

# CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO DE UMA PROFESSORA DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO SOBRE LEI DE HESS

Pablo Micael Castro, Maria Rita Santos

*Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil*

Carmen Fernandez

*Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil*

Sérgio Henrique Leal

*Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC, Santo André-SP, Brasil*

**RESUMO:** O intuito do presente trabalho foi o de investigar o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, da sigla em inglês) de uma professora de química quando esta desenvolveu o tópico Lei de Hess em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública. Nossos dados foram baseados no registro audiovisual das aulas e no preenchimento da ferramenta CoRe - Representação de Conteúdo. Os registros foram transcritos e, juntamente com as respostas do CoRe, efetuou-se a análise de conteúdo, agrupando-se as ideias centrais em categorias a partir do modelo de PCK proposto por Rollnick *et al.* (2008). Os resultados indicam que a professora, possui um PCK deficiente, sobretudo no domínio «conhecimento de conteúdo específico».

**PALAVRAS CHAVE:** Ensino de química, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, Lei de Hess

## OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo investigar o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de uma professora de Química do nível médio de ensino da rede pública de Teresina, Brasil, durante o desenvolvimento do tópico «Lei de Hess», identificando seus conhecimentos com base nas manifestações propostas por Rollnick *et al.* (2008).

## MARCO TEÓRICO

As preocupações atuais com o ensino fazem crescer o interesse para entender a profissão docente e os aspectos relacionados com a sua participação nos processos de ensino e de aprendizagem. Vários autores discutem as diferentes tipologias dos saberes ou conhecimentos necessários para a prática docente. Ensinar é uma tarefa complexa que não se resume à simples transmissão de conceitos, entretanto, o trabalho docente é desvalorizado porque grande parte da sociedade desconhece essa complexidade envolvida no processo de ensino-aprendizagem (Talanquer, 2004). Para Pimenta (1999), são três as

---

categorias que abordam os saberes necessários para saber ensinar: saberes da experiência, saberes do conhecimento e saberes pedagógicos. Gauthier *et al.* (1998) apresentam como categorias dos saberes docentes os saberes disciplinares, curriculares, das ciências da educação, da tradição pedagógica, da experiência e da ação pedagógica.

Mais especificamente no campo do ensino de ciências, Carvalho e Gil-Pérez (2003) apontam as seguintes necessidades formativas dos professores de ciências: conhecer o conteúdo da disciplina, saber preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva, questionar as ideias docentes de senso comum sobre o ensino e a aprendizagem de ciências, adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem de ciências, saber analisar criticamente o ensino tradicional, saber dirigir os trabalhos dos alunos e saber avaliar.

Shulman propôs, em 1986, três conhecimentos necessários ao professor: conhecimento do conteúdo específico, conhecimento do currículo e conhecimento pedagógico do conteúdo. Posteriormente, propôs uma ampliação desses conhecimentos de base necessários à prática docente, totalizando sete, a saber: conhecimento do conteúdo específico, conhecimento pedagógico geral, conhecimento curricular, conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), conhecimento dos alunos e suas características, conhecimento do contexto educacional e conhecimento dos fins, propósitos e valores educacionais.

Dentre estes conhecimentos, Shulman (1987) destaca o PCK, uma vez que esse representa o elo entre o conteúdo e a pedagogia dentro do entendimento de como tópicos particulares, problemas ou questões são organizadas, representadas e adaptadas aos diversos interesses e habilidades dos estudantes, sendo que tal conhecimento é o que diferencia um especialista de um professor de uma determinada área. O autor inclui no PCK os tópicos mais comumente ensinados, suas formas de representação, as mais poderosas analogias, ilustrações, exemplos e demonstrações.

Grossman (1990) é a autora que melhor sistematiza o conceito de PCK. Para ela o PCK depende primordialmente da concepção do professor a respeito dos propósitos para ensinar um conteúdo específico e tal concepção perpassa os demais constituintes do PCK, a saber, o conhecimento da compreensão dos estudantes, o conhecimento do currículo e o conhecimento das estratégias instrucionais. Para a autora, o PCK ocupa uma posição central dentre os conhecimentos de professores, sendo influenciado e influenciando os demais conhecimentos necessários ao professor: conhecimento do conteúdo específico; conhecimento pedagógico geral e conhecimento do contexto.

A partir da definição original, diversos pesquisadores utilizam o conceito de PCK, por vezes sugerindo algumas adaptações. Dentre esses, Rollnick *et al.* (2008) consideram o PCK como um amálgama de quatro domínios: conhecimento do conteúdo específico, conhecimento dos estudantes, conhecimento pedagógico geral e conhecimento do contexto. Estes domínios, quando combinados, geram produtos observáveis em sala de aula, os quais são denominados de manifestações do conhecimento do professor.

Sendo assim, os autores propõem quatro manifestações: Representações do Conteúdo Específico, a qual se refere à habilidade de produzir representações, analogias e metáforas efetivas; Saliência Curricular, correspondente à ênfase dada no processo de ensino; Avaliação, manifestação que envolve as atividades com objetivo de avaliar a aprendizagem dos alunos e Estratégias Instrucionais de Tópicos Específicos, as quais estão relacionadas à mobilização e à organização de recursos para a realização de uma tarefa ou explicação vinculados a um conteúdo específico.

## METODOLOGIA

A pesquisa teve como sujeito uma professora de Química com sete anos de experiência no nível médio de ensino. Para a composição de nosso trabalho, consideramos a sua atuação em uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de ensino da cidade de Teresina, Brasil,

---

ministrando aulas referentes ao conteúdo de Lei de Hess. Tanto professora quanto alunos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, concordando em participar da presente pesquisa.

A coleta de dados se deu em dois momentos: primeiro, o registro audiovisual de duas aulas ministradas pela professora, totalizando uma hora e 17 minutos de filmagem; e segundo, o preenchimento do instrumento CoRe (Loughran *et al.*, 2006), que tem sido a ferramenta

descrita na literatura mais utilizada para o acesso ao PCK de professores. Os registros das aulas foram integralmente transcritos e, juntamente com o CoRe, foram submetidos a uma análise de conteúdo, por meio de análise categorial (Bardin, 1977). Tal procedimento resultou em uma classificação dentro de categorias pré-estabelecidas em torno das quais as falas convergiam em função do conteúdo analisado, representando as unidades de sentido do pensamento da professora investigada. Para a análise dos dados utilizamos como categorias as manifestações do PCK da professora, presentes no modelo que relaciona os domínios de conhecimento do professor com suas manifestações de PCK proposto por Rollnick *et al.* (2008).

## RESULTADOS

### Saliência curricular

No preenchimento do CoRe a professora apontou apenas uma ideia central:

«*aplicação da Lei de Hess*». De acordo com Loughran *et al.*, 2006, esse fato sugere que a docente possui várias ideias sobre o conteúdo que foram englobadas e expressas em apenas uma. No entanto, a partir de sua resposta à primeira questão do CoRe (O que você pretende que os estudantes aprendam sobre esta ideia?) e dos registros audiovisuais, podemos inferir que a professora apresenta uma deficiência no domínio «Conhecimento do Conteúdo Específico», uma vez que não demonstra aspectos teóricos da Lei de Hess, como, por exemplo, a sua relação com ideias como «função de estado», concentrando-se apenas em aspectos quantitativos do conteúdo, principalmente no cálculo da variação da entalpia de uma equação-problema a partir dos valores das entalpias das equações dadas.

Ao trabalhar a segunda questão do CoRe (Por que é importante para os estudantes aprenderem essa ideia?), a professora responde que tal ideia é importante «*para entender que a partir de dados teóricos, é possível se calcular o etapas, mesmo que ela não tenha sido realizada experimentalmente*». Apesar de a professora falar que o H de uma reação só depende dos estados inicial e final, ela não trabalha com o conceito de função de estado, aspecto relevante a ser considerado no conteúdo em questão. Por intermédio da observação das aulas e de suas respostas ao CoRe, foi possível constatar que, apesar de trabalhar com uma introdução teórica explicitando os casos em que a Lei de Hess é utilizada e como utilizá-la, a professora foca principalmente no uso de algoritmos.

### Estratégias instrutivas de tópicos específicos

Ao responder a questão sete do CoRe (Que procedimentos e/ou estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?) a professora afirma que usaria como estratégias de ensino a aula expositiva e dialogada e a contextualização com o cotidiano dos alunos. Pela análise de suas aulas, é possível observar que a professora tenta contextualizar o assunto abordando equações-problemas que trazem reações conhecidas pelos alunos ou, pelo menos, que estão próximas do dia-a-dia dos mesmos, como, por exemplo, a combustão do carbono e a oxidação da glicose. Entretanto, as aulas são predominantemente expositivas e não dialogadas, uma vez que a professora se limita a direcionar perguntas aos

---

alunos que exigem respostas diretas e pontuais, não proporcionando uma discussão mais aprofundada sobre o conteúdo e a consideração de diferentes pontos de vista sobre o mesmo.

## Representação do conteúdo

Para mostrar que a variação de entalpia depende apenas dos estados inicial e final, a professora lança mão de analogias, mostrando que os reagentes seriam o ponto inicial da viagem e que os produtos seriam o ponto final, como mostra o trecho abaixo:

Imagine que você precisa partir daqui para o centro. Então, qual o seu ponto de partida? A Escola Santo Afonso. Seu ponto de chegada? O centro. [...] Não importa se você vai aqui direto pela Kennedy, ou se você vai pela Cidade Jardim, Pedra Mole [...]. O que importa é que o seu ponto de partida é a Escola Santo Afonso e o ponto de chegada é o centro. Ok, gente? Então, para Hess, o final e inicial. Não importa o caminho.

Entende-se por representações do conteúdo não somente analogias e metáforas, mas facilitadores da aprendizagem de uma maneira geral, como, por exemplo, expressões e gestos (Rollnick *et al.* 2008). Sendo assim, podemos considerar o passo-a-passo que a professora realiza com os alunos também como uma representação do conteúdo. O passo-a-passo consiste nas seguintes perguntas: (a) em qual das reações dadas encontramos a substância da reação problema? (b) quantos mols dessa substância temos na equação-problema e quantos mols temos na equação dada? (c) precisamos dessa substância no primeiro ou no segundo membro? A sequência a seguir ilustra o passo-a-passo utilizado pela professora durante a resolução de exercício em sala de aula:

- P: Em qual dessas equações nós achamos carbono grafite, que é a nossa primeira substância da equação-problema?
- A: Na primeira!
- P: Na primeira, né? Olha, nós precisamos de quantos mols de carbono grafite?
- A: Um!
- P: Nós precisamos de um mol de carbono grafite onde? No primeiro ou no segundo membro?
- A: Segundo!
- P: Onde é que o carbono grafite se encontra?
- A: Primeiro [membro]!

## Avaliação

A professora utilizou basicamente a resolução de exercícios referentes ao conteúdo de Lei de Hess para avaliar a compreensão dos alunos sobre o cálculo da variação de entalpia. Na primeira aula ela apresentou uma equação-problema e a respondeu como exemplo para os alunos. Na aula posterior, apresentou duas equações-problema e propôs que os alunos as respondessem. Ao final da realização das atividades de exercício foi realizada uma prova, a qual continha duas questões sobre o conteúdo Lei de Hess. Tais questões eram similares às questões utilizadas pela professora como exemplo e às dos exercícios respondidos pelos alunos. Por intermédio das aulas assistidas é possível observar que a professora apresenta um processo de avaliação coerente, cobrando nas provas o mesmo que é trabalhado em sala de aula.

---

## CONCLUSÕES

A partir das análises realizadas é possível constatar que a professora apresenta uma deficiência na manifestação «saliência curricular», uma vez que enfoca apenas no cálculo da variação de entalpia, não trabalhando ideias como função de estado e conservação de energia, as quais estão intimamente relacionadas com a Lei de Hess. Na manifestação «estratégias instrutivas» contextualiza o conteúdo utilizando-se de reações presentes no cotidiano dos alunos.

No que se refere à manifestação «representação do conteúdo», a professora apresenta um grande domínio, utilizando-se de analogias e realizando um passo-a-passo que facilita o aprendizado do aluno. Apesar de ser mais recomendada para equações-problemas fáceis, a estratégia desenvolvida pela professora faz com que os alunos ganhem confiança, preparando- os para equações-problemas mais difíceis. Finalmente, na manifestação «avaliação» a professora trabalha com métodos que se resumem a exercícios, cobrando quase que exclusivamente cálculo de variação de entalpia, o que seria um reflexo da manifestação «saliência curricular».

De um modo geral, o CoRe preenchido pela professora está em consonância com a prática realizada em sala de aula. Constatamos que as deficiências apresentadas pela

professora tem sua origem nos domínios «conhecimento do conteúdo específico» e «conhecimento dos alunos», que refletem diretamente nas manifestações «saliência curricular» e «avaliação». Apesar de apresentar alguns pontos positivos, como as contextualizações, analogias e representações, a professora apresenta um PCK deficiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Martins Fontes.
- Carvalho, A. M. P.; Gil-Perez, D. (2003) *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez.
- Gauthier, C; Martineau, S.; Desbiebs, J.; Lima, F. P.; Malo, A. (1998). *Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber*, Unijuí: Ed da Unijuí.
- Grossman, P. L. (1990) *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Loughran, J.; Berry, A.; Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Netherlands: Sense Publishers.
- Pimenta, S. G. (1999). *Saberes pedagógicos e atividade docente*. São Paulo: Cortez.
- Rollnick, M.; Bennett, J.; Rhemtulla, M.; Dharsey, N.; Ndlovu, T. (2008). The place of subject matter knowledge in pedagogical content knowledge: a case study of South African teachers teaching the amount of substance and chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1365-1387.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), pp. 1-22.
- Talanquer, V. (2004) Formación docente: Qué conocimiento distingue a los Buenos maestros de química? *Educación Química*, 15(1), pp 60-66.