe respondida pela licencianda é apresentada no **Quadro 5**.

Quadro 5. CoRe do conteúdo “Forças de interação entre as partículas” preenchido pela licencianda após a implementação da UDM.

Ideias/conceitos científicos importantes - Forças de interação entre as partículas			
	A influência da eletronegatividade e da geometria na polaridade das ligações e polaridade das moléculas	A influência da polaridade das moléculas nas forças de interação entre elas	A influência das forças intermoleculares nas propriedades específicas das substâncias
1. O que você pretende que os alunos aprendam sobre essa ideia?	Pretendo que os alunos entendam a diferença entre polaridade das ligações e a polaridade das moléculas (aquelas que fazem ligações covalentes), compreendendo que não necessariamente uma molécula com ligações polares será uma molécula polar e vice-versa, como é o caso por exemplo do CO ₂ , que possui ligações polares, porém é uma molécula apolar. Além disso, é importante que eles aprendam a identificar essas polaridades com base na eletronegatividade e na geometria dos elementos que as constituem e consigam determinar os vetores de momentos de dipolo elétrico para conseguir identificar as polaridades.	É importante que os alunos aprendam que as moléculas interagem entre si e a intensidade da força de interação vai depender da polaridade que essas moléculas possuem. Também é importante que eles compreendam os tipos de forças de interação que existem (dipolo-dipolo, dipolo-dipolo induzido, forças de London e ligação de hidrogênio). É essencial que os alunos compreendam que esses diferentes tipos de força possuem diferentes intensidades, sendo algumas mais intensas do que outras, como é o caso da ligação de hidrogênio que é a interação mais forte.	Os alunos precisam entender muitas propriedades específicas das substâncias são explicadas com base nas forças intermoleculares que as moléculas possuem. Dessa forma, é importante discutir propriedades como a miscibilidade dos líquidos, o ponto de ebulição das substâncias e a tensão superficial que ocorre em líquidos. Essas três propriedades são muito importantes e estão presentes em muitos fenômenos do cotidiano ou não e podem ser explicadas com base nesse conhecimento. Então é importante que os alunos entendam essa influência.
2. Por que é importante para os alunos aprenderem essa ideia?	É importante que os estudantes aprendam essa ideia para que possam ao longo das aulas desenvolver a alfabetização científica e consigam se apropriar desses conhecimentos científicos que, além de explicar muitos fenômenos do cotidiano, possam gerar momentos de reflexão nos estudantes	É importante que os alunos percebam que esse conhecimento científico pode mais pra frente explicar muitos fenômenos que é possível observar no cotidiano, e que consigam se apropriar desses conhecimentos e da linguagem específica da ciência. Além disso, entender sobre os tipos de forças de interação	É importante que os alunos percebam que a ciência pode explicar muitos fenômenos do nosso cotidiano e que eles consigam se apropriar desses conhecimentos, aumentando sua abstração e sua capacidade crítica de investigação e reflexão sobre os conhecimentos. De forma que sejam capazes de se apropriar dos
	sobre os seus conhecimentos prévios passando a se apropriarem dos conhecimentos científicos. Outro aspecto importante é que esse é o conteúdo prévio para o entendimento das forças de interação, que estão totalmente relacionados com a polaridade das moléculas.	intermoleculares vai ser muito importante para entender a influência que as forças exercem sobre as propriedades das moléculas.	conhecimentos científicos entendendo as limitações ou conceitos errados que o senso comum e o conhecimento cotidiano pode ter.
3. O que mais você sabe sobre essa ideia?	Os elementos possuem diferentes eletronegatividades, que é um poder de atração dos elétrons (carga negativa). Em ligações covalentes, a eletronegatividade influencia na formação de cargas parciais positivas e negativas. Essas cargas parciais vão determinar se a ligação é polar ou apolar e dessa forma, relacionar com a geometria da molécula e determinar o momento de dipolo elétrico, que definirá se a molécula em si é polar ou apolar, dependendo de seus vetores.	Dentre todas as forças intermoleculares, a ligação de hidrogênio é a mais intensa, pois como se trata da interação entre um átomo de oxigênio/ flúor/ nitrogênio (que são os elementos mais eletronegativos) e um átomo de hidrogênio de outra molécula (carga positiva), a atração será muito forte e as moléculas ficarão unidas de forma bem intensa. Nesse sentido, moléculas que são polares, ou seja, possuem uma carga parcial positiva e uma carga parcial negativa possuem forças de interação muito mais intensas do que moléculas que não possuem diferentes cargas parciais.	A intensidade das forças intermoleculares influencia muito em algumas propriedades específicas das substâncias. Por exemplo, no ponto de ebulição. As moléculas que possuem uma força de interação mais intensa entre si, necessitam de muito mais energia para conseguirem passar do estado líquido para o vapor e por isso o P.E. será muito mais alto.
4. Quais as dificuldades e limitações ligadas a essa ideia?	Acredito que uma das dificuldades relacionadas a essa ideia está voltada para a concepção de que moléculas que possuem ligações polares (ligações entre elementos com diferentes eletronegatividades) são moléculas polares, desconsiderando completamente a geometria que a molécula terá. Dessa forma, há muita dificuldade em identificar as polaridades corretas das moléculas.	Uma das principais dificuldades está associada à diferenciação entre forças de interação e ligação química. Os alunos podem ter muita dificuldade em conseguir entender que as forças intermoleculares são entre duas ou mais moléculas e as forças intramoleculares dizem respeito às ligações químicas entre diferentes elementos.	Acredito que a principal dificuldade pode estar associada com a polaridade. Muitos estudantes explicam alguns dos fenômenos citados com base na polaridade das moléculas, o que apesar de não estar completamente errado, não é justificativa primordial da ciência para explicar esses fenômenos. Além da polaridade, os alunos podem relacionar, por exemplo, a

Quadro 5. Continuação

	Além disso, os alunos podem entender as ligações como um "cabo de guerra", em que os elementos mais eletronegativos puxam com "mais força" do que outros. Esse obstáculo epistemológico pode ser um problema, pois dessa forma os alunos conseguem evoluir dos conhecimentos cotidianos para os conhecimentos científicos.		propriedade de miscibilidade com base na densidade dos líquidos.
5. Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre essa ideia?	Acredito que o fato dos alunos confundirem muito a polaridade da ligação e a polaridade da molécula seja um fator que tem muita influência sobre o ensino dessa ideia, pois isso precisa ficar muito claro na ideia dos alunos.	Um conhecimento muito importante e essencial que os alunos precisam ter em mente nessa ideia central é o entendimento sobre a diferença de força intermolecular e força intramolecular, sabendo que não são as mesmas coisas.	Muitas vezes os alunos utilizam de seus conhecimentos cotidianos para explicar os fenômenos que acontecem e às vezes essas ideias não estão em consonância com os conhecimentos científicos e as explicações científicas. É muito importante que os alunos compreendam que a explicação para essas propriedades elencadas acima é com base nas forças intermoleculares e esse conhecimento embasa muitos outros conteúdos e explica muitos fenômenos observados ou realizados em laboratório.
6. Quais outros fatores influem no ensino dessa ideia?	Um fator que é de extrema importante para o aprendizado dessa ideia são os conteúdos sobre ligações química e geometria da molécula. É essencial que o aluno entenda que estamos falando sobre moléculas e, portanto, elementos que fazem ligação covalente entre si. Também é importante que os estudantes saibam definir as geometrias que as moléculas assumem.	É muito importante que os alunos compreendam que se trata de um sistema inteiro e não unicamente de duas moléculas isoladas, por exemplo a água, não fala-se apenas em uma única molécula de H ₂ O, mas sim de várias que compõem um sistema que possuem propriedades específicas. Além disso, também é importante que os alunos não tenham a ideia de que as forças de	Todas as ideias anteriores influenciam completamente nessa ideia central. Tanto a polaridade das ligações, das moléculas, a eletronegatividade e a geometria da molécula, chegando ao conceito de forças intermoleculares e as diferentes intensidades e isso tudo pode ser relacionado a essas propriedades específicas que estão presentes em inúmeros fenômenos no dia a dia.
		atração estão relacionadas com a ideia de "vida", como se as moléculas sentissem vontade de atrair umas com as outras.	
7. Que procedimentos de ensino você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?	O uso de simuladores pode auxiliar muito no entendimento desse conceito, pois torna possível o aluno "manipular" as eletronegatividades das moléculas e verificar seus comportamentos com relação aos vetores e ao momento de dipolo elétrico. Além disso, pode-se pensar em outras estratégias que permitem a investigação por parte dos alunos, como é o caso de estudo de casos investigativos, que permitam o aluno refletir sobre uma problemática que envolva a ideia. Pode-se pensar também em exercícios e estudos dirigidos sobre o tema.	Também é possível utilizar simuladores, Casos Investigativos. Acredito que uma estratégia muito interessante nessa perspectiva é o mapa conceitual, pois os alunos podem relacionar esses conteúdos aprendidos dessa ideia central, com os conhecimentos de polaridades e geometria vistos anteriormente, assimilando os termos e os conteúdos aprendidos.	Muitas estratégias podem ser utilizadas, mas acredito que a experimentação seja a que mais contempla os aprendizados que acho fundamental nessa ideia. Experimentos do cotidiano, que os alunos possam usar e investigar em suas próprias casas e que dessa maneira possam se apropriar dos conhecimentos científicos para explicar o que está acontecendo, contribuindo para sua alfabetização científica.
8. Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou confusão dos alunos sobre essa ideia?	Acredito que seja importante realizar uma avaliação de todo o processo de aprendizado, com base na realização das atividades propostas, seja o simulador, ou a resolução do Caso investigativo, as investigações ou dos exercícios propostos. Desde que seja possível avaliar se os objetivos da aula proposta foram atingidos e se os alunos conseguiram se apropriar desse conhecimento científico e conseguiram refletir sobre seus conhecimentos prévios ou cotidianos.	A avaliação deve ser processual, ou seja, ao longo de todo o processo de aprendizagem. Então, os alunos podem ser avaliados com base nas atividades que foram feitas ao longo da aprendizagem, sempre pensando em possibilidades de evolução dos conhecimentos sobre o tema.	Nesse sentido, julgo importante avaliar os estudantes ao longo do processo de aprendizagem e também as reflexões sobre os conhecimentos do cotidiano desse estudante, por meio de levantamento de hipóteses, onde os alunos conseguem assimilar e refletir sobre os seus erros e acertos, contribuindo para a alfabetização científica.

Fonte: Elaborado pelo sujeito de pesquisa.

- Orientações para o Ensino de Ciências

A partir das 9 orientações de ensino propostas por Magnusson, Krajcik e Borko (1999) (**Quadro 1**), realizou-se a análise do conteúdo das CoRes, com base nas unidades de significado para cada uma das orientações.

Analisando a 1ª CoRe respondida (**Quadro 4**), especialmente a partir das respostas às perguntas 1, 2 e 7, foi possível caracterizar a orientação da licencianda como “Didática”. Segundo os autores, essa orientação tem como propósito transmitir fatos da Ciência e se caracteriza pela utilização, pelo professor, de aula expositiva ou discussão, com perguntas direcionadas aos alunos com o propósito de fornecer um suporte justificável para o conhecimento dos fatos produzidos pela Ciência. Ao responder porque é importante que os estudantes aprendam essa ideia (pergunta 2 da CoRe), a licencianda explicita que os estudantes devem entender os conceitos de eletronegatividade, polaridade das moléculas e interações intermoleculares a fim de compreender os fatos da Ciência. Além disso, a licencianda propõe o uso de procedimentos de ensino em que o professor apresenta aos alunos imagens, tabelas e até softwares, ou seja, o ensino se dá, nessa proposta, por meio de aula expositiva ou discussão.

Na 2ª CoRe, respondida após a implementação da UDM (**Quadro 5**), foi possível notar uma mescla de orientações (Investigação-guiada e Mudança Conceitual). A licencianda traz em suas respostas indícios da orientação “Investigação-guiada” quando propõe o uso de casos investigativos e explicita a importância dos alunos se envolverem na investigação de fenômenos. Segundo Magnusson, Krajcik e Borko (1999), a orientação “investigação-guiada” objetiva construir uma comunidade de alunos cujos membros compartilham a responsabilidade pela compreensão do mundo físico, particularmente, no que diz respeito ao uso das ferramentas da Ciência.

Em outros trechos, a licencianda apresenta grande preocupação com os conhecimentos prévios dos estudantes, bem como com a apropriação do conhecimento científico, a partir do confronto de concepções iniciais com as de senso comum. Nesses trechos, pode-se caracterizar uma orientação “Mudança Conceitual”. Essa orientação tem como propósito “facilitar o desenvolvimento do conhecimento científico através do confronto dos alunos, gerado em contextos problematizados, nos quais deve superar suas concepções ingênuas” (MAGNUSSON, KRAJCIK, BORKO, 1999, p. 101). Nessa orientação, os alunos são forçados a explicar suas visões sobre o mundo e a considerar as explicações alternativas mais idôneas. O professor facilita a discussão e o debate para estabelecer a validade das afirmações do conhecimento.

Santos Jr e Marcondes (2010) chegaram a conclusões análogas quando realizaram uma investigação dos modelos didáticos (entendido aqui como sinônimo de orientações para o Ensino de Ciências) de um grupo de professores de Química, e apontaram que os professores combinam características diferentes dos modelos didáticos, constituindo um modelo didático denominado pelos autores de eclético.

A análise da 2ª CoRe (**Quadro 5**) aponta, ainda, para um desenvolvimento da orientação da licencianda, uma vez que ela traz características de uma orientação “Investigação-guiada” coerente com a escolha dos procedimentos de ensino e, até mesmo, com a justificativa da

importância do conteúdo científico pela licencianda. Porém, a orientação ainda apresenta mesclas com elementos característicos de uma orientação mais tradicional do Ensino de Ciências. Esse resultado foi também encontrado por Freire e Fernandez (2014), que observaram que um dos licenciandos sujeitos da pesquisa também não possuía uma orientação para o ensino de Ciências única e bem definida. Assim, tem-se indícios de que o processo de implementação de uma UDM possibilitou, mesmo que discretamente, uma tentativa de tornar coerente a orientação de ensino da licencianda. Isso se deve, provavelmente, ao fato de, em oposição aos demais planejamentos de projetos de ensino e aprendizagem, em que a escolha pela orientação de ensino é mera decorrência da organização do ensino proposto pelo professor, ao elaborar uma UDM, deve-se fazer uma opção prévia com caráter político e ético por uma ou outra orientação de ensino que irá orientar a ação profissional docente.

Apesar de se observar avanços, a análise comparativa revela, ainda, a necessidade de aprofundamento da reflexão da licencianda sobre as suas concepções.

- **Conhecimento do Currículo de Ciências**

Nessa categoria de análise, considera-se o conhecimento da licencianda sobre o currículo vertical e o currículo horizontal. O currículo horizontal se relaciona à capacidade dos professores em relacionar o conteúdo de uma aula determinada com tópicos ou questões trabalhados em outras aulas. Já o currículo vertical refere-se aos conteúdos, tópicos e questões que são e serão ensinados em uma mesma disciplina em diferentes momentos no decorrer do curso (MAGNUSSON, KRAJCIK, BORKO, 1999).

Nesse contexto, é possível destacar, a partir da análise das respostas às perguntas 1 e 3 da CoRe (**Quadro 4**), que a licencianda demonstra conhecimento sobre o currículo vertical, já que apresenta as ideias principais em uma sequência lógica de ensino. As ideias principais que a licencianda apresentou foram: i) eletronegatividade; ii) polaridade das moléculas e; iii) interações intermoleculares. Apesar de estarem organizadas em um encadeamento coerente com o ensino, estão apresentadas de forma pontual e não são explícitas as relações entre uma ideia e outra.

Com relação ao currículo horizontal, não é possível observar evidências de que a licencianda possui conhecimento do currículo horizontal, em razão de não se observar a articulação da temática “forças de interações entre as partículas” com outros temas no desenvolvimento do ano escolar.

Após o processo de implementação da UDM, a licencianda apresenta as seguintes ideias principais na 2ª CoRe (**Quadro 5**): i) a influência da eletronegatividade e da geometria na polaridade das ligações e polaridade das moléculas; ii) a influência da polaridade das moléculas nas forças de interação entre elas; iii) a influência das forças intermoleculares nas propriedades específicas das substâncias. Diferentemente do que foi observado na 1ª CoRe, as ideias nessa segunda versão não estão apresentadas de forma pontual e isolada, mas sim são explicitadas relações entre essas ideias.

Na 2ª CoRe, ainda, nota-se que a licencianda demonstra conhecimento sobre o currículo vertical, explicitando o encadeamento das ideias e suas relações. Além disso, importante ressaltar que a licencianda atribui grande importância ao conteúdo “forças de interação entre as partículas” na formação do aluno, afirmando que a partir do entendimento desse conteúdo, os estudantes poderão explicar muitos fenômenos do cotidiano e refletir sobre seus conhecimentos prévios e de senso comum.

O desenvolvimento do conhecimento do currículo por meio da implementação de uma UDM se confirmou, também, por se observar que a licencianda explicita, nesse segundo momento, o conhecimento do currículo horizontal. Pode-se notar a articulação da temática com outros temas no desenvolvimento do ano escolar, tais como as propriedades das substâncias, a miscibilidade dos líquidos, o ponto de ebulição das substâncias e a tensão superficial dos líquidos.

- **Conhecimento da compreensão dos alunos sobre Ciências**

De acordo com Magnusson, Krajcik e Borko (1999), essa categoria do PCK apresenta duas subcategorias: o Conhecimento dos requisitos para a aprendizagem de conceitos específicos da Ciência e o Conhecimento das áreas de dificuldade dos estudantes. A primeira se relaciona aos conhecimentos de um professor sobre os conhecimentos prévios necessários à aprendizagem e sua compreensão de abordagens diferentes dos estudantes para aprendizagem. Já a segunda se refere ao conhecimento que os professores apresentam dos conceitos e tópicos de Ciências que os estudantes encontram maior dificuldade durante a aprendizagem.

Após a análise da 1ª CoRe (**Quadro 4**) é possível inferir que a licencianda possui conhecimento ainda reduzido das áreas de dificuldade dos estudantes, uma vez que elenca nas perguntas 4 e 6 apenas uma dificuldade que ela acredita que os estudantes tenham, que é a dificuldade na visualização das moléculas à nível microscópico. Segundo a licencianda, essa seria uma dificuldade para os alunos em razão da temática exigir certo nível de abstração.

A licencianda não cita nenhuma concepção prévia que ela acredita que os estudantes possam ter e não deixa clara a importância de se considerar os conhecimentos prévios dos alunos em sua prática de sala de aula. Tal fato pode se justificar por dois motivos principais: i) a licencianda, de fato, não considera os conhecimentos prévios de seus estudantes ou; ii) não considerou necessário mencionar isso durante a elaboração de sua CoRe. Qualquer que seja o motivo, não é possível dizer que ela possui conhecimento dos requisitos para a aprendizagem de conceitos específicos da Ciência.

Na 2ª CoRe (**Quadro 5**), a licencianda apresenta algumas dificuldades que ela acredita que os alunos possam ter, tais como: identificar as polaridades das moléculas, diferenciar forças de interação de ligação química e confundir polaridade da ligação com polaridade da molécula. Como é possível notar nessa segunda versão da CoRe, a licencianda demonstrou possuir conhecimento de outras possíveis dificuldades dos alunos específicas para esse tópico da Química, para além do

conhecimento de uma dificuldade bastante geral, como a dificuldade de abstração na Química, que foi a única dificuldade apontada pela licencianda na elaboração da 1ª CoRe.

Adicionalmente, a licencianda explicitou algumas concepções prévias dos estudantes e elencou um possível obstáculo epistemológico que pode dificultar a aprendizagem dos estudantes, demonstrando grande preocupação com relação a essas concepções e obstáculos e destacando quais entendimentos devem ser enfatizados a fim de possibilitar maior sucesso na aprendizagem.

Acredita-se que o desenvolvimento desse conhecimento da compreensão dos alunos ocorreu em virtude, principalmente, de a tarefa 3 da elaboração da UDM exigir que o professor faça um levantamento teórico-prático das concepções alternativas dos alunos acerca dos tópicos da UDM, o delineamento dos obstáculos epistemológicos e a consideração das implicações dessas informações para o ensino dos conteúdos científicos selecionados.

- **Conhecimento da avaliação no Ensino de Ciências**

Essa categoria é constituída por duas subcategorias: o Conhecimento das dimensões da aprendizagem em Ciências a serem avaliadas e o Conhecimento das estratégias de avaliação da aprendizagem no Ensino de Ciências. A primeira subcategoria diz respeito ao conhecimento dos professores de aspectos da aprendizagem dos estudantes que são importantes de serem avaliados, considerando que as dimensões a serem avaliadas devem ser claras e estabelecidas, previamente, pelo professor, de forma que a avaliação seja significativa. A segunda subcategoria constitui o conhecimento que os professores apresentam acerca dos meios a serem utilizados para avaliar a aprendizagem dos estudantes considerando um conteúdo particular.

Ao analisar a resposta da licencianda à pergunta número 8 da CoRe (**Quadro 4**), é possível observar que a avaliação proposta está centrada nos conteúdos científicos e se baseia, fundamentalmente, na realização de exercícios, por meio de listas. Não são feitas considerações sobre como se dará a resolução dessa lista, se em grupo ou individualmente, ou se será feita a devolutiva em sala, mas destaca-se que a licencianda explicita a necessidade de os exercícios serem formas de diagnosticar possíveis dúvidas dos estudantes.

Segundo Loughran, Berry e Mulhall (2006), a pergunta número 8 da CoRe objetiva explorar a abordagem de ensino do professor para um conteúdo específico, para que ele possa recolher diferentes perspectivas da eficácia de seu ensino, bem como auxiliar nos ajustes necessários em situações similares que possam ocorrer no futuro. Não se notou, durante a elaboração da CoRe, a preocupação da professora com relação a uma avaliação centrada no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, com foco na análise e melhoria dos resultados e possíveis ajustes em seu planejamento. Por fim, considera-se que a licencianda não possui um amplo conhecimento sobre a avaliação no Ensino de Ciências em nenhuma das duas subcategorias.

Por outro lado, ao analisar a 2ª CoRe (**Quadro 5**), é possível notar que a licencianda destaca a importância de o professor realizar uma avaliação do processo de ensino e aprendizagem, considerando a realização de diferentes atividades. Destaca-se, também, que a licencianda

considera a avaliação importante para além da atribuição de notas aos alunos, bem como para a verificação da consecução dos objetivos pretendidos em aula.

As formas de avaliação apresentadas na CoRe são propostas ao longo do processo de ensino e aprendizagem, não sendo realizadas em momentos pontuais e estanques.

Percebe-se, além disso, que a licencianda propõe atividades avaliativas diferentes das tradicionais, tais como utilização de simuladores (TICs), resolução de casos investigativos e de exercícios. Assim, pode-se dizer que a licencianda demonstrou ter desenvolvido o conhecimento da avaliação no Ensino de Ciências após passar pelo processo de implementação de uma UDM.

O modelo de UDM prevê que sejam utilizadas formas variadas de avaliação da aprendizagem, considerando a pluralidade dos alunos e suas formas de aprender. Possivelmente, em virtude disso, a licencianda passou a considerar em sua avaliação outras formas de verificação da aprendizagem diferentes das tradicionais.

- **Conhecimento das estratégias instrucionais**

Essa categoria é composta pelas subcategorias: Conhecimento das estratégias específicas das Ciências e Conhecimento das estratégias para um tópico específico de Ciências. A primeira subcategoria é mais amplamente aplicável à Ciência em oposição a outras disciplinas. A segunda apresenta-se mais limitada no que se refere à sua abrangência, sendo aplicada ao ensino de tópicos particulares dentro de um dos domínios da Ciência.

A subcategoria Conhecimento das estratégias para um tópico específico de Ciências possui duas divisões: representações e atividades. A Representação se relaciona ao conhecimento dos professores acerca de diferentes meios, através dos quais seja possível representar conceitos ou princípios específicos com o intuito de facilitar a aprendizagem de seus estudantes, além de determinar os pontos fortes e fracos de uma representação específica, tais como: exemplos, modelos e analogias e ilustrações.

A divisão Atividades se refere ao conhecimento das atividades potencialmente úteis na compreensão de conceitos específicos e suas relações, como, por exemplo, simulações, investigações, experimentos e demonstrações.

A licencianda não demonstra, durante a elaboração da 1ª CoRe (**Quadro 4**), conhecimento de estratégias para um tópico específico de Ciências, visto que não propõe o uso de estratégias diversificadas. O ensino baseia-se, fundamentalmente, em aulas tipo expositiva e discussão, como já mencionado durante a análise das orientações de ensino de Ciências. O que se nota e pode-se destacar é que são propostos o uso, pela professora, de alguns recursos de ensino, como: imagens e *softwares*, em virtude da especificidade da temática, que tem como característica a necessidade de certo grau de abstração.

Em contrapartida, a licencianda demonstrou possuir, durante a elaboração da 2ª CoRe (**Quadro 5**), conhecimento de estratégias instrucionais nas duas subcategorias. Foi proposta a utilização de diferentes estratégias, tais como o uso de simuladores (TICs), estudo de caso, elaboração de mapas conceituais e a experimentação. A justificativa para a escolha dessas estratégias se deu em razão das dificuldades dos estudantes, apontadas pela licencianda. Segundo

ela, o uso de simuladores poderia auxiliar os estudantes no entendimento da influência da eletronegatividade e da geometria na polaridade das ligações e na polaridade das moléculas. Isso foi considerado importante, uma vez que a licencianda elencou como uma dificuldade a identificação correta das polaridades das moléculas.

A escolha pela experimentação foi justificada em razão do conteúdo científico abordado. Segundo a licencianda, a temática possibilita que sejam realizados experimentos envolvendo fenômenos do cotidiano, demonstrando possuir conhecimento das estratégias para um tópico específico de Ciências.

Importante destacar, também, que se notou coerência na escolha dessas estratégias com as orientações reveladas pela licencianda. Nesse sentido, é possível dizer que a escolha pela experimentação e estudos de casos investigativos são adequados para o ensino na perspectiva da orientação “Investigação-guiada” e até mesmo da “Mudança conceitual”. Isso corrobora a defesa de que a UDM possibilita a deliberação consciente por uma orientação, que molda e fundamenta as demais escolhas do planejamento, tornando o processo mais coerente e efetivo.

Notou-se uma diversificação na utilização das estratégias bastante condizente com os pressupostos da elaboração da UDM. O modelo de UDM se pauta em Sanmartí (2002) que advoga que o ensino deve dar conta da diversidade dos alunos, uma vez que cada aluno aprende de um jeito específico e em um ritmo particular. Os professores, assim, deveriam planejar e desenvolver atividades didáticas diversificadas que atendam à pluralidade em uma sala de aula e aos diferentes modos de aprendizagem dos alunos.

Essa diversificação das estratégias demonstra que a licencianda desenvolveu o conhecimento das estratégias específicas das Ciências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou investigar o desenvolvimento do PCK de uma licencianda em Química após o processo de implementação de uma UDM. Para tanto, a licencianda preencheu duas versões da CoRe, um instrumento já validado e aceito na área para a investigação do PCK.

A comparação entre a 1ª e a 2ª aplicação da CoRe revelou indícios de que a implementação da UDM forneceu subsídios para que a licencianda desenvolvesse o PCK, por meio do desenvolvimento de seus componentes, tais como: Orientação para o Ensino de Ciências, Conhecimento do Currículo de Ciências, Conhecimento das Estratégias Instrucionais, Conhecimento da Avaliação no Ensino de Ciências, e Conhecimento da Compreensão dos Estudantes.

Segundo o modelo de Magnusson, Krajcik e Borko (1999), se um professor possui tais domínios do conhecimento, possivelmente terá um PCK correspondente e desenvolverá uma prática profissional significativa. Logo, se um professor apresenta um dos componentes bem desenvolvido não significa um alto nível em seu PCK. Para que isso ocorra, precisa haver um equilíbrio favorável entre os diversos componentes de modo que um componente influencia o outro e, deste modo, se observa o desenvolvimento do PCK.

Como se observou, antes da implementação da UDM, a licencianda não possuía o conhecimento do currículo horizontal, da avaliação no Ensino de Ciências, das estratégias instrucionais e o conhecimento da compreensão dos alunos também era pouco desenvolvido. Como consequência e, baseando-se nos pressupostos do modelo, pode-se afirmar que a licencianda possuía uma deficiência no PCK, uma vez que havia conhecimentos mais desenvolvidos dos que os outros.

A implementação da UDM impactou positivamente no desenvolvimento do conhecimento da compreensão dos alunos na licencianda, que explicitou concepções alternativas e obstáculos epistemológicos referentes à temática “forças de interação entre partículas”. Também, há indícios que mostram o desenvolvimento do conhecimento das estratégias instrucionais, ao se observar que a licencianda, na 2ª CoRe, propôs a utilização de estratégias diversificadas e coerentes para o ensino do conteúdo.

Notou-se que a realização das tarefas propostas na etapa de elaboração da UDM possibilitou à licencianda reconhecer a importância do ensino dessa temática para a formação dos estudantes, além de ter-se observado uma mudança em sua orientação para o Ensino de Ciências. Inicialmente classificou-se a orientação da licencianda em “didática”, haja vista essa focar a transmissão de fatos. Após a implementação da UDM, foi possível observar uma combinação das orientações “Investigação-guiada” e “Mudança conceitual”. Apesar de se observar essa mescla de orientações, pode-se dizer que as escolhas de procedimentos de ensino foram coerentes com essas orientações.

Sobre o conhecimento da avaliação no Ensino de Ciências foi possível notar que a licencianda apresentou, na 2ª CoRe, uma visão mais ampla da avaliação, repensando a avaliação como processo. Como explicitado, a licencianda passou a destacar a importância da avaliação para verificação da consecução dos objetivos e verificação da aprendizagem dos estudantes. Observou-se, finalmente, a utilização de instrumentos diversificados e não apenas listas de exercícios, como o observado na 1ª CoRe.

Em virtude desses apontamentos, acredita-se que o processo de implementação de uma UDM impactou positivamente no PCK de uma professora de Química em formação inicial, contribuindo para o seu desenvolvimento profissional.

Vale ressaltar que a análise realizada é ainda inicial e que a utilização de apenas um instrumento (a CoRe) pode não revelar informações completas para que seja possível afirmar todas as contribuições da implementação da UDM no PCK de licenciandos. Entretanto, pode-se dizer que os resultados se mostraram bastante promissores e dignos de estudos mais aprofundados. Nesse sentido, elenca-se como perspectivas futuras a investigação do desenvolvimento do PCK em ciclos reiterados de aplicação da UDM e a verificação da influência da experiência prática na elaboração das CoRes.

Referências

BEGO, A. M.; FERRARINI, F. O. C.; MORALLES, V. A. Resignificação dos Estágios Curriculares Supervisionados por meio da Implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. **Educação Química en Punto de Vista**, v. 5, n.1, p. 5-28, 2021.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimento e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 2, p. 500-528, 2015.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. Professores novatos de química e o desenvolvimento do PCK de oxidorredução: influências da formação inicial. **Educación química**, v. 25, n. 3, p. 312-324, 2014.

GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J. F.; MALO, A.; SIMARD, D. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Tradução de Francisco Pereira de Lima. Ijuí: UNIJUÍ, 1998.

GOES, L. F.; NOGUEIRA, K. S.C.; FERNANDEZ, C. A importância dos estágios supervisionados no desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo. **Olhar de professor**, v. 21, n. 2, p. 326-335, 2018.

GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2011.

GROSSMAN, P. L. **The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education**. New York: Teachers College Press, 1990.

HUME, A.; COOPER, R.; BOROWSK, A. (Eds). **Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science**. Singapore: Springer, 2010.

KIND, V. Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. **Studies in Science Education**, v. 45, n. 2, p. 169-204, 2009.

LOUGHRAN, J. MULHALL, P.; BERRY, A. In search of pedagogical content knowledge in Science: developing ways of articulating and documenting professional practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n.4, p. 370-391, 2004.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, L.; BORKO, H. Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. *In*: GESS-NEWSOME, J. LEDERMAN, N. G. (Ed). **Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for Science education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999, p. 95-132.

SÁNCHEZ BLANCO, G.; VALCÁRCEL PÉREZ, M. V. Diseño de Unidades Didácticas en el área de Ciencias Experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, p. 33-44, 1993.

SANMARTÍ, N. **Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria**. Madrid: Síntesis, 2002.

SANTOS JR, J. B.; MARCONDES, M. E. R. Identificando os modelos didáticos de um grupo de professores de química. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 3, p. 101-116, 2010.

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

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

RESUMO

O presente artigo, parte de uma pesquisa mais ampla de doutorado, objetiva, por meio de um estudo de caso qualitativo, investigar o desenvolvimento do PCK de “forças de interações entre as partículas” de licenciandos em Química após passarem pelo processo de implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica (UDM) em uma disciplina de formação de professores. Para tanto, analisou-se, com base nos pressupostos da análise do conteúdo, as respostas de uma licencianda em Química às perguntas da CoRe, um instrumento validado para acessar o PCK de professores. Os resultados são bastante promissores e mostram impactos positivos no PCK da licencianda, por meio do desenvolvimento dos componentes do PCK, segundo o referencial adotado. Foi possível notar que a licencianda desenvolveu alguns conhecimentos, tais como: o Conhecimento do Currículo de Ciências, o Conhecimento das Estratégias Instrucionais, o Conhecimento da Avaliação no Ensino de Ciências, e o Conhecimento da Compreensão dos Estudantes.

Palavras-chave: Formação inicial de professores; Conhecimento Pedagógico do Conteúdo; Ensino de Química.

RESUMEN

Este artículo, que forma parte de una investigación doctoral más amplia, tiene como objetivo, a través de un estudio de caso cualitativo, investigar el desarrollo del PCK de "aislamientos de interacciones entre partículas" de estudiantes de grado en Química tras pasar por el proceso de implementación de una Unidad Didáctica Multiestratégica (UDM) en un curso de formación de profesores. Por tanto, a partir de los supuestos del análisis de contenido, se analizaron las respuestas de un profesor de química a las preguntas del CoRe, instrumento validado para acceder al PCK. Los resultados son muy prometedores y tienen un impacto positivo en el PCK del licenciario, a través del desarrollo de componentes PCK. Se pudo notar que el alumno desarrolló algunos conocimientos, tales como: Conocimiento del Currículo de Ciencias y de Estrategias Instruccionales, Conocimiento de Evaluación en la Enseñanza de Ciencias, Conocimiento de la Comprensión de los Estudiantes.

Palabras clave: formación de profesores; conocimiento del contenido pedagógico; Enseñanza de Química.