

O conhecimento pedagógico do conteúdo de um professor do Ensino Superior sobre conceitos de “Cinética Enzimática”

*Robson Macedo Novais¹ (PG) e Carmen Fernandez¹ (PQ)

1 - PEQuim – Pesquisa em Ensino de Química – Instituto de Química da Universidade de São Paulo
Av. Prof. Lineu Prestes, 748 - Butantã - São Paulo - SP, CEP: 05508-900 - Bloco 07 Superior - Sala 0773
*robson@iq.usp.br

Palavras-Chave: conhecimento de professores, PCK, cinética enzimática.

RESUMO:

Em 1987, ao discutir sobre os conhecimentos que um professor deve possuir, Shulman destacou, entre um conjunto de conhecimentos, o conhecimento pedagógico do conteúdo, em inglês Pedagogical Content Knowledge (PCK). Trata-se de um conhecimento específico do professor que lhe diferencia como profissional do ensino e fundamenta sua capacidade de transformar o conteúdo específico em conteúdo a ser ensinado. Nossa pesquisa busca acessar indícios do PCK de um professor universitário sobre conceitos relacionados ao tema “cinética enzimática”. Para isso, utilizamos o instrumento CoRe, denominado “Representação do Conteúdo”, que tem sido bastante utilizado nas investigações sobre PCK (LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004). Esse instrumento foi aplicado ao professor e suas respostas foram analisadas pelos investigadores. Os resultados revelaram indícios do PCK desse professor, que utiliza os conteúdos conceituais como meios para que os estudantes compreendam os fenômenos envolvidos na catálise enzimática, além de valorizar a atuação dos estudantes no processo de aprendizagem.

INTRODUÇÃO

Em 1987, ao discutir sobre os conhecimentos que um bom professor deve possuir, Shulman destacou, entre um conjunto de conhecimentos, o conceito de conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK). Trata-se de um conhecimento particular do professor que transcende o domínio de uma matéria específica e engloba elementos dos conhecimentos pedagógicos, do conteúdo, dos estudantes e do contexto ambiental da aprendizagem.

O PCK fundamenta a capacidade do professor de transformar o conteúdo específico em conteúdo para ser ensinado através de situações de aprendizagem que possibilitem a construção significativa de novos conhecimentos em diferentes contextos de ensino.

A idéia de que existe um conhecimento específico do professor despertou o interesse de diversos pesquisadores no campo do conhecimento profissional docente e, especificadamente sobre o PCK, duas grandes áreas de estudos foram identificadas. A primeira linha de investigação refere-se aos estudos sobre como professores reconhecidamente competentes construíram seus conhecimentos sobre o ensino e a segunda tem seu foco na elaboração e desenvolvimento do PCK durante a formação inicial de professores.

No âmbito dessas pesquisas, a identificação e o acesso ao PCK tem configurado uma importante estratégia para elucidar seus componentes e conhecer os processos envolvidos na sua constituição. Sobre esse assunto, Talanquer (2004) afirma que os programas de formação de professores necessitam abrir espaços para reflexões sobre o que denomina “as peças chaves do conteúdo a ensinar”, assumindo como referencial de análise os conceitos de PCK.

Considerando esses pressupostos, buscamos nesse trabalho acessar e documentar o PCK de um professor universitário reconhecidamente competente. Esse professor despertou nossa atenção pela repercussão positiva de suas aulas no discurso de estudantes que cursaram uma das disciplinas ministrada por ele.

Ao conhecermos suas dinâmicas de ensino e seu repertório profissional, nos seus mais de 40 anos de docência, reconhecemos o potencial do PCK desse professor como objeto de investigação. Nesse sentido, propomos acessar e documentar o seu PCK sobre conteúdos pertinentes ao tema “Cinética Enzimática”. Para isso utilizaremos o instrumento CoRe – Representação do Conteúdo -, proposto por Loughran et al. (2004). Esse instrumento é composto por um conjunto de oito questões que estimulam o professor a refletir sobre o ensino e a aprendizagem de um conteúdo específico.

A NATUREZA CONCEITUAL DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO (PCK)

Os conhecimentos necessários para a docência assim como os processos envolvidos em sua construção e desenvolvimento têm sido objeto de diversos estudos no campo do conhecimento profissional docente. Nesse contexto, o conceito de conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) tem recebido atenção especial pela comunidade científica e transita por diferentes áreas do conhecimento fundamentando as reflexões sobre a profissionalização docente.

Introduzido por Lee Shulman e colaboradores em 1987, o PCK versa sobre um conhecimento tácito e particular do professor. Esse Conhecimento direciona e fundamenta as decisões do professor diante do processo de ensino e aprendizagem em um contexto definido. Para o autor, o PCK de conteúdos regularmente ensinados pelo professor caracteriza-se:

“pelas formas mais úteis de representação das idéias, das analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações mais poderosas; em poucas palavras; as formas de representação e formulação do tema para fazê-lo compreensível aos outros” (Shulman, 1987, p9.)

Após sua introdução, o PCK tem sido objeto de investigação para diversos pesquisadores (GESS-NEWSOME, 1999; van DRIEL *et al.*, 1998; MAGNUSSON *et al.*, 1999; TALANQUER, 2004; BOLIVAR, 2005; PARK E OLIVER, 2008) que o destacam como um corpo de conhecimentos típico do professor para o ensino, por articular a combinação entre os conhecimentos pedagógicos e os conhecimentos sobre o conteúdo na atividade de ensino.

Para Cochran (1993), o PCK é articulação simultânea entre quatro conhecimentos específicos do professor: o pedagógico, o da matéria, o das características dos alunos e o conhecimento relacionado ao contexto ambiental. Tais conhecimentos permitem a corporificação de um conjunto de estratégias para o ensino de um conteúdo específico com o propósito de motivar, surpreender, despertar a curiosidade, gerar interesse e dar sentido à aprendizagem (TALANQUER, 2004).

Ao tratar sobre o PCK, Park e Oliver (2008) o definem como “*a compreensão e a atitude dos professores em ajudar um grupo de alunos a compreender o conteúdo específico utilizando múltiplas estratégias*”. Com essa perspectiva, van Driel, Veal e Janssen (1998) sugerem que quanto mais representações e estratégias os professores tivessem a sua disposição e melhor for seu entendimento sobre a aprendizagem dos estudantes, mais efetivamente eles poderiam ensinar. Esse repertório profissional aumenta a flexibilidade com que um professor aborda um determinado conteúdo para grupos distintos de estudantes em diferentes contextos (SHULMAN, 1987).

Na tentativa de situar o PCK diante dos outros domínios do conhecimento profissional proposto por Shulman (1987), Grossman (1990) sistematizou o PCK em quatro componentes: i) o Conhecimento dos Propósitos do Ensino; ii) o Conhecimento Curricular do Conteúdo; iii) o Conhecimento das Estratégias; e o iv) o Conhecimento dos Alunos.

No Conhecimento dos Propósitos do Ensino se manifestam os valores pessoais e ideológicos que o professor atribui à sua prática de ensino e que, portanto, tem caráter avaliativo, comparativo e de juízo diante da seleção de conteúdos e estratégias que o professor considera importantes para o ensino. O Conhecimento Curricular do Conteúdo contempla o repertório de informações e recursos curriculares disponíveis para estruturar situações de ensino que estimulem a construção de conhecimentos sobre um conteúdo específico. O Conhecimento das Estratégias compreende a forma como o professor representa o conteúdo, seu repertório de exemplos, demonstrações, experimentos, metáforas, analogias e atividades que tornam o conteúdo mais acessível ao aluno. E por fim, o Conhecimento dos Alunos diz respeito às características, concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem dos alunos.

A partir da proposição de Grossman (1990), diversos autores propuseram modelos que buscam caracterizar os componentes do PCK, entre eles destacamos o Modelo do PCK para o ensino de ciências de Magnusson *et al.* (1999), o Modelo Hexagonal do PCK de Park e Oliver (2008) e o Modelo do PCK proposto por Rollnick *et al.* (2008).

A idéia de que existe um conhecimento na prática do professor tem impulsionado uma variedade de pesquisas que buscam estudar os saberes docentes de um bom professor, as características de sua abordagem em diferentes contextos, sua capacidade de mediar e de propor atividades de ensino. Para Fenstermacher (1994), esse conhecimento necessita ser estudado e catalogado com a intenção de construir uma base de dados qualitativos de estudos realizados em ambiente natural de ensino. Esses estudos e documentos configuram uma importante fonte de informações para a compreensão dos processos envolvidos na construção do PCK e para elucidação dos seus componentes.

O ACESSO AO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO

O PCK configura uma importante fonte de dados, informações e estratégias para refletir sobre a prática docente e aperfeiçoar os cursos de formação inicial e continuada de professores. No entanto, acessar o PCK de um professor é um processo complexo que exige a identificação de conhecimentos implícitos em contextos concretos de ensino.

Sobre o acesso ao PCK, Bexter e Lederman (1999) descrevem como fontes para se extrair esse Conhecimento, provas e testes elaborados pelo professor, observação da sala de aula, mapas conceituais, representações pictóricas, entrevistas e avaliação de múltiplos métodos.

A análise do conteúdo de planejamentos de ensino também tem sido utilizada como metodologia para reconhecer e acessar o PCK de professores em serviço e de estudantes de cursos de licenciatura, e essa tem se configurado como uma importante estratégia para investigações sobre PCK (AALTONEM e SONMUNEN, 2005; ELIAS e FERNANDEZ; 2010).

Os diários de bordo também podem ser utilizados como fonte para identificar elementos do PCK. O registro de suas observações, a avaliação das manifestações de seus planejamentos em aulas reais e sua avaliação pessoal sobre a evolução da aula,

estimula a reflexão do professor sobre sua prática e configura um espaço privilegiado para a explicitação de suas crenças e concepções sobre as diversas dimensões do ensino.

Na busca pelo reconhecimento e captura do PCK, Loughran et al. (2004) propuseram um instrumento diagnóstico para esse fim, que é denominado “Representação do Conteúdo” (CoRe, do inglês Content Representation). O CoRe constitui um conjunto de perguntas direcionadas ao professor que busca explicitar suas idéias centrais sobre um conteúdo específico. Tais perguntas abrangem diversos fatores que implicam no ensino e na aprendizagem desse conteúdo considerando aspectos pedagógicos e conceituais. O instrumento CoRe está representado na Tabela 1.

Tabela 1 - O instrumento CoRe - Representações de Conteúdo - (LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004).

	Conteúdo específico			
	Ideias/ Conceitos Centrais relacionados a esse conteúdo			
	Ideia I	Ideia II	Ideia III	Etc
1. O que você pretende que os alunos aprendam sobre esta ideia?				
2. Por que é importante para os alunos aprender esta ideia?				
3. O que mais você sabe sobre esta ideia?				
4. Quais são as dificuldades e limitações ligadas ao ensino desta ideia?				
5. Que conhecimento sobre o pensamento dos alunos tem influência no seu ensino sobre esta ideia?				
6. Que outros fatores influem no ensino dessa ideia?				
7. Que procedimentos/ estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?				
8. Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou a confusão dos alunos sobre esta ideia?				

A confecção do CoRe pode ser realizada em grupo ou individualmente e sua aplicação pode ser feita na forma de um questionário, em que os professores devem preencher o quadro apresentado na tabela 1, ou através de entrevistas. Uma outra estratégia é solicitar o preenchimento do instrumento e, posteriormente, realizar uma entrevista para explorar as respostas fornecidas pelo professor. O CoRe é tanto uma ferramenta de pesquisa para se acessar a compreensão sobre o ensino de um conteúdo, como uma estratégia para estimular o raciocínio pedagógico do professor e promover uma possível ampliação do seu PCK.

As respostas fornecidas pelos professores para as questões do CoRe podem revelar indícios de seu PCK sobre um conteúdo específico e a partir da análise criteriosa dessas respostas esses indícios podem ser observados e documentados. Considerando o potencial desse instrumento nas investigações sobre o PCK, solicitamos ao professor sujeito de nossa investigação que selecionasse um conjunto de idéias centrais associadas ao ensino de conceitos pertinentes ao tema “Cinética enzimática” e respondesse as perguntas propostas no CoRe para cada uma dessas ideias.

METODOLOGIA: CONTEXTO DA PESQUISA

Essa investigação foi realizada em ambiente natural de aprendizagem e as respostas para as questões do CoRe foram elaboradas considerando a atuação de um

professor quando ensina conceitos relativos ao tema “Cinética Enzimática” na disciplina “QBQ 0215 – Bioquímica Estrutura e Metabolismo de Biomoléculas”, que foi ministrada, no segundo semestre de 2011, para os estudantes do primeiro ano do curso Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo (USP). Esse curso é oferecido em período integral e possui duração de 5 anos, ou seja, 10 semestres.

O objetivo dessa disciplina é proporcionar aos estudantes uma visão global dos princípios gerais de bioquímica através da introdução, exemplificação e discussão de conceitos fundamentais dessa ciência, procurando capacitá-lo para enfrentar e resolver problemas teóricos e práticos, com o auxílio da bibliografia básica.

Essa é uma disciplina fundamental na grade curricular do curso de Farmácia e Bioquímica, por isso possui uma carga horária de 12 horas semanais. A turma foi composta por 30 estudantes, entre os ingressantes em 2011 e outros, que solicitaram por algum motivo cursar a disciplina e tiveram seu pedido deferido. No primeiro dia de aula todos os estudantes da disciplina receberam algumas orientações sobre a disciplina; uma apostila com o calendário e alguns materiais complementares, e um livro de bioquímica básica, o qual um dos autores foi o professor investigado.

O conteúdo abordado na disciplina compreende os conceitos fundamentais da bioquímica e foram organizados em torno dos seguintes eixos temáticos: i) conceitos básicos, proteínas e enzimas; ii) estrutura de carboidratos e lipídeos; iii) principais vias metabólicas, e vi) regulação do metabolismo.

O PROFESSOR DA DISCIPLINA

O professor investigado é Biólogo (Bacharel e licenciado), possui doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica) pela Universidade de São Paulo (1972) e pós-doutorado pela Université Catholique de Louvain (1987). Foi professor do Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo de 1968 a 2008, atuando principalmente nos seguintes temas: Microsoma, Síntese protéica, Membrana e Ensino de Bioquímica, com ênfase nesse último.

Atualmente é professor aposentado no mesmo instituto, revisor de periódico da Biochemistry and Molecular Biology Education, revisor de periódico da Química Nova (Impresso) e revisor de periódico da Química Nova na Escola. É um dos autores de um renomado livro de bioquímica geral, desenvolveu diversos materiais de apoio para o ensino de bioquímica e ministra anualmente cursos de extensão e disciplinas com temas relacionados à bioquímica.

Nesse sentido, se trata de um professor com longa experiência, que acumula conhecimentos construídos em mais de 40 anos de docência e pesquisa e que, portanto, pode apresentar um imenso repertório didático.

COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

O professor recebeu duas vias do instrumento CoRe impressas. As duas vias possuíam espaço para a seleção de seis idéias centrais e espaço adequado para que o professor pudesse elaborar suas respostas para cada questão do CoRe. O professor foi orientado sobre os propósitos do instrumento e convidado a responder as questões propostas de forma manuscrita. O instrumento foi deixado com ele e recolhido no dia seguinte pelos pesquisadores. As respostas para cada questão do CoRe associadas as ideias centrais foram transcritas com fidelidade, lidas por diversas vezes pelos pesquisadores, interpretadas e analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao preencher o CoRe, o professor selecionou três ideias centrais associadas ao ensino de “Cinética Enzimática” no contexto de uma disciplina de bioquímica ministrada para estudantes do curso de Farmácia-Bioquímica. A saber, essas ideias são: ideia I – Especificidade da catálise, ideia II – Velocidade da Catálise em função da concentração de substrato e ideia III – Regulação por: a) alosteria e b) modificação covalente. Essas ideias parecem definir a base de conhecimentos para a compreensão dos fenômenos envolvidos na catálise enzimática, processo responsável pela manutenção da vida celular, conforme descreve Marzzoco e Torres, 2010:

A manutenção da vida celular depende da contínua ocorrência de um conjunto de reações químicas, que devem atender a duas exigências fundamentais: (1) devem ocorrer em velocidades adequadas à fisiologia celular – a insuficiência na produção ou na remoção de metabólitos pode levar a condições patológicas, e (2) precisam ser altamente específicas de modo a gerar produtos definidos. Pág. 55

Tabela 2 - Resposta para a questão 1 do CORE para as três ideias selecionadas

IDEIAS CENTRAIS	IDEIA I	IDEIA II	IDEIA III
QUESTÃO 1	Especificidade da catálise	Velocidade da catálise em função da concentração de substrato	Regulação por: 1 – Alosteria, 2 modificação covalente
O que você pretende que os estudantes aprendam sobre esta ideia?	1) que cada reação no organismo ocorre porque existe uma enzima específica. 2) Que há graus de especificidade. 3) que a especificidade é dependente da estrutura da proteína enzimática.	1) que as enzimas são compostos químicos. 2) que a reação enzimática está subordinada aos equilíbrios químicos de suas etapas. 3) que as velocidades variam em função da [S] e que se pode medir a afinidade das enzimas pelos substratos.	1) que a catálise pode ser regulada. 2) que essas regulações são a forma principal de regular o metabolismo. 3) que é uma das formas de atuação dos hormônios.

Nas repostas para a primeira questão do CoRe o professor enfatiza os fenômenos relacionados à catálise enzimática em detrimento de conteúdos conceituais específicos. Esses últimos parecem ser utilizados como meios para que os estudantes compreendam esses fenômenos. Nessa perspectiva, os conceitos de enzima, compostos químicos, reação química, equilíbrio químico e velocidade de reações químicas parecem ser fundamentais para que os processos bioquímicos associados ideias I, II e III sejam compreendidos.

Tabela 3 - Resposta para a questão 2 do CORE para as três ideias selecionadas

IDEIAS CENTRAIS	IDEIA I	IDEIA II	IDEIA III
QUESTÃO 2	Especificidade da catálise	Velocidade da catálise em função da concentração de substrato	Regulação por: 1 – Alosteria, 2 modificação covalente
Por que é importante para os estudantes aprender esta ideia?	1) Para remover a ideia constante de uma ação “mágica” das enzimas. 2. Para perceber que o metabolismo só é viável por que as reações entre milhares de [...]	1) para entender que as reações metabólicas tem velocidades limitantes. 2) como decorrência de 1, que o metabolismo não pode ser aumentado linearmente com o aumento de nutrientes.	1) para entender por que engordamos ou emagrecemos. 2) para entender como hormônios do tipo insulina, glucagon e epinefrina regulam o metabolismo normal. 3) para entender as disfunções hormonais, diabetes. Etc.

Novamente, na questão 2, o professor chama atenção para os fenômenos bioquímicos associados à catálise enzimática e reconhece o conhecimento das três idéias como fundamentais para a compreensão do “metabolismo”, palavra que aparece nas três respostas. Na idéia I, o professor chama a atenção para as inúmeras reações químicas que compõem as vias metabólicas e complementa na idéia II que, essas reações possuem velocidades limitantes. Ele salienta ainda, a relação entre a velocidade limitante com o aumento do metabolismo em função do aumento de nutrientes. Na resposta para a idéia III o professor destaca a função de hormônios, como a insulina e o glucagon, na regulação do metabolismo normal.

A evolução dessas respostas para cada uma das idéias sugere que o professor segue uma lógica curricular que parte de conhecimentos menos complexos para conhecimentos mais complexos. Na idéia I ele destaca o papel das enzimas nas reações químicas, na idéia II destaca o papel da concentração de substrato na velocidade da reação e na idéias III como essas reações são reguladas em um metabolismo normal e as conseqüências de possíveis disfunções hormonais.

Tabela 4 - Resposta para a questão 3 do CORE para as três idéias selecionadas

IDEIAS CENTRAIS	IDEIA I	IDEIA II	IDEIA III
QUESTÃO 3	Especificidade da catálise	Velocidade da catálise em função da concentração de substrato	Regulação por: 1 – Alosteria, 2 modificação covalente
O que mais você sabe sobre esta ideia?	Alguns detalhes e alguns aprofundamentos		

O professor não desenvolveu uma resposta para a questão 3. Esse pode ser um indício de que ele desconhece maiores detalhes das ideias selecionadas, o que é pouco provável em função de seu currículo profissional, ou considera irrelevante ou inviável realizar tais aprofundamentos no contexto dessa disciplina.

Tabela 5 - Resposta para a questão 4 do CORE para as três idéias selecionadas

IDEIAS CENTRAIS	IDEIA I	IDEIA II	IDEIA III
QUESTÃO 4	Especificidade da catálise	Velocidade da catálise em função da concentração de substrato	Regulação por: 1 – Alosteria, 2 modificação covalente
Quais são as dificuldades e limitações ligadas ao ensino desta ideia?	1) A necessidade de conhecer bem a estrutura protéica. 2) mostrar o gradiente de especificidade encontrado entre as enzimas e compará-los com os catalisadores inorgânicos.	1) O conceito de equilíbrio químico. Esta é a maior dificuldade encontrada em todo o estudo com enzimas.	1) De novo o equilíbrio químico. 2) Flexibilizar o conceito de alostéricos positivos e negativos que atuam segundo suas concentrações e não como tudo ou nada.

Sobre as dificuldades e limitações dos estudantes ligadas às idéias centrais o professor destaca a deficiência na compreensão de conceitos ou falta de alguns conhecimentos prévios como os principais fatores que impedem a compreensão da idéia I. Em relação às idéias II e III, a compreensão do conceito de equilíbrio químico é a principal fonte dessas dificuldades.

O conceito de equilíbrio químico é fundamental para que os estudantes compreendam o conceito de velocidade de uma reação e suas implicações nas reações enzimáticas. Esse conceito também sustenta a base para a compreensão da

equação de Michaelis-Menten, que descreve matematicamente os fenômenos cinéticos que ocorrem em uma reação enzimática.

Tabela 6 - Resposta para a questão 5 do CORE para as três ideias selecionadas

IDEIAS CENTRAIS	IDEIA I	IDEIA II	IDEIA III
QUESTÃO 5	Especificidade da catálise	Velocidade da catálise em função da concentração de substrato	Regulação por: 1 – Alosteria, 2 modificação convulente
Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre esta ideia?	1) os estudantes trazem uma concepção mágica do papel das enzimas, em lugar de concebê-las como meros compostos químicos cujas ações é subordinada as leis da química.	1) De novo, o equilíbrio químico. Os estudantes imaginam que só podem existir enzimas livres se sua concentração for maior do que a do substrato. Isto é, apesar da representação (= setas de equilíbrio) concebem a reação como irreversível.	1) Sobre alosteria não apareceram conceitos prévios, a não ser aqueles relacionados com equilíbrio químico. 2) Sobre hormônios revelam idéias do senso comum, de uma atuação sistêmica, inespecífica e não associadas a órgãos e tecidos.

Na resposta para a idéia I, o professor destaca uma concepção alternativa dos estudantes sobre o papel das enzimas na catalise enzimática e afirma que as enzimas nem sempre são reconhecidas pelos estudantes como compostos químicos. Essa concepção pode estar associada aos esquemas e figuras de enzimas e reações enzimáticas, que em geral, são representadas como figuras sólidas e uniformes como uma possibilidade de encaixe.

O conceito de equilíbrio químico também aparece nessa questão, como um conhecimento prévio importante para que os estudantes compreendam conceitos referentes à cinética enzimática.

Tabela 7 - Resposta para a questão seis do CORE para as três idéias selecionadas

IDEIAS CENTRAIS	IDEIA I	IDEIA II	IDEIA III
QUESTÃO 6	Especificidade da catálise	Velocidade da catálise em função da concentração de substrato	Regulação por: 1 – Alosteria, 2 modificação convulente
Que outros fatores influem no ensino dessa ideia?	1) a concepção de que uma reação irreversível pode tornar-se reversível por ação de outra enzima. Isto é, há uma confusão entre a termodinâmica da reação e sua cinética. Essa resposta também vale para a questão 5.	1) A dificuldade de interpretar um gráfico. Neste caso, a curva de Michaelis-Menden. Os estudantes em grande maioria introduzem na interpretação a variável tempo, que não existe. Essa resposta também vale para a questão 5.	1. Não detecto outros fatores relevantes.

A resposta para a questão 6 parece complementar a resposta dada para a questão 5. Nela o professor apresenta uma nova concepção alternativa e uma dificuldade que limitam a aprendizagem dos estudantes. A resposta dessa questão para a idéia II evidencia uma dificuldade que pode gerar uma concepção alternativa sobre a velocidade da catálise, que depende da concentração do substrato e não do tempo, como alguns estudantes acreditam. A curva de Michaelis-Menden é plotada relacionando a velocidade em função da concentração de substrato. Essa concepção

alternativa pode estar associada ao fato de que, em geral, os gráficos de velocidade, apresentados em outros contextos de ensino, são plotados em função do tempo.

Tabela 8 - Resposta para a questão sete do CORE para as três idéias selecionadas

IDEIAS CENTRAIS	IDEIA I	IDEIA II	IDEIA III
QUESTÃO 7	Especificidade da catálise	Velocidade da catálise em função da concentração de substrato	Regulação por: 1 – Alosteria, 2 modificação covalente
Que procedimentos/estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?	Tenho que responder de maneira global. O procedimento é sempre tentar fazer emergir os conceitos que trazem ou que estão formando. Isto é feito acompanhando com questões o estudo, propondo questões para que discutam e estimulando sua participação oral. Para que manifestem seus fundamentos. A estratégia principal é sempre oferecer problemas para serem resolvidos em grupos pequenos ou médios.		

Essa questão foi respondida de maneira global e compreende as três idéias centrais. O ensino dos novos conceitos ocorre a partir dos conhecimentos que os estudantes já possuem ou estão formando. A manifestação desses conhecimentos prévios ocorre nas discussões em grupo, onde os estudantes são estimulados a participarem e manifestarem suas opiniões. Essa abordagem sugere uma tendência do professor por estratégias de ensino centradas nos estudantes, que passam a assumir uma postura ativa no processo de ensino e aprendizagem. O trabalho em pequenos e médios grupos possibilita aos estudantes trocarem informações e discutir dúvidas coletivamente.

Tabela 9 - Resposta para a questão oito do CORE para as três idéias selecionadas

IDEIAS CENTRAIS	IDEIA I	IDEIA II	IDEIA III
QUESTÃO 1	Especificidade da catálise	Velocidade da catálise em função da concentração de substrato	Regulação por: 1 – Alosteria, 2 modificação covalente
8 - Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou a confusão dos alunos sobre esta ideia?	De novo, tenho que responder de maneira geral. O diagnóstico é feito ouvindo os estudantes. Isso se passa durante o estudo e nas discussões. Quanto mais oportunidades eles tem de falar, maior a possibilidade de detecção de conceitos alternativos e maiores as possibilidades de correção.		

A avaliação da compreensão dos estudantes sobre as idéias centrais é realizada durante as discussões em grupo. A medida que os estudantes expõem suas idéias nessas discussões surgem concepções alternativas que podem ser corrigidas com o apoio do professor e do próprio grupo. Essa abordagem estimula a socialização das dificuldades e de concepções alternativas, o que pode colaborar com a aprendizagem de todos os estudantes do grupo.

CONCLUSÕES

O professor selecionou três “ideias centrais” sobre o tema “cinética enzimática” para preencher o CoRe: i) ideia I - Especificidade da catálise, ii) ideia II - Velocidade da catálise em função da concentração de substrato, iii) ideia III - Regulação por: a)

Alosteria, b) modificação covalente. Essas idéias parecem sustentar a base de conhecimentos para a compreensão da catálise enzimática, o que pode revelar um conhecimento profundo do professor sobre conteúdos conceituais e sobre a abordagem desses conceitos em situações de aprendizagem que estimulem os estudantes a construir seus próprios conhecimentos.

As respostas elaboradas no CoRe sugerem que o professor organiza os conceitos a partir de uma lógica curricular que parte de conceitos menos complexos para os mais complexos. Essas respostas também nos permitem inferir que o professor utiliza conceitos específicos, como o de enzima, reação química, equilíbrio e outros, como um meio para que os estudantes compreendam os fenômenos envolvidos na catálise enzimática, ou seja, a aprendizagem de conceitos específicos não parece ser o objetivo do ensino para esse professor e sim a compreensão da lógica que rege esses fenômenos.

O professor apresenta indícios de possuir conhecimentos sobre a compreensão dos estudantes para a aprendizagem do tema “cinética enzimática” e destaca concepções alternativas, deficiências conceituais e limitações que dificultam o ensino e aprendizagem das ideias associadas à esse tema. Vale destacar o papel fundamental do conceito de equilíbrio químico que é destacado pelo professor como necessário para compreensão dos fenômenos envolvidos na catálise enzimática.

A opção por estratégias de ensino que valorizam a interação entre os estudantes e a discussão coletiva revela uma tendência desse professor por uma abordagem de ensino centrada no estudante, que assume um papel ativo na construção de sua própria aprendizagem e na aprendizagem de seus colegas. A avaliação é realizada durante as discussões em grupo, pois nesse processo os estudantes são estimulados a expor suas opiniões e compreensões sobre os conceitos estudados.

O professor investigado demonstra possuir sólidos conhecimentos sobre os conceitos associados ao tema “cinética enzimática” e sobre o ensino desses conceitos para esse grupo de estudantes. As opiniões manifestas pelo professor no CoRe nos permite inferir que ele possui uma lógica de ensino sistematizada e enfatiza a participação dos estudantes em discussões coletivas como a principal estratégia para o ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALTONEN, K e SORMUNDEN, K. A. Systematic approach to trace science student teacher' PCK. **Atas do ESERA**, Barcelona; 2005, p. 751-753.

BOLÍVAR, A. Conocimiento didáctico Del contenido y didáticas específicas. **Revista de curriculum y formación Del profesorado**, vol.2,n. 9, p. 1-39, 2005.

COCHRAN, K.F., DERUITER, J.A., KING, R.A., “Pedagogical content knowing: an integrative model for teacher preparation.” **Journal of teacher Education**, v. 44, n.15 p. 263-272, 1993.

ELIAS, P.G. ; FERNANDEZ, C. . Alguns flashes do conhecimento pedagógico do conteúdo de quatro licenciandas em Química: um estudo de caso. In: 33a. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2010, Águas de Lindóia. **Caderno de Resumos da 33a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. São Paulo : Sociedade Brasileira de Química, 2010. v. 1. p. EDU-118-EDU-118.

FENSTERMACHER, G. The Knower and the known: the nature of knowledge in research on teaching. **Review of Research in Education**, Washington, v.20, n.3, p. 3-56, 1994.

GESS-NEWSOME, J. Pedagogical content knowledge: na introduction and orientation. In J. Gess-Newsome e N. G. Lederman (EDS. **EXAMINING PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE: THE CONSTRUCT AND ITS IMPLICATIONS FOR SCIENCE EDUCATION**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, V.6, n. 3, p.3-17, 1999.

GIL-PÉREZ, D. & CARVALHO, A.M.P. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações.**: 8ª ed. São Paulo:Cortez, 1993 .120p.

GIROTTO JR., G. ; FERNANDEZ, C. . Reflexão e desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: de licenciando a professor de Química. In: VII ENPEC ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, FLORIANÓPOLIS. **Anais do VII ENPEC**, Florianópolis, SC: ABRAPEC, 2009. p. 441-441.

GROSSMAN, P. L. **The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education**, 2 ed. New York: Teacher College Press, 1990. 102 p.

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.

MAGNUSSON, S; KRAJICK, J.; BORKO, H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In **JULIE GESS-NEWSOME E N. G. LEDERMAN (ORG.). EXAMINING PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE: THE CONSTRUCT AND ITS IMPLICATIONS FOR SCIENCE EDUCATION**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, V.6, n. 3, p.95-132, 1999.

MARZZOCO, A., TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 3 ed: Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 386 p.

PARK, S; OLIVER, S. revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as conceptual toll to understand teachers as professionals. **Research Science Education**, v. 2, n. 38,. p. 261-284,2008.

ROLLNICK, M., BENNETT, J., RHEMTULA, M., DHARSAY, N. e NDLOVU, T. 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**, v. 30, n. 10, p 1365-1387, 2008.

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

TALANQUER V., "Formación docente: ¿ Qué conocimiento distingue a los Buenos maestros de química?" **Educación Química**, v. 15, n. 1, p. 60-66, 2004.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**, 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

van DRIEL, J.H.; VERLOOP, N.; de VOS, W. "Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge". **Journal of Research in Science Teaching**. v. 35, n. 6, p. 673-695, 1998.