UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA

INSTITUTO DE QUÍMICA

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Aroldo Nascimento Silva

Um professor de Química e dois contextos escolares:

o conhecimento pedagógico do conteúdo em ação

São Paulo

2012

Aroldo Nascimento Silva

Um professor de Química e dois contextos escolares:

o conhecimento pedagógico do conteúdo em ação

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carmen Fernandez

São Paulo

2012

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**

Silva, Aroldo Nascimento

Um professor de Química e dois contextos escolares: o conhecimento pedagógico do conteúdo em ação. – São Paulo, 2012.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Carmen Fernandez

Área de Concentração: Química

Unitermos: 1. Formação de Professores; 2. Desenvolvimento Profissional; 3. Pedagogia.

USP/IF/SBI-057/2012

SILVA, Aroldo Nascimento

Um professor de Química e dois contextos escolares: o conhecimento pedagógico do conteúdo em ação.

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já têm a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos.

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

A escrita da presente pesquisa foi possível pelo compartilhamento de ideias e experiências junto a pessoas que se disponibilizaram a ouvir e dividir com generosidade seus conhecimentos. Assim, por ser este, o fruto de um trabalho realizado por mim, mas constituído da soma de pensamentos diversos, agradeço:

A Deus, pela força e por me colocar nos trilhos quando necessário.

À professora Carmen Fernandez pela orientação, paciência, diálogo, incentivo e disponibilidade durante todo o percurso deste trabalho.

À minha família, em especial a meu pai e a minha mãe, que em meio às dificuldades e escolhas da vida optaram pelo estudo dos filhos.

À minha querida avó, que sempre trouxe luz e carinho, mesmo quando partiu.

À minha querida Fabiana, namorada, esposa e amiga, que me amparou e contribuiu na realização deste trabalho.

Aos amigos Milton, Robson, Fabio, Robison, Rafael, Danielle, Marcelo Pulido, Nilza, Iolanda, Luciana, Carla e Marcela, meu agradecimento especial, pelo olhar e por mostrarem o caminho a ser realizado.

Ao professor sujeito desta pesquisa, que abriu a sua sala de aula para gerar novos conhecimentos.

Aos integrantes do grupo PEQuim, pelo apoio e por dividirem seus saberes.

Aos professores do programa Interunidades, que contribuíram com seu saber e vivência para a realização deste trabalho.

RESUMO

Silva, A. N. **Um professor de Química e dois contextos escolares: o conhecimento pedagógico do conteúdo em ação**. 2012. 161f. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2012.

Este estudo se enquadra na área de formação de professores e mostra como um professor de Ensino Médio inserido em contextos escolares distintos realiza o ensino de química, tendo em vista os diferentes personagens envolvidos em um ambiente de mediação pedagógica – professor, estudantes e instituição escolar – e como isso modifica a sua forma de ensinar. Para compreender como o seu conhecimento base é utilizado ao ensinar um determinado tópico de química em instituições escolares distintas, utilizou-se como referencial teórico o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), que possibilita entender como o conteúdo específico pode ser pedagogicamente modificado de modo a torná-lo um conhecimento acessível ao estudante, levando em conta os condicionantes do contexto educativo.

Nossos dados compreendem registro em áudio e vídeo de aulas do professor investigado em duas escolas distintas, referentes ao mesmo conteúdo químico, entrevistas semiestruturadas, reflexões vídeo-estimuladas e observação participante. O acesso ao PCK foi realizado por meio do instrumento CoRe (Representação do Conteúdo) e da ferramenta de análise das interações discursivas. Esta última possibilitou entender os significados que surgem em um ambiente de mediação pedagógica, por meio do uso da linguagem e outras formas de comunicação, sempre levando em conta o contexto social.

A análise dos dados foi baseada no modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação, proposto por Shulman, que abarca os conhecimentos que o professor possui sobre o conteúdo e as abordagens metodológicas que desenvolve sobre um determinado assunto, permitindo entender as modificações que aconteceram em cada contexto escolar. Para o conceito PCK adotamos o modelo de Grossman que o coloca numa posição central em relação aos demais conhecimentos de professores – conteúdo específico, pedagógico geral e contexto - e que exerce influência e é influenciado por todos eles.

Dessa forma foi possível compreender, no caso das aulas analisadas - nomenclatura de compostos orgânicos e reações de polimerização - a forma como o contexto interferiu no processo de ensino do professor sujeito dessa pesquisa e, como este mobilizou o seu PCK de forma a transformar um determinado conteúdo para melhor atender seus estudantes.

Palavras-chave: conhecimento de professores, conhecimento pedagógico do conteúdo, contexto.

ABSTRACT

Silva, A. N. **A chemistry teacher and two scholar contexts: the pedagogical content knowledge in action.** 2012. 161f. Dissertation (Master in Science Education – Chemical Education) submitted to the Physics Institute, Chemistry Institute, Bioscience Institute and Education Faculty, University of São Paulo, 2012.

This study fits in the area of teacher education and shows how a teacher High School working in different school contexts proceeds the teaching of chemistry, in view of the different characters involved in an environment of pedagogical mediation - teachers, students and the school - and how it modifies the way they teach. To understand how your knowledge base is used to teach a particular topic of chemistry in different educational institutions, we used as the theoretical background the Pedagogical Content Knowledge (PCK), which allows to understand how the specific content can be pedagogically modified to make it accessible to the student, taking into account the constraints of the educational context.

Our data included audio and video recording of classes of the investigated teacher in two different schools, concerning the same chemical content. Also it included semi-structured interviews, video-stimulated reflections, and participant observation. Access to PCK was performed using the instrument CoRe (Content Representation) and the discursive interactions analysis' tool. The latter made it possible to understand the meanings that arise in an environment of pedagogical mediation, through the use of language and other forms of communication, always taking into account the social context.

Data analysis was based on the Model of Pedagogical Reasoning and Action proposed by Shulman, embracing the knowledge that the teacher has on the subject matter and methodological approaches that develops on a particular subject, allowing to understand the changes that happened in each school context. We adopted the model of Pedagogical Content Knowledge from Grossman that puts PCK in a central position in relation to other teacher' knowledge - specific content, pedagogical and context - and that has influence and is influenced by them all. In the case of the analyzed classes - nomenclature of organic compounds and polymerization reactions - it was possible to understand how the context affected the teaching process of those contents and how the investigated teacher mobilized its PCK in order to transform a given content to better fit its students.

Keywords: teacher knowledge, pedagogical content knowledge, context.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação	30
Figura 2. Modelo de Grossman para os conhecimentos dos professores.....	32
Figura 3. Modelo Integrativo do desenvolvimento do PCK segundo Gess-Newsome (1999).....	34
Figura 4: Modelo Transformativo do PCK segundo Gess-Newsome (1999)	35
Figura 5: Estruturas de cadeias carbônicas em linha desenhadas na lousa pelo professor-sujeito da pesquisa.	67
Figura 6: Estrutura de cadeia carbônica em linha.	77
Figura 7: Representação de um poliéster.	89
Figura 8: Reação de polimerização do propeno (modo incorreto).....	92
Figura 9: Reação de polimerização do propeno (modo correto)	93
Figura 10: Reação de polimerização do fenil-eteno.	94
Figura 11: Reação de polimerização do 2-buteno.....	94
Figura 12: Reação de polimerização do 1-buteno.....	95
Figura 13: Reação de polimerização entre o 1,2-etanodiol e o ácido tereftálico	96
Figura 14: Estrutura de cadeia de um polímero de condensação.	99
Figura 15: Reagentes envolvidos na obtenção do Kevlar	101
Figura 16: Estrutura de cadeia do 1-cloro-propeno	103
Figura 17: Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação.....	108
Figura 18: Modelo de Grossman para os conhecimentos dos professores.....	115
Figura 19: Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação, adaptado de Shulman.....	119
Figura 20: Modelo modificado de Grossman para os conhecimentos dos professores enfatizando a influência do contexto no PCK do professor em ação.	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Diferentes Conceituações do PCK	37
Quadro 2. Representação do Conteúdo – CoRe.....	40
Quadro 3: Intenções do professor	42
Quadro 4: Intervenções do professor	44
Quadro 5: O Caminho delineado na pesquisa.....	50
Quadro 6: Resumo das aulas filmadas no colégio A.....	55
Quadro 7: Resumo das aulas filmadas no colégio B.....	58
Quadro 8: CoRe – Representação do conteúdo “Nomenclatura de Compostos Orgânicos” do professor sujeito da pesquisa	61
Quadro 9: CoRe – Representação do Conteúdo “Reações envolvendo Polímeros” do professor sujeito da pesquisa	63
Quadro 10. Resumo que o professor faz sobre polimerização.....	91

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
1.1. Aspectos que envolvem o exercício e a formação do professor.....	15
1.2. Considerações sobre o Ensino de Química	19
1.3. O contexto e suas relações	22
1.4. Noções sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo	28
1.5. O acesso ao PCK.....	38
1.6. As interações discursivas: uma ferramenta para as aulas de ciências.	40
1.7. As questões de investigação.....	46
1.8. Objetivos da Pesquisa.....	46
CAPÍTULO 2: ASPECTOS METODOLÓGICOS	48
2.1. Fundamentos teóricos e metodológicos.....	48
2.2. O professor sujeito da pesquisa	52
2.3. As instituições de ensino	52
2.4. Os estudantes.....	54
2.5. Registro audiovisual das aulas	55
CAPÍTULO 3: RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.1. CoRe do professor sujeito da pesquisa	60
3.1.1. Análise da representação do conteúdo: Nomenclatura de Compostos Orgânicos.....	65
3.1.2. Análise da representação do conteúdo: Reações envolvendo Polímeros.....	65
3.2. Análise da sequência didática: nomenclatura de compostos orgânicos.....	66
3.3. Análise da sequência didática: reações envolvendo polímeros	82
3.4. Análise dos resultados	106
CAPÍTULO 4: CONCLUSÕES	116
REFERÊNCIAS	123
ANEXOS	128

Anexo 1 – Transcrição das aulas sobre nomenclatura de compostos orgânicos – colégio A	128
Anexo 2 - Transcrição das aulas sobre nomenclatura de compostos orgânicos – colégio B	135
Anexo 3 – Transcrição das aulas sobre reações envolvendo polímeros – colégio A	140
Anexo 4 – Transcrição das aulas sobre reações envolvendo polímeros – colégio B	145
Anexo 5 - Transcrição da entrevista com o professor sobre a aula de nomenclatura de compostos orgânicos – colégio A e B	150
Anexo 6 – Transcrição da entrevista com o professor sobre a aula de reações envolvendo polímeros – colégio A e B	154
Anexo 7 – Modelo de autorização para a coleta de dados.....	158
Anexo 8 – Termo de responsabilidade do uso das imagens	159

APRESENTAÇÃO

Ao longo da graduação de Licenciatura em Química, uma das indagações que me acompanhavam era a forma como alguns professores tratavam o conhecimento químico, sempre de forma cartesiana, com frieza e desvinculada do cotidiano. Algo que sempre me chamou a atenção era o fato de muitos acharem que lecionavam para estudantes do curso de Bacharelado em Química, quando na verdade, metade da turma pertencia ao curso de Licenciatura.

Segundo Nilsson (2008), há uma grande dificuldade em adaptar o conhecimento específico da matéria para situações escolares. Muito mais do que isso, essa conexão ao ser feita, deve culminar em algo que seja relevante e que faça sentido para o estudante. Um breve olhar para a literatura mostra que tal problemática não é algo particular. A estrutura dos cursos superiores, de forma geral, não oferece oportunidade aos licenciandos para transformarem o conhecimento adquirido ao longo do curso de graduação em um tipo de conhecimento necessário para o ensino (NILSSON, 2008).

A sensação que eu pessoalmente tive ao cursar a Licenciatura em Química era de que existiam dois cursos, um de aquisição do conhecimento específico da química e outro para o ensino dessa ciência. Nos estágios sentia a necessidade de integrar ambos os conhecimentos, mas como fazer tal integração?

Caminhei com essa questão por muito tempo, até que com as experiências vividas e as discussões junto ao grupo **PEQuim** (**P**esquisa em **E**nsino de **Q**uímica) do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, percebi que a indagação surgida lá no início da graduação poderia se tornar alvo de uma pesquisa maior, mais profunda e fundamentada. Foi então, que comecei a buscar uma possível resposta para compreender os aspectos que envolvem o exercício e a formação docente.

Dentro do grupo PEQuim discutimos, entre outras coisas, as questões que envolvem o conhecimento base que o professor deve possuir para exercer a prática docente. Inicialmente lancei mão de questões que conduzem para a investigação de como pode ser feita a integração entre conteúdo e ensino, tendo em vista um profissional que possua um bom conhecimento base para isso.

Porém, outras indagações surgiram. O que seria este conhecimento base? Qual o conhecimento base para exercer a prática docente? Quais são as fontes desse conhecimento e como elas culminam em uma prática eficiente?

Para Shulman, há a necessidade de se profissionalizar o ensino. Essa profissionalização exige a definição de um corpus de conhecimento que o professor deve possuir para ensinar, o que Shulman chamou de conhecimento base (SHULMAN, 1986, 1987).

Para melhor discutir esses pontos, investiguei a prática de um professor de química em duas instituições escolares procurando compreender em que momentos o professor utiliza o seu conhecimento pedagógico do conteúdo e a que aspectos ele atribui a sua eficácia em ensinar. E, ainda, como os estudantes influenciam na utilização desse conhecimento.

No decorrer da investigação percebi que, o contexto no qual as instituições se inserem molda a maneira de o professor ensinar, levando a uma modificação das questões de investigação propostas inicialmente. Quais são as mudanças observáveis ao lecionar o mesmo conteúdo em contextos distintos e a que aspectos da sala de aula o professor atribui essas mudanças, são questionamentos que vieram à tona no decorrer do trabalho de campo, porém, sem perder de vista o propósito inicial do estudo.

A resposta a essas questões será desenvolvida no decorrer deste trabalho, que inicialmente aponta, no primeiro capítulo, os aspectos que envolvem o exercício e a formação do professor segundo as concepções de pesquisadores da área. Em seguida realizo uma breve discussão acerca da concepção e atuação pedagógica do professor, utilizando para isso os trabalhos de Maldaner (2006) e Lopes (1993) como referenciais para discussão.

Tendo em vista que a educação não é espontânea, ou seja, não é mera aprendizagem natural dos elementos culturais que nos rodeiam, realizo na sequência uma análise das relações sociais que ocorrem entre professor e estudantes, sendo necessário para isso compreender o contexto e suas relações.

Os conhecimentos base necessários para o exercício da atividade docente são abordados, principalmente, segundo as concepções de Shulman (1986, 1987). Dentre os conhecimentos base necessários para a profissão docente apontados por ele destaco o **conhecimento pedagógico do conteúdo – PCK** (do inglês *pedagogical content knowledge*) e me aprofundo nas discussões sobre tal conhecimento, seu surgimento e suas diferentes conceituações e entendimentos.

Ainda neste primeiro capítulo discuto o uso de instrumentos desenvolvidos por Loughran *et al.* (2004) para realizar o acesso ao PCK de professores e especificamente como foi realizado neste estudo. Por fim, apresento a ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002), que permite analisar a natureza das interações que ocorrem na sala de aula e as questões que nortearam esta investigação.

Apresento, no capítulo dois, os aspectos relacionados à pesquisa e seus objetos. Início com o contexto da pesquisa, de natureza qualitativa, que se refere a um professor de química que atua na rede privada de ensino na cidade de São Paulo há cerca de 21 anos, formado no curso de Bacharelado e Licenciatura pela Universidade de São Paulo – USP. Os dados dessa pesquisa foram coletados ao longo do segundo semestre de 2010, entre os meses de agosto a novembro e, envolveram registro audiovisual das aulas e entrevistas semiestruturadas. Destaco ainda neste capítulo quadros com resumos das aulas filmadas em 2010 para contribuir no entendimento da análise.

No capítulo três são apresentados os resultados e as análises dos dados obtidos nesta investigação. Inicialmente apresento o CoRe, obtido através do instrumento desenvolvido por Loughran *et al.* (2004), referente às aulas de nomenclatura de compostos orgânicos e reações envolvendo polímeros. Ainda neste capítulo são apresentadas as análises das aulas transcritas, por meio da

ferramenta analítica desenvolvida por Mortimer e Scott (2002) e o modelo de PCK segundo Grossman (1990). Por fim, é realizada a triangulação dos resultados obtidos tendo em vista os referenciais teóricos utilizados no decorrer deste trabalho.

Finalizo a investigação com as conclusões, nas quais são realizadas considerações sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo do professor sujeito desta pesquisa e a influência do contexto na forma como realiza o ensino de química.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. Aspectos que envolvem o exercício e a formação do professor

O sistema educativo não pode ser deixado ao acaso daquilo que 'os consumidores' decidam fazer dele ou à espontaneidade da dinâmica social que sempre oculta interesses e poderes não-evidentes. A crise do sistema educativo tem relação com a perda de consciência sobre o seu sentido.

(SACRISTÁN, 1999)

Falar do exercício do professor sem se referir às políticas governamentais, culturais e sociais seria leviano. Discutir o sentido deste exercício também se mostra necessário e urgente já que se tem na formação cultural dos indivíduos a ideia simplificada do que é ser professor - "aquele que ensina algo a alguém".

Segundo Carvalho e Gil-Pérez (1998) a dificuldade em alcançar novas maneiras de ver e entender a profissão deve-se, também, à pouca familiaridade dos professores com as contribuições da pesquisa e inovação didática e, mais ainda, pode ser interpretada como expressão de uma imagem espontânea do ensino, concebido como algo essencialmente simples, para o qual basta um bom conhecimento da matéria, algo de prática e alguns complementos psicopedagógicos.

É claro que, para o profissional que está encarregado da inserção cultural de cada indivíduo na sociedade, instrumentalizando estes indivíduos para o conhecimento daquilo que está além dos livros, essa é uma visão que reduz seu exercício ao mero 'transmitir' o que se sabe para aquele que está desprovido do saber.

Para se alcançarem novos níveis de entendimento, considerando que toda pessoa já carrega consigo um repertório de conhecimentos faz-se necessário que a profissão docente seja vista, do âmbito escolar ao social, como algo importante, que não admite improvisações e simplificações. Cabe à escola como instituição e a todos os seus membros – e não somente ao professor – lembrar que a educação tem funções a cumprir.

A intencionalidade é condição necessária para a ação, e compreender esse elemento dinâmico e motor é fundamental para qualquer educador, especialmente em um contexto de valores imprecisos e de rotinas estabelecidas diante de desafios importantes que exigem respostas comprometidas (SACRISTÁN, 1999).

É importante lembrar que isso não é simples, envolve diferentes agentes, com interesses e concepções distintas, e que muitas vezes, a ação educativa fica desestabilizada por mudanças políticas, sociais e culturais.

Tentando pensar, na essência, na origem de toda essa discussão, nos vêm as perguntas: De quem seria a responsabilidade da educação? Quem deveria legitimá-la?

Muitas são as políticas públicas criadas para garantir, muitas vezes, aquilo que já deveria ser garantido pelo próprio Estado. Estado este, que constitucionalmente tem obrigação de oferecer educação de qualidade e para todos de maneira igualitária. O que ocorre, entretanto, é que, na essência de um sistema econômico, no caso o capitalista, está defender aquilo e aqueles que produzirão o lucro de forma mais rápida e eficiente.

A ideia de oferecer recursos e estrutura para uma educação universal esconde o controle das ações, fazendo com que, na prática, se tenha uma sensação de autonomia e liberdade para o professor exercer sua prática. O que acontece, no entanto, é um engessamento de ações, por trás de um modelo que, hoje, talvez não se faça mais tão eficaz. Modelo este, no qual o professor não passa de um mero executor de um serviço para um grupo de receptores (estudantes), ou seja, indivíduos que carregam para a sociedade

um conhecimento também engessado sem ter condições de avaliar ou produzir opinião sobre tal conhecimento (SACRISTÁN, 1999).

É nesse vazio deixado pelo Estado que o sistema capitalista agrega valor ao ensino, o que resulta em sua mercantilização, torna confuso o papel dos agentes envolvidos, no caso professores, estudantes e instituições de ensino. Assim, tem-se uma educação voltada para o alcance de metas questionáveis, mercadológica, que esvazia as relações e superficializa o ato de conhecer.

Discussões acerca destas políticas são infinitas e não nos cabe aqui aprofundar esses aspectos. O importante é que se tenha conhecimento de que a educação e o exercício do professor precisam ser algo que seja provido de sentido, que se faça por alguma razão e que tenha um propósito.

No final das contas, a educação não é algo espontâneo na natureza, não é mera aprendizagem natural que se nutre dos materiais culturais que nos rodeiam, mas uma invenção dirigida, uma construção humana que tem um sentido e que leva consigo uma seleção de possibilidades, de conteúdos, de caminhos. Do mesmo modo, os sistemas educativos não são frutos espontâneos da história, mas resultado de respostas dirigidas a determinados propósitos; portanto, a prática que se desenvolve neles tem um sentido (SACRISTÁN, 1999).

No nosso entender, numa sociedade como a de hoje, multicultural e heterogênea, uma educação eficiente seria aquela que possibilitasse ao indivíduo ter um papel mais ativo em sua formação e ao professor não ser apenas um reprodutor, mas aquele/alguém que pudesse desenvolver uma prática significativa social e culturalmente.

A função do mestre consiste, portanto, em comunicar... Ou seja, o professor é aquele que faz compreender ou, no estágio mais avançado, faz compreender melhor. Um caminho para o professor se distanciar da postura dogmática é o de procurar, também ele, ser aluno. Ser aprendiz entre seus pares. Afinal, a cultura científica exige o papel de estudante de todos os seus participantes. Os verdadeiros cientistas são aqueles que se colocam como estudantes, frequentando a escola uns dos outros, no inesgotável processo de ensinar e aprender.

(BACHELARD, 1996)

Como transformar a escola considerando tais ideias? O primeiro passo é transformar, de maneira coerente e consistente, o processo de formação do professor, senão teremos uma escola transformada arquitetonicamente, mas não uma sala de aula transformada em suas vivência e práticas (ALVES, ANTUNES; 2011)

Há muita discussão em torno deste tema, pois existe uma grande lacuna nos cursos de graduação, os quais levam o conhecimento teórico na contramão do exercício da prática.

Segundo Maldaner (2006) a formação inicial de professores está baseada em um modelo fragmentado, no qual ocorre a separação da formação profissional específica da formação pedagógica, criando assim, uma sensação de vazio, um abismo na mente do professor, pois é diferente segundo esse autor, saber os conteúdos de Química em um contexto de Química, de sabê-los, em um contexto de mediação pedagógica.

É bastante delicado para o professor articular a relação entre conteúdo e a ação pedagógica, a qual, quando mal alinhadas, pode causar sérios prejuízos ao aprendizado dos alunos.

Segundo Schön (1983), o núcleo dessa crise, que envolve a falta de confiança no conhecimento profissional, bem como a incapacidade que os profissionais manifestam ao lidar com as situações práticas situa-se na separação entre pensamento e ação, teoria e prática, mundo acadêmico e mundo do dia a dia.

No contexto atual, esta crise ainda persiste, já que se têm muitos profissionais frustrados com suas condições de trabalho, falta de recursos e projetos de formação e, ainda preocupados em cumprir seus cronogramas (muitas vezes cobrados pela instituição de ensino), mesmo estes não alcançando o aluno.

É errôneo pensar que os professores são os responsáveis pela execução prática e os filósofos e pensadores os criadores do conhecimento e teoria da educação. No contexto atual é preciso considerar também que todos, inclusive os estudantes, de alguma forma são sujeitos da prática docente, ao

passo que dão opiniões, participam e seus conflitos e momentos histórico-sociais são relevantes para a prática em sala de aula. Por isso, mesmo que indiretamente, trazem uma contribuição para esse exercício.

Todo aquele indivíduo ou grupo, que decide sobre a educação (que conseqüentemente, é portador de teorias) e sobre as razões que leva consigo quando o faz é agente da prática. O que ocorre nas instituições escolares – a prática – não pode ser compreendido sem contar com a influência ou com a renúncia a essa influência dos estudantes na cultura interna das salas de aula das escolas (SACRISTÁN, 1999).

A respeito disso, Shulman (1986, 1987) diz que é necessário profissionalizar o ensino, elevando-o a uma condição mais respeitada, mais gratificante e melhor remunerada. Em suas ideias, defende que existe um conhecimento base para o ensino, que envolve destreza, compreensão, tecnologia, ética, disposição e responsabilidade coletiva.

Por enquanto, vamos nos ater nesta pesquisa a buscar o conhecimento base para o ensino, prestar atenção nos sujeitos desta ação e, principalmente, como o seu contexto muda ou não toda essa problemática.

1.2. Considerações sobre o Ensino de Química

O cerne da ciência química é perceber, saber falar sobre e interpretar as transformações químicas da matéria (ou das substâncias) causadas pelo favorecimento de novas interações entre as partículas constituintes da matéria, nas mais diversas situações.

(MALDANER; PIEDADE, 1995, p. 15)

A literatura no que se refere ao ensino de ciências é vasta, diversos pesquisadores trazem inúmeras contribuições acerca do ensino de ciências. Em todos esses trabalhos fica claro que o papel do exercício educativo consiste essencialmente em uma relação dialógica, no qual não se dá apenas o intercambio de ideias, mas sua reconstrução.

Diante de todos os expedientes com que o professor se depara, como relação professor-aluno, sala de aula, ciência química, aprendizagem, ensino, dentre outros, é natural que se forme um corpo de conhecimento. Porém,

muitas vezes, o professor carrega consigo uma maneira fragmentada de ver a ciência química, de acordo com o que ele vivenciou no decorrer de sua trajetória escolar ou na própria universidade (Maldaner, 2006).

Assim, a distância daquilo que se aprende com a realidade, não estimula no estudante a busca por aquele conhecimento, ficando apenas a sensação de saber por saber, sem relevância na sua formação.

É importante que os professores se libertem de suas amarras e se coloquem também na posição de aprendiz, permitindo-se perceber como esse ato o toca. Algo que Bachelard já alertava ao comentar o papel da aprendizagem:

A aprendizagem não possui o caráter a ela atribuído nos bancos escolares - perfeita imagem dos que se sentam para passivamente ver e ouvir. Não se aprende pelo acúmulo de informações; as informações só se transformam em conhecimento na medida em que modificam o espírito do aprendiz.

(BACHELARD, 1996).

A modificação do espírito do aprendiz sugerido por Bachelard envolve uma ruptura do conhecimento obtido do senso comum, exigindo uma renovação em direção ao conhecimento científico. Portanto, a aprendizagem deve se dar contra um conhecimento anterior, a partir da desconstrução desse conhecimento. O estudante só irá aprender se lhe forem dadas razões que o obriguem a mudar sua razão, havendo então a substituição de um saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico. Outro ponto importante nesta discussão é a visão de que as atividades em laboratório são, por si só, um desenvolvimento prático da ciência Química.

Embora pareça ser consenso entre os professores de Ensino Médio que a Química é uma ciência essencialmente experimental, planejar e utilizar experimentos para o seu ensino ainda é um grande desafio para esses profissionais. O que se observa na prática é que, quando as atividades experimentais são relegadas a um segundo plano – sob as alegações mais diversas, como a falta de infraestrutura ou de tempo disponível nas aulas, já que existe um conteúdo teórico extenso a ser cumprido - são geralmente apresentadas como demonstrações, para ilustrar ou comprovar uma teoria,

como forma de ensinar um suposto método científico. Nas palavras do filósofo e professor francês Gaston Bachelard:

É ainda essa ciência para filósofos que ensinamos para as crianças. É a ciência experimental das instruções ministeriais: pesem, meçam, contem; desconfiem do abstrato, da regra; liguem os espíritos jovens ao concreto, ao fato. Ver para compreender, este é o jogo ideal desta estranha pedagogia. Pouco importa se o pensamento segue do fenômeno mal visto em direção à experiência mal feita.

(BACHELARD, 1996).

Utilizar a experimentação dessa forma acaba por manter a mente do estudante no concreto diante do espetáculo. O estudante, ao atuar como mero observador, não abstrai e não analisa, apenas admira algo pictórico e belo, sem aprender ciência. Cabe ao professor promover a passagem rápida da bancada de laboratório ao quadro-negro, extraíndo das atividades experimentais as conclusões racionais, colocando o estudante em choque com suas concepções alternativas, conduzindo assim o aprendizado do conhecimento das ciências.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio expressam a visão de experimentação para o ensino da química, no âmbito das ciências naturais:

[...] a ideia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual. As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. [...] Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes.

(BRASIL, 2006)

O ensino da química deve romper a visão da Ciência como algo inquestionável, detentora de uma verdade que deve ser transmitida aos alunos em uma linguagem simples.

“Não quero faca nem queijo. Quero a fome”. As crianças naturalmente tem fome, só que não é fome das coisas que os programas escolares determinam que ela comam, pois essas lhes causam desinteresse. Mas basta que se coloque diante das crianças

alguma coisa que as provoque, alguma coisa que tenha a ver com a vida delas, e sua atitude é outra.

(ALVES, ANTUNES, 2011)

A mera transmissão de conceitos torna a Química a ciência da memória, do empírico, distante da vivência do estudante, não despertando seu interesse e sua “fome”.

O não rompimento dessa visão culmina no desenvolvimento de um programa que irá se repetir regularmente, não permitindo ao professor ver de forma crítica o programa de ensino, o que resulta numa lógica de apenas transmitir conteúdos em que os estudantes não encontram nexos e, portanto, não aprendem, considerando a matéria Química muito enfadonha.

1.3. O Contexto e suas relações

Sendo o contexto um fator de grande relevância na presente pesquisa, faz-se importante discutir seu significado um pouco mais a fundo, tanto no âmbito geral quanto no que diz respeito à escola e, mais especificamente, na aprendizagem da ciência Química. É fato que, desde que o Homem existe, ele se relaciona com o que está à sua volta para garantir sua sobrevivência. O clima, os animais, a flora e suas interações com os demais semelhantes são fatores determinantes, não somente para sua sobrevivência como para sua evolução.

Para que se compreendam essas relações, um determinado fato ou uma sociedade, é necessário atentar-se ao que ocorre em volta dos elementos que as compõem. Essa atmosfera e sua interação com o entorno é o que se pode chamar de contexto.

Cada grupo social é portador de valores com suas correspondentes teorias, ainda que sempre umas e outras sejam implícitas. No caso da escola, em que um dos objetivos é o aprendizado, nota-se que um estudante não valoriza o aprendizado científico quando este, em diferentes contextos de classes de ciências mostra atitudes passivas e pouco participativas (TARIN, SANMARTÍ, 1999).

O conjunto de circunstâncias, a cultura de um emissor e também a de seu receptor formam o contexto de uma relação entre pares, que geram atitudes sendo possível identificar valores.

Considerando que a escola é uma sociedade dentro de outra, já que possui uma organização própria na qual existem metas comuns, em um trabalho de grupo, seguido de orientação e que irá interagir ou sofrer influência, mesmo que indiretamente, do entorno mais próximo, as relações sociais que ocorrem entre professores e estudantes são um tema de especial interesse para compreender o processo de ensino-aprendizagem. Porém, é necessário precisar qual a natureza dessas relações (DÍAZ, 1994).

Ao levar em conta as relações sociais que ocorrem entre professor, estudantes e os demais sujeitos deste ambiente, que são de fundamental importância para compreender o processo de ensino-aprendizagem, em que sentido a escola é um contexto?

A educação nada mais é do que um processo social, no qual as relações se organizam em diferentes níveis e evoluem através do tempo. O contexto acompanha essa trajetória e as situações vividas mostram como as relações humanas podem organizar-se dentro da escola. Conhecer a realidade social de uma escola e como esta, enquanto grupo social se organiza em relação a esta realidade, permite conhecer o sucesso ou fracasso do conhecimento que é compartilhado dentro dela. Nessa construção o discurso converte-se em um instrumento que permite a reconstrução dos conteúdos educativos (DÍAZ, 1994).

Estabelecer relações entre o conhecimento cotidiano (o senso comum) e o conhecimento científico que a escola seleciona como objeto de aprendizagem, é importante para se pensar numa escola para a vida e na vida vinculada às necessidades dos estudantes (ALVES, ANTUNES, 2011).

As Orientações Curriculares Nacionais para o ensino de Química consideram a contextualização da aprendizagem e do conhecimento como um princípio que fornece a compreensão de conceitos e procedimentos da Química e a formação de atitudes positivas para o estudo das Ciências

Naturais. Disso decorre a necessidade de se discutir a relevância dos contextos.

Como explica Zabala (2002), o ensino tradicional promove a desvinculação entre o cotidiano e o científico e vice-versa, de forma tal que os estudantes dispõem simultaneamente de dois tipos de conhecimento: um que é útil na vida diária e outro, produzido pela Ciência, que se aplica somente no contexto da escola.

É válido ressaltar que o contexto faz a mediação entre o pensamento e a aprendizagem, fornece ferramentas culturais específicas para a construção dos sentidos sobre o objeto de estudo, propicia elementos para a interação entre sujeitos na construção dos sentidos.

Quando um professor cria cenário (contextos) para formulações abstratas de Química (teoria) os conteúdos são ressignificados em relação aos sentidos atribuídos no contexto escolar. É a transferência do conhecimento de um contexto para outro e a descontextualização ocorre quando o conhecimento se apresenta como “modelo” a ser utilizado fora dos contextos de sua produção e aplicação em dada situação, nos quais ganha sentido.

É preciso que haja a comunicação, a interação. Uma conversa didática mediada, na qual os participantes constroem e reconstróem o conhecimento. Construir conhecimentos compartilhados por meio do discurso permite que professores e alunos elaborem conhecimentos, de modo que aquilo a que pouco se dá atenção no processo educativo, ocorra de maneira espontânea, o compartilhamento da construção do conhecimento.

Qual a essência do ato de compartilhar conhecimento? Quais são os requisitos mínimos que deve ter uma interação para que se possa descrever como tal? Consideremos a proposta de que esse ato consiste em que duas pessoas sabem agora o que antes só uma pessoa sabia. Esta proposta mínima, em sua aparente simplicidade, esconde mais do que revela acerca de um aspecto da vida humana que, talvez em maior medida que nenhum outro nos distingue dos demais animais. Quando duas pessoas se comunicam, existe realmente a possibilidade de que, reunindo suas experiências cheguem a um nível de compreensão mais alto do que possuíam antes.

(DÍAZ, 1994)

É importante ressaltar que, no que diz respeito ao ensino-aprendizagem, o espaço da aula e análise das relações sociais nesta aula e, das relações que acontecem em pequenos grupos, devem ser considerados como um contexto de ensino aprendido – a aula como contexto social - É na aula que se pode perceber o caráter interativo entre o professor e os estudantes. A aula, sobretudo, é uma situação de comunicação em que diferentes personagens constroem e compartilham conhecimento (DÍAZ , 1994).

Diante destas questões que envolvem o contexto da aula e as relações entre os sujeitos, é importante voltar mais atentamente a três contextos relevantes para o ensino-aprendizagem da Química: o cotidiano, o científico e o escolar, que são importantes no que diz respeito à produção de conhecimento.

O cotidiano não é a simples repetição de acontecimentos, nele se desenvolvem contradições, interesses, ideologias que se configuram como redes complexas de um sistema. O que se aprende no cotidiano varia em função de nossas necessidades e dos contextos nos quais aprendemos.

Méndez (2004) apresenta oito recomendações para favorecer a presença do cotidiano nos currículos de Ciências Naturais. São eles: usar habitualmente imagens conhecidas pelos estudantes; contextualizar as questões propostas; realizar estimações e proporcionar quantidades concretas das diferentes magnitudes; salientar as propriedades dos materiais e substâncias que nos rodeiam; usar analogias; realizar atividades práticas com materiais comuns; reciclar materiais para seu uso nas aulas; usar notícias de jornais e fatos da atualidade.

Já com relação ao contexto da Ciência, podemos destacar que os cientistas trabalham em contextos específicos nos quais estabelecem relações com outros cientistas para construir conhecimentos científicos. Questionam os modelos da realidade, procuram conhecer o grau de precisão dos modelos projetados para interpretar e representar a realidade.

Para Pozo e Gómez-Crespo (1998), a Ciência não resolve problemas reais, mas teóricos. Ela gera ou elabora seus próprios problemas em cenários

idealizados, com compromissos sociais, finalidades e axiologias específicas à comunidade científica ou a uma parcela dela.

Explica Delval (2001) que o conhecimento científico busca a generalidade e a validade universal, motivo pelo qual tenta ser o mais independente possível do contexto. Os cientistas se distanciam dos contextos concretos nos quais surgem as situações-problema para elevá-los a soluções abstratas. Nesse sentido, o conhecimento científico insere-se no corpo do conhecimento das ciências, sendo, portanto, um processo de construção social.

O que é importante destacar é que os problemas e as motivações dos cientistas não são iguais aos dos estudantes no contexto escolar. Com relação ao contexto escolar, entende-se a escola como uma instituição educativa, constituindo, assim, outro contexto no qual se produzem/reproduzem diferentes conhecimentos.

No contexto escolar, as situações são apresentadas aos estudantes de forma pronta, homogênea, desconsiderando as suas motivações. De modo geral e erroneamente, orienta-se o estudante a “provar” ao professor o conhecimento adquirido durante as aulas, reduzindo, com isso, o espaço da sala de aula à pura transmissão de conteúdos formalmente estruturados em disciplinas. Os fins e os valores do contexto escolar dependem do modelo educativo explícito ou implícito adotado pelos atores envolvidos (ALVES, ANTUNES, 2011).

O contexto escolar deve ser mediador do contexto de produção do conhecimento científico e do cotidiano. Sendo assim, o conteúdo que é objeto de estudo da escola deve ser aquele que possibilite aos estudantes a reconstrução e a ampliação dos conhecimentos pré-existentes, oportunizando situações para desenvolver a capacidade de transferir o conhecimento científico para situações reais, quando necessário, como elemento de significação e funcionalidade das aprendizagens (ZABALA, 2002).

Não se trata de substituir uma linguagem por outra, mas de negociar significados na construção de sentidos para os conhecimentos, de acordo com os contextos.

O conhecimento científico estudado na escola deve ser um recurso para melhorar e enriquecer o conhecimento pré-existente (seja qual for o seu grau de fundamentação), em um processo contínuo de ampliação e reconstrução do conhecimento dos estudantes (ZABALA, 2002).

Faz-se necessário considerar problemas dos estudantes vinculados a sua vida, mostrando como o conhecimento científico serve para resolver, pensar esses problemas, constituindo-se numa referência para se atuar de forma consciente e crítica na realidade.

Mas, é também importante contribuir para a criação de situações mais amplas, capazes de despertar o interesse dos estudantes para o estudo da Química, tais como problemas da seca, do ambiente, da alimentação, da saúde etc.

Além de amarrar esses contextos na ação educativa, Wells (1981) considera sempre que em toda conversação didática, existem ao menos três elementos a considerar:

a) quem participa da conversa mantém turnos alternativos, ou seja, a estrutura básica de uma conversação é aquela na qual um dos agentes inicia o turno e o outro responde;

b) os participantes mantêm relações entre si através do que dizem. Dessa forma, o conteúdo do discurso adquire um valor fundamental;

c) a conversa está tematicamente relacionada com a situação em que ela ocorre e com as intenções dos participantes. No contexto da aula, essas ideias de Wells nos conduzem a considerar a importância das metas dos alunos, professores e instituição.

Diante de todos esses fatos nota-se o contexto, seja qual for ele, interfere positiva ou negativamente na construção do conhecimento dentro da instituição social que é a escola. A escola mantém relações com a comunidade em que está imersa, constituída por pessoas que carregam memórias, que as

compartilham e apreendem o que está no seu meio individual, no social e na cultura. O entorno e seus objetos mesclam-se em uma corrente de atividade, não se está diante de variáveis que se pode analisar com independência uma da outra, ambos constituem uma unidade de análise. E assim se faz o contexto nas inter e pequenas relações e nas macro possibilidades de compartilhamento que se fazem não só no espaço da sala de aula mas em todo o entorno social que transcende seus limites.

1.4. Noções sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo

Para compreender as relações existentes entre conteúdo e ensino e, as modificações que ocorrem ao se ensinar um determinado conteúdo de química em contextos escolares distintos propõem-se como referencial teórico o conhecimento pedagógico do conteúdo (**PCK – Pedagogical Content Knowledge**), um conceito proposto inicialmente por Lee S. Shulman em 1983. Neste item realizamos uma revisão da literatura, procurando trazer as contribuições e os diferentes pontos de vista de pesquisadores nessa área.

A origem do PCK remonta a uma conferência que Shulman ministrou na Universidade do Texas, em Austin, intitulada “O paradigma perdido na investigação sobre ensino”. Este paradigma é o pensamento do professor sobre o conteúdo de um determinado tema e sua interação com a pedagogia. O que Shulman propôs era centrar a atenção no estudo do pensamento do professor sobre o ensino de determinado conteúdo.

Segundo Shulman (1986), há uma base de conhecimentos de diferente natureza que constitui um repertório profissional para a docência. Esta base pode ser apresentada nas seguintes categorias: (1) conhecimento do conteúdo específico, (2) conhecimento do currículo e **(3) conhecimento pedagógico do conteúdo**. O conhecimento pedagógico do conteúdo é ressaltado entre as categorias pelo fato de identificar o corpus de conhecimentos necessários para o ensino. Representa a mescla entre matéria e pedagogia, um possível caminho para a compreensão de como determinados temas e problemas se

organizam, se representam e se adaptam aos diversos interesses e capacidades dos estudantes e se expõem para o ensino. Na visão de Shulman, o PCK pode ser definido como:

Um tipo de amálgama especial entre conteúdo e pedagogia que é único e oriundo dos professores, sua própria forma especial de entendimento profissional... conhecimento pedagógico conteúdo.. identifica os distintos corpus de conhecimento para o ensino. ...conhecimento pedagógico do conteúdo é a categoria que com maior probabilidade permite distinguir entre a compreensão de um especialista em uma área do saber e a de um pedagogo.

(SHULMAN, 1987)

O trabalho de Shulman foi o ponto de partida para inúmeras pesquisas na área, procurando discutir, interpretar e expandir as ideias propostas inicialmente por ele. O entendimento do PCK é uma parte essencial para compreender o conhecimento profissional dos professores, por isso, será abordada a sua natureza, e os diferentes olhares que emergiram a partir do trabalho de Shulman.

Para isso, toma-se um estudo de caso com um professor de inglês, em que Elbaz (1983) utiliza o termo 'conhecimento prático' para se referir a todos os tipos de conhecimento integrados por um professor, em termos de valores pessoais e crenças, que acabam por orientar sua prática de ensino. Elbaz identifica cinco categorias para o conhecimento do professor: (1) conhecimento de caráter; (2) conhecimento do contexto de ensino; (3) conhecimento específico da matéria; (4) conhecimento do currículo; (5) conhecimento instrucional (dos estudantes e do processo de ensino-aprendizagem).

Elbaz considera as três primeiras categorias como algo estático, comparadas com as outras duas, que são desenvolvidas com a experiência. O (4) conhecimento do currículo representa a habilidade do professor em identificar um problema, determinando o que os estudantes precisam e verificando a evolução dos mesmos. Finalmente, o (5) conhecimento instrucional refere-se ao conhecimento de teoria de aprendizagens, conhecimento dos estudantes e do processo de ensino.

Posteriormente, no intuito de examinar os conhecimentos necessários para o ensino Leinhardt e Smith (1985) realizaram um estudo comparativo com

professores experientes e inexperientes de Matemática. A partir desse estudo, os pesquisadores elencam dois corpos de conhecimento: conhecimento da estrutura da lição - habilidade necessária para planejar e executar uma lição e conhecimento específico da matéria - conhecimento dos conceitos, operações envolvendo algoritmos e conexões com diferentes algoritmos.

A fim de seguir a apresentação deste tema – PCK – em sua ordem cronológica, retoma-se com Shulman e as pesquisas realizadas na Universidade de Stanford (SHULMAN, 1986, 1987; WILSON, SHULMAN, RICHERT, 1987) que propuseram um modelo mais compreensível do conhecimento base para o ensino, que incluem agora, sete categorias: (1) conhecimento do conteúdo, (2) conhecimento pedagógico geral, (3) conhecimento curricular, (4) conhecimento pedagógico do conteúdo, (5) conhecimento das características dos aspectos cognitivos e da motivação dos estudantes, (6) conhecimento do contexto escolar e (7) conhecimento das finalidades educativas.

Além de propor as categorias que fundamentam o conhecimento base de professores, Shulman propõe em 1987 o **Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA)**, que sugere os processos pelos quais a formação e desenvolvimento profissional caminham (Figura 1).

Figura 1: Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação.
Fonte: Shulman (1987)

Tal modelo procura abarcar os conhecimentos que o professor possui sobre o conteúdo e sobre as abordagens metodológicas que desenvolve sobre um determinado assunto.

- **Compreensão:** está relacionada a identificar os propósitos e estrutura do conteúdo, das ideias dentro e fora da disciplina.
- **Transformação:** envolve a preparação, representação e seleção.
- **Preparação:** interpretação e análise crítica de textos, criação do repertório curricular e exposição dos objetivos.
- **Representação:** uso de exemplos, analogias, metáforas, demonstrações, etc.
- **Seleção:** escolher as melhores maneiras e estratégias de ensino.
- **Adaptação e ajuste às características dos estudantes:** Considerar os pré-conceitos e dificuldades dos estudantes, sua cultura e motivação, interesses, classe social e capacidade de aprendizado.
- **Formas de ensino:** a abordagem para aquele conteúdo, trabalhos em grupo, disciplina, formulação de perguntas, o ensino por investigação e outras formas observáveis de ensino em sala de aula.
- **Avaliação:** Verificar a compreensão dos estudantes durante o ensino interativo. Avaliar a compreensão dos estudantes ao finalizar as lições ou unidades. Avaliar o próprio desempenho e adaptar-se às experiências.
- **Reflexão:** Revisar, reconstruir, representar e analisar criticamente o próprio desempenho e o da classe.
- **Novas compreensões** Nova compreensão dos objetivos, da matéria, dos estudantes, do ensino e de si mesmo. Consolidação de novas maneiras de compreender e aprender com a experiência.

Em suas pesquisas acerca destas relações do professor com o conhecimento específico e a pedagogia, Shulman compara professores iniciantes e experientes e coloca que o que irá distinguir um professor novato de um experiente é a forma como possui o conhecimento específico, a

capacidade do professor em transformar um determinado conhecimento que ele ou ela possui numa forma pedagogicamente mais poderosa para ser apresentada aos estudantes (SHULMAN 1987).

No modelo sobre o conhecimento dos professores proposto por Grossman (1990) e apresentado na figura 2, o **conhecimento pedagógico geral** inclui conhecimento dos estudantes e suas aprendizagens; conhecimento e habilidade no gerenciamento de sala de aula; conhecimento do currículo e outros. O **conhecimento do conteúdo específico** é composto por dois elementos: estruturas sintáticas e estruturas substantivas do conteúdo da área específica. O **conhecimento do contexto** inclui o conhecimento dos estudantes, comunidade, distrito e escola.

Figura 2: Modelo de Grossman para os conhecimentos dos professores.
Fonte: Grossman (1990)

Grossman acredita que o conhecimento específico da matéria influencia de forma marcante no modo como os professores ensinam. Portanto, esse conhecimento é fortemente relacionado com o PCK. Nesse modelo, o PCK assume uma posição central, sendo influenciado e influenciando os outros conhecimentos dos professores. O PCK é assim representado no centro, dependente de três outras áreas do conhecimento – conhecimento específico da matéria, conhecimento pedagógico geral e conhecimento do contexto. O conhecimento do contexto é um dos componentes essenciais do conhecimento do professor, pois permite aos professores adaptarem as demandas específicas dos estudantes. Mais adiante, ao analisarmos e discutirmos os resultados da presente pesquisa veremos como o contexto influencia de forma marcante, a forma de ensinar do professor investigado.

Em 1998, Tamir, em suas pesquisas com professores de Biologia, reorganiza e expande as categorias originalmente propostas por Shulman: (1) educação geral, (2) desempenho pessoal, (3) conteúdo, (4) pedagogia geral, (5) conteúdo específico pedagógico; e (6) fundações do profissionalismo docente.

Tamir argumenta que o termo “subject matter knowledge” (conhecimento da matéria) é mais sensato em relação ao termo “content knowledge” (conhecimento do conteúdo) porque a matéria inclui o conteúdo. Na conceitualização de Tamir a quinta categoria equivale ao PCK.

Carlsen (1999) reformulou conhecimento dos professores no ensino de ciências em cinco categorias gerais: (1) conhecimento acerca do contexto educacional geral incluindo nação, estado, comunidade, e escolas; (2) conhecimento acerca do contexto educacional; (3) conhecimento pedagógico geral; (4) conhecimento da matéria; (5) conhecimento pedagógico do conteúdo.

Em relação à natureza do PCK, diversos pesquisadores o apontam como um tipo de conhecimento desenvolvido com a experiência (BAXER, LEDERMAN, 1999; GESS-NEWSOME, 1999; GROSSMAN, 1990; MAGNUSSON et al., 1999; VAN DRIEL et al., 2002). Portanto, professores iniciantes geralmente apresentam um PCK mínimo ou limitado em relação aos

professores experientes, que mostram maior eficácia ao lidar com as diferentes situações que envolvem o ensino.

Tendo em vista essa percepção dos autores, é interessante pensarmos na realização de trabalhos colaborativos entre professores experientes e iniciantes, como um caminho que conduz ao desenvolvimento do PCK por parte dos professores inexperientes.

Na tentativa de explicar como ocorre o desenvolvimento do PCK, Gess-Newsome (1999) apresenta dois modelos teóricos. O primeiro é o modelo Integrativo (figura 3) e o segundo é o modelo Transformativo (figura 4). Para realizar a distinção entre tais modelos, podemos realizar uma analogia do tipo “mistura versus reação química”.

No modelo Integrativo, o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico e o conhecimento do contexto existem como entidades separadas, como as substâncias em uma mistura.

Por outro lado, no modelo Transformativo o PCK é o resultado de uma transformação que ocorre entre o conhecimento pedagógico, do conteúdo e do contexto, como na formação de um novo produto como resultado de uma reação química.

Figura 3: Modelo Integrativo do desenvolvimento do PCK segundo Gess-Newsome (1999). * = conhecimento necessário para o ensino em sala de aula

Fonte: Pedagogical content knowledge. Gess-Newsome (1999)

Figura 4: Modelo Transformativo do PCK segundo Gess-Newsome (1999).

Fonte: Pedagogical content knowledge. Gess-Newsome (1999)

Para a autora, ambos os modelos representam extremos de um contínuo, em que o modelo Integrativo expressa um marco em que os conhecimentos sobre o conteúdo, a pedagogia e o contexto podem ser desenvolvidos em separado para integrarem-se ao longo da ação docente, ao passo que o Transformativo não se preocupa com o desenvolvimento desses conhecimentos, e sim de como se transforma o PCK no decorrer da prática docente, como conhecimento base para o ensino.

Embora as conceituações do PCK apresentem uma variação gradativa, as pesquisas mostram um consenso em relação à sua natureza: (1) PCK é um tipo de conhecimento desenvolvido com a prática (GROSSMAN, 1990; BAXER, LEDERMAN, 1999; GESS-NEWSOME, 1999; MAGNUSSON et al., 1999; VAN DRIEL et al., 2002) e, (2) PCK envolve a integração de uma série de conhecimentos, conceitos, crenças, e valores que são desenvolvidos no contexto de ensino (MARKS, 1990; FERNANDEZ-BALBOA; VAN DRIEL et al., 1998; GESS-NEWSOME, 1999; LOUGHRAN et al., 2001; 2004).

Desde a sua introdução, as pesquisas em educação têm destacado atenção à descrição e ao entendimento do PCK de professores. A partir dos trabalhos de Shulman, o conceito de PCK tem se estendido, e uma prova disto são as novas categorias que integram esse conhecimento, mostrando uma variação gradativa em sua conceituação. O quadro 1 sumariza essas diferenças.

Uma breve análise sob os dados presentes no quadro 1 mostra que o contexto é uma categoria que os pesquisadores em geral não consideram como um dos componentes do PCK mas sim como pertencente aos demais componentes do conhecimento de professores. Pelo quadro 1, apenas Cochran et al. (1993) e Fernandez-Balboa (1995) incluem o contexto como um dos componentes do PCK, o que é distinto da concepção inicial de PCK de Shulman e de Grossman. Independente de uma inclinação por um determinado autor acredita-se que o contexto exerce uma função importante dentro do processo de ensino-aprendizagem, como iremos discutir mais adiante, muito embora não acreditamos que faça parte do PCK, uma vez que este é um conceito muito mais focado no conteúdo transformado pedagogicamente. O contexto, entretanto, conforme apresentado no modelo de Grossman (figura 2) influencia e é influenciado pelo PCK e é esse aspecto que iremos abordar mais detalhadamente neste trabalho.

Inúmeras são as contribuições de diferentes pesquisadores e todas têm a sua relevância para o estudo das questões que envolvem o ensinar. Contudo, vale ressaltar que, diante da dinâmica e da efemeridade das relações humanas e educativas, é importante ter em mente que estas questões não podem ser pensadas de forma isolada e restrita, há que se perguntar sempre, o que é possível dentro da realidade que se apresenta, visto o surgimento de novos conhecimentos e saberes que nascem da interação homem-mundo (informação verbal)¹.

¹ Comentário do Professor Manoel Oriosvaldo de Moura durante o Exame de Qualificação da presente pesquisa.

Quadro 1: Diferentes conceituações do PCK

Conhecimento de (o):								
Pesquisador	Específico da Matéria	Representações e Estratégias	Aprendizado e Concepções do Estudante	Pedagógico Geral	Currículo e Mediação	Contexto	Objetivos	Avaliação
Shulman (1987)	NI	I	I	NI	NI	NI	NI	-
Tamir (1988)	NI	I	I	NI	I	-	-	I
Grossman (1990)	NI	I	I	NI	I	NI	I	-
Marks (1990)	I	I	I	NI	I	-	-	-
Cochran et al. (1993)	I	-	I	I	-	I	-	-
Fernandez-Balboa (1995)	I	I	I	NI	-	I	I	-
Stiehl (1995)	I	I	I	NI	I	NI	I	I
Magnusson et al. (1999)	I	I	I	NI	I	NI	I	-
Loughran et al. (2001)	-	I	I	-	I	-	I	I

NI: Categoria não incluída no conhecimento base para o ensino; **-** : autor não discute explicitamente; **I:** autor inclui como um dos componentes do PCK.

Fonte: Eunmi Lee, 2005.

1.5. O Acesso ao PCK

O ensino de química exige, além do conhecimento do conteúdo, um conhecimento pedagógico geral que engloba as dificuldades intrínsecas, as concepções alternativas, as estratégias, as analogias, os experimentos e as atividades que conduzem a uma melhor aprendizagem.

Como parte importante do conhecimento básico que o professor deve possuir, o uso do PCK no Ensino de Ciências é interessante. Neste sentido, Talanquer afirma que:

A capacidade para identificar perguntas ou ideias centrais na disciplina, que sejam relevantes e resultem interessantes para os alunos é uma característica que distingue o bom professor de Química. É um exemplo típico de PCK, pois trata de uma habilidade que vai além de sua preparação profissional na área ou de seus conhecimentos de didática e pedagogia

(TALANQUER, 2004)

A Química possui uma linguagem própria e exige do professor conhecimento amplo de estratégias, metodologias, exemplos e analogias específicas, capazes de mediar a construção do conhecimento por parte do estudante, levando em consideração o seu contexto sócio cultural.

Assim, buscamos neste trabalho observar e documentar como um professor inserido em diferentes contextos promove o ensino da Química, investigando o seu PCK e, como as ações em sala de aula são intencionalmente (ou não) modificadas ou adaptadas em função do contexto e em resposta ao seu PCK.

Para realizar o acesso ao PCK do professor sujeito dessa pesquisa, utiliza-se uma das ferramentas desenvolvidas por Loughran *et al.* (2001) – o CoRe (Representação do Conteúdo). O CoRe é uma ferramenta que propõe questões sobre como o professor seleciona conteúdos com base na reflexão em diferentes aspectos, como estratégias, metodologias e aspectos sociais, econômicos e culturais (Quadro 2).

Segundo Reyes e Garritz (2006) o CoRe estabelece e discute o entendimento dos professores de Ciências sobre aspectos particulares do

PCK, começando pela declaração das ideias centrais ao redor do tema específico; a importância de que os estudantes as adquiram; o conhecimento das concepções alternativas dos estudantes; os pontos conhecidos de confusão para eles; a sequência efetiva; as estratégias didáticas empregadas para apresentar as ideias e as formas condizentes de avaliar a compreensão das mesmas.

A seguir no quadro 2 apresenta-se a estrutura para a construção do CoRe segundo Loughran *et al.* (2001). Segundo os autores esse instrumento pode ser utilizado individualmente ou por um grupo de professores em que a negociação das principais ideias sobre um determinado conceito terá de ser realizada. Somente depois de definidas as principais ideias relacionadas ao conceito é que as questões apresentadas são respondidas para cada uma das ideias propostas. Tal instrumento serviria tanto para o acesso ao PCK de professores como ao seu próprio desenvolvimento profissional. A partir da explicitação das grandes ideias e da reflexão sobre elas e sobre as dificuldades dos estudantes, o autor sugere que também ocorre o desenvolvimento do PCK dos professores envolvidos.

O acesso ao CoRe segundo Loughran *et al.* (2001; 2004; 2006), é realizado por meio de entrevistas semiestruturadas e com o auxílio dos registros audiovisuais das aulas, para discutir aspectos relevantes das sequências registradas.

Quadro 2: Representação do Conteúdo – CoRe

Questões	Ideias e conceitos centrais relacionados a um determinado conteúdo específico		
	Ideia 1	Ideia 2	Ideia n
Por que é importante o ensino dessa ideia?			
O que você pretende que seus estudantes aprendam sobre esta ideia?			
O que mais você sabe sobre essa ideia?			
Dificuldades/limitações relacionadas com o ensino desta ideia.			
Conhecimento sobre os estudantes que influencia seu ensino desta ideia.			
Outros fatores que influenciam seu ensino desta ideia.			
Estratégias de ensino para comprometer os estudantes com essa ideia.			
Maneiras específicas de apurar o entendimento ou confusão dos estudantes em torno desta ideia..			

Fonte: LOUGHRAN *et. al.*, 2001.

1.6. As interações discursivas: uma ferramenta para as aulas de ciências.

Desde a pré-história que as interações do Homem com a natureza caracterizam a sua formação enquanto indivíduo. No entanto, é necessário que haja uma relação deste indivíduo com outro para que se estabeleça a mediação com o ambiente.

Porém, somente com a aquisição da linguagem que o sujeito passa a ter um desenvolvimento significativo do seu cognitivo. É por meio das palavras, dos signos e dos instrumentos que ocorre o contato com a cultura (VIGOTSKI 1998).

Nesse sentido, a linguagem constitui um sistema simbólico, elaborado no curso da história social do homem, que organiza os signos em estruturas complexas permitindo, por exemplo, nomear objetos, destacar suas qualidades e estabelecer relações entre os próprios objetos.

O surgimento da linguagem, como já foi dito anteriormente, representa um salto qualitativo no psiquismo, originando três grandes mudanças. A primeira está relacionada ao fato de que ela permite lidar com objetos externos não presentes. A segunda permite abstrair, analisar e generalizar características dos objetos, situações e eventos. Já a terceira se refere a sua função comunicativa; em outras palavras, a preservação, transmissão e assimilação de informações e experiências acumuladas pela humanidade ao longo da história (VIGOTSKI, 1998).

De acordo com Vigotski, a linguagem materializa e constitui as significações construídas no processo social e histórico. Quando os indivíduos a interiorizam, passam a ter acesso a estas significações que, por sua vez, servirão de base para que possam significar suas experiências, e serão estas significações resultantes que constituirão suas consciências, mediando, desse modo, suas formas de sentir, pensar e agir.

A ferramenta analítica desenvolvida por Mortimer e Scott (2002), baseia-se nesta ideia da criação de significados por meio do uso da linguagem e outras formas de comunicação, sempre levando em conta o contexto social.

A estrutura analítica é baseada em cinco aspectos inter-relacionados e são agrupados em: focos do ensino, abordagem e ações.

A) Focos do ensino → 1. Intenções do professor / 2. Conteúdo

B) Abordagem → 3. Abordagem comunicativa

C) Ações → 4. Padrões de interação / 5. Intervenções do professor

Apresento a seguir, cada aspecto da análise.

A1. Intenções do professor.

O quadro abaixo elucida as intenções do professor e seu foco:

Quadro 3: Intenções do professor

Intenções do professor	Foco
Criando um problema	Engajar os estudantes, intelectual e emocionalmente, no desenvolvimento inicial da 'estória científica'.
Explorando a visão dos estudantes	Elicitar e explorar as visões e entendimentos dos estudantes sobre ideias e fenômenos específicos.
Introduzindo e desenvolvendo a 'estória científica'	Disponibilizar as ideias científicas (incluindo temas conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais) no plano social da sala de aula.
Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização.	Dar oportunidades aos estudantes de falar e pensar com as novas ideias científicas, em pequenos grupos e por meio de atividades com toda a classe. Ao mesmo tempo, dar suporte aos estudantes para produzirem significados individuais, internalizando essas ideias.
Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso.	Dar suporte aos estudantes para aplicar as ideias científicas ensinadas a uma variedade de contextos e transferir aos estudantes controle e responsabilidade (WOOD <i>et al.</i> , 1976) pelo uso dessas ideias.
Mantendo a narrativa: sustentando o desenvolvimento da 'estória científica'.	Prover comentários sobre o desenrolar da 'estória científica', de modo a ajudar os estudantes a seguir seu desenvolvimento e a entender suas relações com o currículo de ciências como um todo.

Fonte: Mortimer e Scott, 2002.

A2. Conteúdo

Três categorias são importantes para a análise do conteúdo do discurso em sala de aula: *descrição, explicação e generalização*.

Descrição: envolve enunciados que se referem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de seus constituintes ou dos deslocamentos espaçotemporais desses constituintes.

Explicação: envolve importar algum modelo teórico ou mecanismo para se referir a um fenômeno ou sistema específico.

Generalização: envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico.

B3. Abordagem comunicativa

Fornece a perspectiva sobre *como* o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interação. São quatro classes, apresentadas a seguir, que estão relacionadas ao papel do professor ao conduzir um discurso em sala de aula.

a. Interativo/dialógico: professor e estudantes exploram ideias, formulam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.

b. Não-interativo/dialógico: professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista destacando similaridades e diferenças.

c. Interativo/de autoridade: professor geralmente conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.

d. Não-interativo/de autoridade: professor apresenta um ponto de vista específico.

C4. Padrões de interação

O quarto aspecto da análise especifica padrões de interação que emergem na medida em que o professor e os estudantes alternam turnos de fala na sala de aula. Destaco abaixo alguns exemplos.

- **I-R-A:** Iniciação do professor – Resposta do aluno – Avaliação do professor
- **I-R-P:** Iniciação do professor – Resposta do aluno – Permitir o prosseguimento da fala do aluno (professor repete parte do que o aluno acabou de falar e este continua) – Resposta do aluno e assim sucessivamente.
- **I-R-F:** Iniciação do professor – Resposta do aluno – Feedback (para que o aluno elabore um pouco mais a sua fala).

C5. Intervenções do professor

O quinto aspecto da análise diz respeito às formas de intervenções pedagógicas do professor. O quadro 4 relaciona seis formas, especificando o foco e as ações do professor que caracterizam cada uma.

Quadro 4: Intervenções do professor

Intervenção do Professor	Foco	Ação - o professor:
1. Dando forma aos significados	Explorar as ideias dos estudantes Trabalhar os significados no desenvolvimento da estória científica.	- introduz um termo novo; parafraseia uma resposta do estudante; mostra a diferença entre dois significados.
2. Selecionando significados		- considera a resposta do estudante na sua fala; ignora a resposta de um estudante.
3. Marcando significados chaves		- repete um enunciado; pede ao estudante que repita um enunciado; estabelece uma sequência I-R-A com um estudante para confirmar uma idéia; usa um tom de voz particular para realçar certas partes do enunciado.

4. Compartilhando significados	Tornar os significados disponíveis para todos os estudantes da classe	- repete a ideia de um estudante para toda a classe; pede a um estudante que repita um enunciado para a classe; compartilha resultados dos diferentes grupos com toda a classe; pede aos estudantes que organizem suas ideias ou dados de experimentos para relatarem para toda a classe.
5. Checando o entendimento dos estudantes	Verificar que significados os estudantes estão atribuindo em situações específicas	- pede a um estudante que explique melhor sua ideia; solicita ao estudante que escreva suas explicações; verifica se há consenso da classe sobre determinados significados.
6. Revendo o progresso da estória científica	Recapitular e antecipar significados	- sintetiza os resultados de um experimento particular; recapitula as atividades de uma aula anterior; revê o progresso no desenvolvimento da estória científica até então.

Fonte: Mortimer e Scott, 2002.

Esta ferramenta auxilia na investigação das interações feitas pelo professor sujeito desta pesquisa, na medida em que permite a percepção dos elementos que caracterizam o seu PCK.

As ideias de Wells colocadas anteriormente indicam que o uso dessa ferramenta para analisar a natureza das interações que ocorrem na sala de aula é algo interessante para a presente pesquisa, pois ao considerar o contexto como uma unidade de análise, permite entender o que ocorre dentro da sala de aula e o seu entorno.

1.7. As questões de investigação

As questões pessoais colocadas inicialmente, que deram origem à presente investigação, procuram compreender como um profissional que possui um bom conhecimento base para o ensino realiza a integração entre conteúdo e ensino de forma eficaz, ou seja, que utilize as melhores ferramentas ao seu alcance como um facilitador para o aprendizado do estudante.

Para isso, será investigada a prática de um professor de química em duas instituições escolares, visando descobrir os aspectos modificados em função do ambiente escolar no qual está inserido. As questões de investigação estão apresentadas a seguir:

1. Quais as mudanças observáveis na sala de aula do professor investigado ao lecionar o mesmo conteúdo em dois contextos distintos?
2. A que aspectos da sala de aula o professor atribui essas mudanças?
3. Como os estudantes influenciam a forma de ensinar do professor?

1.8. Objetivos da pesquisa

Objetivos gerais

- Investigar como o professor realiza o ensino de um determinado conteúdo para estudantes do Ensino Médio.
- Investigar as mudanças observáveis na prática de um professor de química ao ensinar um mesmo conteúdo em instituições escolares diferentes.
- Investigar a influência do contexto, tendo em vista os agentes envolvidos em um ambiente de mediação pedagógica (professor, estudante e instituição de ensino), na forma de ensinar do professor.

Objetivos específicos

- Investigar como um professor experiente mobiliza seu conhecimento específico e pedagógico no ensino de química.
- Comparar e analisar a forma de ensino do professor em instituições escolares diferentes, através do instrumento CoRe e das interações discursivas.
- Investigar como o conhecimento específico do professor, o conhecimento pedagógico e o conhecimento do contexto influenciam e são influenciados pelo PCK do professor sujeito da pesquisa.

CAPÍTULO 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Fundamentos teóricos e metodológicos

As questões pessoais colocadas inicialmente, que deram origem à presente investigação, procuram compreender como um profissional que possui um bom conhecimento base para o ensino realiza a integração entre conteúdo e ensino de forma eficaz, ou seja, que utilize as melhores ferramentas ao seu alcance como um facilitador para o aprendizado do aluno.

As questões de investigação, no decorrer da pesquisa, foram se delineando mais claramente e se transformaram nas questões apresentadas ao final do último item, focando no papel do contexto escolar e sua influência nas ações pedagógicas do professor. Queremos documentar o como dois contextos diferentes podem direcionar para ações distintas do professor em sala de aula. Para responder às questões de investigação realizou-se um trabalho de natureza qualitativa, pautado na observação, no registro do que acontece no ambiente escolar, na coleta de materiais (planejamentos, notas de aula e registro audiovisual), obtendo-se assim os dados necessários para análise, que possibilitem encontrar o que é único e o que pode ser generalizado para outras situações. Assim, o método escolhido para alcançar o objetivo proposto valoriza a narrativa, focando sua interpretação e enriquecimento com trechos de entrevistas, anotações e outros materiais que justifiquem a sua interpretação.

Para quem tem familiaridade com a pesquisa quantitativa, mesmo que seja apenas através de leitura de artigos de pesquisa ou sobre pesquisa, um caminho para compreender o significado atribuído à pesquisa qualitativa é contrastar as duas abordagens. De uma perspectiva bem abrangente, pode-se dizer que as “visões de mundo”, as “filosofias”, as metodologias são diferentes:

A pesquisa quantitativa está baseada em uma filosofia positivista que supõe a existência de fatos sociais com uma realidade objetiva independente das crenças dos indivíduos, enquanto que a qualitativa

tem raízes em um paradigma segundo o qual a realidade é socialmente construída [...] A pesquisa quantitativa procura explicar as causas de mudanças em fatos sociais, primordialmente através de medição objetiva e análise quantitativa, enquanto a qualitativa se preocupa mais com a compreensão do fenômeno social, segundo a perspectiva dos atores, através de participação na vida desses atores [...] A pesquisa quantitativa tipicamente emprega delineamentos experimentais ou correlacionais para reduzir erros, vieses e outros ruídos que impedem a clara percepção dos fatos sociais, enquanto o protótipo do estudo qualitativo é a etnografia [...] O pesquisador quantitativo ideal é 'desprendido' para evitar viés, enquanto o pesquisador qualitativo fica 'imerso' no fenômeno de interesse.

(FIRESTONE, 1980)

Após a realização do trabalho de campo, pautado nos aspectos já mencionados, se faz necessário imergir na compreensão dos dados coletados, entender a narrativa que se coloca a fim de responder às questões de investigação. Para tanto, lança-se mão de três instrumentos de análise já apresentados anteriormente: o instrumento de como o professor representa seu conteúdo específico aos alunos - CoRe, proposto por Loughran et al. (2001), a ferramenta analítica de análise das interações discursivas proposta por Mortimer e Scott (2002), na qual o papel de professor e estudantes transparece e se observa como é orientado o ensino e, por fim, o Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação proposto por Shulman (1987), que fornece elementos de como o professor se desenvolve profissionalmente. A partir dessas análises, é possível perceber como o contexto molda a forma do professor ensinar, ou seja, como os domínios de seu PCK se modificam ao ensinar o mesmo conteúdo em escolas diferentes. Para isso, lançamos mão ainda, do modelo proposto por Grossman (1990). Nesse modelo, o PCK assume uma posição central, sendo influenciado e influenciando os outros conhecimentos do professor (conhecimento específico da matéria, conhecimento pedagógico geral e conhecimento do contexto).

O quadro 5, a seguir, mostra o caminho delineado para alcançar os objetivos da pesquisa, tendo em vista os dados coletados e os instrumentos de análise utilizados na investigação.

Quadro 5: O caminho delineado na pesquisa

A coleta de dados foi realizada no ano de 2010, ao longo de aproximadamente sete meses, nos quais se realizou o registro audiovisual de aulas de Química em duas instituições de ensino, procurando na medida do possível, acompanhar sequências didáticas que tratavam do mesmo tema, no intuito de realizar posteriormente uma análise comparativa. A partir dos dados iniciou-se a seleção dos episódios, por meio do registro audiovisual realizado nas duas instituições. Adotamos a ideia de episódio proposta por Moura (2004) segundo a qual são selecionados momentos nos quais encontramos “ações reveladoras do processo de formação dos sujeitos participantes” (MOURA, 2004). Ainda, de acordo com Moura:

Os episódios poderão ser frases escritas ou faladas, gestos e ações que constituem cenas que podem revelar interdependência entre os elementos de uma ação formadora. Assim, os episódios não são definidos a partir de um conjunto de ações lineares. Pode ser que uma afirmação de um participante de uma atividade não tenha impacto imediato sobre os outros sujeitos da coletividade. Esse impacto poderá estar revelado em outro momento em que o sujeito foi solicitado a utilizar-se de algum conhecimento para participar de uma ação no coletivo.

(MOURA, 2004)

A partir da seleção dos episódios foram realizadas duas entrevistas, com cerca de duas horas cada uma, na qual o professor sujeito da pesquisa assistia aos trechos selecionados, no intuito de resgatar a sequência trabalhada em ambas as instituições. A cada trecho o professor respondia às perguntas presentes no CoRe, para que fosse possível ao final dessa etapa acessar o seu PCK referente a cada conteúdo lecionado. Tendo em vista os episódios selecionados, lançou-se uso da ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott, no intuito de compreender as interações discursivas nos diferentes contextos escolares.

O uso do Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação proposto por Shulman permite compreender como o processo de raciocínio e ação do professor se modifica ao trabalhar o mesmo conteúdo em ambas as instituições.

Por fim, com base no modelo proposto por Grossman (1990), analisamos como o PCK do professor influencia e é influenciado pelo contexto das diferentes escolas.

2.2. O professor sujeito da pesquisa

O professor participante dessa pesquisa atua na rede privada de ensino, especificamente no Ensino Médio regular e técnico. É formado em Química nos cursos de Bacharelado e Licenciatura pela Universidade de São Paulo – USP. É um professor experiente, com cerca de vinte e um anos na área de ensino. Além da graduação, o professor sujeito dessa pesquisa possui Mestrado em Química Orgânica. Apesar do título de mestre em outra área e do título de bacharel, sempre se dedicou à atividade de ensino.

A escolha desse professor se deu pela indicação obtida por diversas fontes, que o consideram um bom professor. Em primeiro lugar é um professor que teve uma formação de reconhecida qualidade. Em segundo houve a indicação de uma docente de química do ensino superior que conhecia o trabalho do professor e fez a recomendação como sendo um *professor experiente e muito bom*. Em terceiro, houve a indicação de uma mãe de uma estudante (que também é docente de química em ensino superior) que fez o seguinte comentário: *minha filha tem um excelente professor de química na escola... você acredita que ele foi o professor homenageado da escola ano passado? Nunca vi um professor de química ser homenageado!* Ao descobrir que esses dois comentários tratavam da mesma pessoa, resolveu-se que esse professor seria ideal para a investigação.

2.3. As instituições de ensino

Atendendo ao pedido de ambas as instituições de ensino, seus respectivos nomes e localização, serão omitidos de qualquer produção escrita e oral que venha a ser realizada com os dados obtidos com a presente pesquisa.

No intuito de caracterizá-las, serão adotadas as siglas “A” e “B” para diferenciar as duas instituições de ensino.

Sobre a filosofia/metodologia de ensino das instituições

Os termos filosofia e metodologia foram mantidos, pois estão presentes no Projeto Político Pedagógico das instituições.

O colégio A declara como filosofia de ensino a formação de cidadãos autônomos, por meio de um ensino interdisciplinar, que conduz o estudante a construir o seu próprio saber.

O colégio B declara como metodologia de ensino a pedagogia de base franciscana, que concilia novas abordagens pedagógicas na busca de um aprendizado dinâmico, levando o seu estudante a desenvolver habilidades essenciais para se inserir na sociedade atual.

Sobre a estrutura física

O colégio A caracteriza-se como uma instituição de pequeno porte, que atua em três segmentos, Ensino Fundamental I, II e Ensino Médio. O espaço é pequeno, cerca de cinco mil metros quadrados, com peculiaridades interessantes, como o fato das salas de aula terem à sua volta um ambiente arborizado, com plantas típicas da flora paulistana, como o resedá, a paineira rosa, as primaveras e os hibiscos. Devido ao seu pequeno espaço, o ambiente favorece a interação entre estudantes, professores e funcionários que compõem o corpus da instituição.

A escola possui os seguintes recursos: três (03) salas para o Ensino Médio, um (01) laboratório para Ciências, Física, Química e Biologia, uma (01) sala de informática, com microscópios acoplados aos computadores, uma (01) sala de vídeo, uma (01) sala de música, uma (01) biblioteca, um (01) ateliê de artes e duas (02) quadras poliesportivas, sendo uma delas coberta.

O colégio B caracteriza-se como uma instituição de grande porte, que atua em quatro segmentos de ensino, Educação Infantil, Ensino Fundamental I, II e Ensino Médio. O colégio também oferece cursos extracurriculares, vinculados a área de esportes e cultura, além do chamado “high school”, que

permite aos estudantes do 9º ano (Fundamental II) e do Ensino Médio estudar simultaneamente o currículo brasileiro e americano.

Instalado em uma ampla área, com trechos de Mata Atlântica ainda preservados, o Colégio dispõe de uma grande infraestrutura, com os seguintes recursos: oito (08) salas para o Ensino Médio, uma (01) biblioteca, três (03) laboratórios de Informática, um (01) laboratório de Física, um (01) laboratório de Química, um (01) laboratório de Biologia, um (01) laboratório de Idiomas, uma (01) sala multimídia, um (01) pavilhão com espaço de acesso à internet, leitura e arte, um (01) ateliê de Arte, uma (01) sala de música, um (01) museu de mineralogia, um (01) playground, um (01) lago, um (01) rancho (ambiente agropecuário e aviário), uma (01) enfermaria, uma (01) sala para o grêmio estudantil, uma (01) sala de dança, um (01) espaço para caratê e judô, uma (01) sala de jogos e um (01) laboratório de construção (robótica).

2.4. Os estudantes

A escola A é tida como uma instituição de excelente qualidade, fato que se observa com facilidade na secretaria do colégio, devido ao grande número de pais solicitando vagas. O colégio, como mencionado anteriormente, é de pequeno porte, não conseguindo atender a demanda, o que obriga os pais a realizarem uma espécie de cadastro. O público da escola é heterogêneo, tanto no aspecto sócio-cultural como no econômico. Esse “caldeirão” cultural, com estudantes de diversas etnias torna a sala de aula um ambiente extremamente enriquecedor. Os estudantes são participativos, discutem entre si e com o professor os assuntos abordados em sala e, demonstram um interesse em estudar Química, fato que fica evidente em diferentes momentos, tanto nas aulas teóricas como nas atividades experimentais.

O colégio B possui uma ótima infraestrutura, porém a sua grande área e estrutura organizacional resultam em um distanciamento entre funcionários, professores e estudantes, formando um ambiente com pouca interação. O público pertence a uma classe social com grande poder aquisitivo, fato observado no valor das mensalidades, nos vestuários e acessórios utilizados

pelos próprios estudantes. Os estudantes em sua maioria se dispersam com facilidade, não participam das aulas e em muitos momentos atrapalham a concentração dos poucos que se interessam. De forma pragmática, a maioria dos estudantes espera o conteúdo pronto, e sugerem implicitamente ao professor atividades e provas semelhantes ao que foi trabalhado em sala, ou seja, procuram uma situação confortável, que não exija muito empenho por parte deles.

2.5. Registro audiovisual das aulas

O registro audiovisual das aulas do professor objeto da pesquisa foi transcrito e, no quadro abaixo, encontra-se um resumo das aulas filmadas nas instituições e a sua utilização nas análises.

Quadro 6: Resumo das aulas filmadas no colégio A

Turma	Resumo das aulas filmadas	Utilizada na análise
3° A	Coloca o tema na lousa: Nomenclatura de cadeias ramificadas . Antes de iniciar a discussão do tema, desenha sete estruturas distintas. Pede aos estudantes que acompanhem a discussão utilizando o material didático. A primeira estrutura remete-se a uma cadeia não ramificada (assunto já trabalhado anteriormente). Pede aos estudantes que dêem o nome do composto e em seguida inicia a discussão do que seria uma cadeia que apresenta ramificação. Nomeia uma das estruturas, com a ajuda dos estudantes e em seguida pede para que eles nomeiem as demais estruturas. O professor começa a trabalhar individualmente, indo de carteira em carteira discutindo eventuais dúvidas. Termina a aula resolvendo as demais estruturas na lousa com a ajuda dos	Sim

	estudantes.	
2° A	Coloca o tema na lousa: Síntese do alúmen de potássio . Coloca para os estudantes que o objetivo da aula é prepará-los para a atividade experimental que será realizada na próxima aula. Organiza os estudantes em grupo e realiza uma série de questões prévias acerca do experimento. Os estudantes realizam cálculos das quantidades de materiais (cálculo estequiométrico) que serão utilizadas no experimento. Ao término da aula, os estudantes entregaram as questões ao professor e conferiram as quantidades dos materiais em uma planilha (Excel) construída pelo professor para a realização dessa atividade.	Não
3° A	Comenta o tema da aula: Reações de condensação e de hidrólise – fabricação de detergente lava-louça . A aula teve como objetivo preparar os estudantes para a atividade experimental que será realizada na próxima aula. Organiza os estudantes em grupo e realiza a leitura e discussão de questões prévias que envolvem o experimento. Os estudantes utilizam conhecimentos prévios de estequiometria para calcular a quantidade de reagentes necessários para a realização do experimento. Ao término da aula, entregaram as questões sugeridas no material ao professor e conferiram as quantidades dos materiais em uma planilha (Excel), construída pelo professor para a realização dessa atividade.	Não
3° A	Realização da atividade experimental – fabricação de detergente lava-louça . Os estudantes se organizaram em grupos e com o auxílio do roteiro elaborado na aula anterior, realizaram a atividade experimental. O professor e a assistente de laboratório circularam entre os grupos ao	Não

	longo da atividade, esclarecendo dúvidas conceituais e em relação ao procedimento.	
2° A	Realização da atividade experimental – síntese do alúmen de potássio. Os estudantes se organizaram em grupos e com o auxílio do roteiro elaborado na aula anterior, realizaram a atividade experimental. O professor e a assistente de laboratório circularam entre os grupos ao longo da atividade, esclarecendo dúvidas conceituais e em relação ao procedimento.	Não
3° A	Apresentação de seminário sobre polímeros – tipos e aplicações de plásticos. Antes do início da coleta de dados, o professor iniciou um trabalho que envolve a realização de seminário envolvendo o tema plásticos.	Não
3° A	Tema da aula: Reações de polimerização por adição e condensação. O professor pede para os estudantes abrirem o material didático. Comenta alguns aspectos e aplicações do tema que será abordado e em seguida explica os dois tipos de reações de condensação (adição e condensação). Os estudantes participam da aula realizando questões e trazendo aspectos de outras aulas, numa tentativa de estabelecerem relações. Após o término da parte teórica, o professor sugere alguns exercícios para “prática” e, após um breve período realiza a correção.	Sim
2° A	Tema da aula: Estequiometria – excesso de reagentes. O professor inicia a discussão do tema por meio de uma analogia - fazendo empadas, comparando a quantidades de ingredientes que deve ser usada para se fazer empadinha. Faz uso dessa analogia para explicar a parte conceitual que envolve o assunto. Os estudantes participam da discussão e em seguida fazem o exercício proposto no material. Após um breve período circulando	Não

	pela sala e esclarecendo eventuais dúvidas, o professor realiza a correção do exercício na lousa.	
3° A	Tema da aula: atividade experimental resina uréia-formaldeído (UF) . O professor propõe a realização da atividade experimental que envolve uma reação de polimerização. Os estudantes seguem o roteiro presente no material e ao término do experimento respondem às questões para discussão.	Não
3° A	Tema da aula: Equilíbrio químico – escala de pH . É a última semana de aula, os estudantes estão em clima de despedida e ao mesmo tempo preparando-se para os vestibulares. O professor resolve realizar uma aula expositiva para que os estudantes não encontrem dificuldades na resolução de exercícios que envolvem cálculo de pH, algo muito presente em exames de vestibulares. Estes acompanham a aula realizando registro e questionamentos.	Não

Fonte: Grifo nosso.

Quadro 7: Resumo das aulas filmadas no colégio B

Turma	Resumo das aulas filmadas	Utilizada na análise
3° A	Coloca o tema na lousa: Nomenclatura de cadeias ramificadas . Antes de iniciar a discussão do tema, desenha sete estruturas distintas. Pede aos estudantes que acompanhem a discussão utilizando o material didático. A primeira estrutura remete-se a uma cadeia não ramificada (assunto já trabalhado anteriormente). Pede aos estudantes que dêem o nome do composto e em seguida inicia a discussão do que seria uma cadeia que apresenta ramificação. Nomeia uma das estruturas, com a	Sim

	ajuda dos estudantes e em seguida pede para que eles nomeiem as demais estruturas. Termina a aula resolvendo as demais estruturas na lousa com a ajuda dos estudantes.	
3° A	Apresentação de seminário sobre polímeros – tipos e aplicações de plásticos. Antes do início da coleta de dados, o professor iniciou um trabalho que envolve a realização de seminário envolvendo o tema plásticos.	Não
3° A	Tema da aula: Reações de polimerização por adição e condensação. O professor pede para os estudantes abrirem o material na pág. 134. Comenta alguns aspectos e aplicações do tema que será abordado e em seguida explica os dois tipos de reações de condensação (adição e condensação). Os estudantes participam da aula realizando questões e trazendo aspectos de outras aulas, numa tentativa de estabelecerem relações. Após o término da parte teórica, o professor sugere alguns exercícios para “prática” e, após um breve período realiza a correção.	Sim
3° A	Tema da aula: Equilíbrio químico. É uma das últimas aulas de química do ano letivo de 2010, o professor inicialmente resgata o conceito envolvendo equilíbrio químico e exemplifica com situações que envolvem reações reversíveis e irreversíveis. Em seguida discute novo conceito, o cálculo da constante de equilíbrio, Kc.	Não

Fonte: Grifo nosso.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CoRe do professor sujeito da pesquisa

Tendo em vista a compreensão de como a forma de ensinar do professor sujeito dessa pesquisa é influenciada pelos diferentes contextos escolares, selecionamos para a realização das análises, sequências didáticas que apresentam em comum os seguintes aspectos:

- a) O mesmo conteúdo lecionado em ambas as escolas;
- b) O mesmo material didático;
- c) Registro audiovisual de toda sequência didática, em ambas as instituições.

Para a realização das análises, utilizamos a sequência de aulas que teve como tema ***Nomenclatura de Compostos Orgânicos e Reações envolvendo Polímeros***. No intuito de conhecer o modo como o professor sujeito dessa pesquisa compreende o conteúdo e as ideias centrais associadas a estes temas, realizamos, por meio de entrevistas semiestruturadas, o acesso aos CoRe's - Representação dos Conteúdos - acima mencionados, representados a seguir (quadros 8 e 9).

Quadro 8: CoRe – Representação do conteúdo “Nomenclatura de Compostos Orgânicos” do professor sujeito da pesquisa

Questões	Ideias e conceitos centrais relacionados ao conteúdo “Nomenclatura de Compostos Orgânicos”			
	Cadeia principal	Função orgânica	Numeração da cadeia	Montar o nome
Por que é importante o ensino dessa ideia?	<ul style="list-style-type: none"> - Diferenciar a cadeia principal da ramificação. - Deve conter o maior número de carbonos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar a terminação adequada com base na função orgânica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer os critérios para iniciar a numeração da cadeia carbônica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Montar a fórmula estrutural a partir do nome do composto e vice-versa.
O que você pretende que seus alunos aprendam sobre esta ideia?	<ul style="list-style-type: none"> - Incluir o carbono ligado ao grupo funcional. - Incluir insaturações (duplas ou triplas ligações). - Que a cadeia seja a maior possível. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar a função do composto. - Nomear com a terminação adequada. 	Numerar pela ponta mais próxima: 1º) do grupo funcional; 2º) de insaturações; 3º) de ramificações.	<ul style="list-style-type: none"> - Separando letras de letras ou número de letras usando hífen. - Separando números de números usando vírgula. - Colocando o nome da cadeia principal no final.
Dificuldades/limitações relacionadas com o ensino desta ideia.	<ul style="list-style-type: none"> - Não diferenciar a cadeia principal de uma ramificação. - Não reconhecer a cadeia principal na fórmula estrutural em linha. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não reconhecer a função orgânica, utilizando a terminação inadequada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Confundir a ordem dos critérios para iniciar a numeração da cadeia carbônica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não levar em conta as ramificações, apenas a quantidade total de carbonos.
Conhecimento sobre os alunos que influenciam seu ensino desta ideia.	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em diferenciar cadeia principal e as ramificações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar o sufixo utilizado com base na função orgânica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Esquecem os critérios para numerar a cadeia carbônica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não levam em conta as regras para nomear a cadeia.
Outros fatores que influenciam seu ensino	O conhecimento das dificuldades que os alunos geralmente apresentam influencia na escolha dos exemplos e das perguntas que realizo.			

desta ideia.	
Estratégias de ensino para comprometer os alunos com essa ideia.	<ul style="list-style-type: none">- Resgato as ideias utilizadas para nomear uma cadeia não ramificada.- Utilizo exemplos, em ordem crescente de dificuldade, para trabalhar a parte teórica.- Ênfase no uso da tabela com as informações para nomear as estruturas, para evitar o decorar e sim o entendimento da lógica para nomear um composto orgânico.
Maneiras específicas de apurar o entendimento ou confusão dos alunos em torno desta ideia.	<ul style="list-style-type: none">- Durante a aula, por meio da realização de questionamentos.- Utilizando exemplos que geralmente os alunos apresentam dificuldades.

Fonte: Loughran *et. al.*, 2001.

Quadro 9: CoRe – Representação do conteúdo “Reações envolvendo Polímeros” do professor sujeito da pesquisa

Questões	Ideias e conceitos centrais relacionados ao conteúdo “Reações de Polimerização”			
	Conceito de polímero	Polímeros naturais e sintéticos	Reações de polimerização	Representação de transformações envolvendo reações de polimerização
Por que é importante o ensino dessa ideia?	- Compreender que é uma macromolécula, formada por unidades de repetição (monômeros).	- Diferenciar polímeros produzidos naturalmente daqueles produzidos pelo Homem.	- Saber os tipos de reações envolvendo polímeros (adição e condensação). - Reconhecer a partir da estrutura do monômero ou do polímero o tipo de reação envolvida.	- Compreender que a forma como representa uma estrutura orgânica é fundamental para escrever a equação de polimerização de forma adequada.
O que você pretende que seus alunos aprendam sobre esta ideia?	- Saber que polímeros são moléculas “grandes”, com cadeias longas.	- Conhecer os tipos de polímeros produzidos pelo Homem. - Relacionar com materiais que utilizamos e que não percebemos que são formados por polímeros (ex: poliamida e poliéster).	- Saber que a estrutura da molécula pode ajudá-los na identificação do tipo de reação de polimerização. - Direcionar o olhar, por exemplo, se o monômero for insaturado reage via adição.	- Evitar erros comuns na representação das estruturas, levando a escrever a equação química incorretamente. - Perceber quais são as partes da molécula que participam da reação.
Dificuldades/limitações relacionadas com o ensino desta ideia.	- Nem sempre perceber que o polímero é uma molécula grande, pois representamos apenas parte dela.	- Considerar monossacarídeo como polímero, como ocorre com a glicose.	- Analisar o monômero ou o polímero e identificar o tipo de polimerização.	- Saber identificar a parte da molécula que reage; - Considerar ramificar a estrutura de partida, saída de alguma molécula. - Utilizar os símbolos

Capítulo

				corretamente, como colchete e determinar a quantidade de moléculas de água envolvidas, como na reação de condensação.
Conhecimento sobre os alunos que influenciam seu ensino desta ideia.		- Os alunos não relacionam com facilidade materiais que utilizam no seu dia a dia com o que estão estudando, como no caso dos polímeros.	- Dificuldade em escrever uma equação de polimerização por não saber como será a reação química e quais os produtos que serão formados.	- Desenhar a estrutura incorretamente, como deixar a cadeia normal onde deveria ser ramificada.
Outros fatores que influenciam seu ensino desta ideia.	- Pela experiência, costumo adiantar os erros dos alunos, por isso ao resolver um exercício, vou comentando esses aspectos, no intuito de evitar problemas posteriores.			
Estratégias de ensino para comprometer os alunos com essa ideia.	- Fazer como geralmente aparece em avaliação, para que eles possam refletir a respeito, evitando erros. - Tentar que eles participem na construção das ideias.			
Maneiras específicas de apurar o entendimento ou confusão dos alunos em torno desta ideia (incluir provável variedade de respostas).	- Abrir espaço para que eles comentem. - Abrir espaço para resolução dos exercícios.			

Fonte: Loughran *et. al.*, 2001.

3.1.1. Análise da representação do conteúdo: Nomenclatura de Compostos Orgânicos

O CoRe acerca do tema *Nomenclatura de Compostos Orgânicos*, mostra duas preocupações centrais que influenciam a sua forma de ensino. A primeira preocupação é trabalhar em sala de aula as dificuldades, que em geral, os estudantes apresentam ao nomear um composto orgânico, e a segunda reside em trabalhar com eles a linha de raciocínio que eles devem utilizar para nomear um determinado composto, evitando assim uma tendência no ensino desse tema, que é a preocupação em decorar as regras de nomenclatura. O conhecimento das dificuldades dos estudantes influencia - como pode ser visto no CoRe - a sua estratégia de ensino, pois os exemplos que o professor escolheu para trabalhar esse tema levam em conta esse fato.

"[...] dando aula você percebe, os alunos sempre cometem os mesmos erros, por isso já tenho os exemplos adequados para evitar isso. Quando um aluno me faz uma pergunta, eu já sei aonde ele quer chegar. Os exemplos são pensados para evitar os erros comuns dos alunos..."

Fala do professor no decorrer da entrevista

É válido destacar que os exemplos selecionados pelo professor são apresentados em ordem crescente de dificuldade, o que possibilita trabalhar o conteúdo explorando diferentes níveis de compreensão.

A segunda preocupação presente no CoRe reside no fato do professor não priorizar o decorar das regras de nomenclatura, e sim a compreensão da lógica que envolve a nomenclatura de um determinado composto orgânico. O professor a cada exemplo dado trabalha com os estudantes as ideias relacionadas ao conteúdo, permitindo, como estratégia de compreensão, que eles consultem a tabela disponível no material com as terminologias e regras.

"[...] não precisa decorar, tem que saber consultar, usar a lógica para montar a estrutura..."

Fala do professor no decorrer da entrevista

3.1.2. Análise da representação do conteúdo: Reações envolvendo Polímeros

O CoRe acerca do tema *Reações envolvendo Polímeros*, apresenta algumas preocupações que influenciam a sua forma de ensino. O professor considera importante que os estudantes dominem o conceito de polímero e que saibam que existem duas classes desses materiais, os polímeros sintéticos, produzidos pelo Homem e os polímeros naturais, produzidos pela natureza. Outro aspecto interessante que irá influenciar o seu modo de ensino reside na preocupação no modo como os estudantes escrevem uma reação de polimerização. Sabendo que os estudantes apresentam dificuldades em relação ao domínio desta ideia, o professor costuma discutir em sala erros comuns que surgem em avaliações.

Sempre procuro trazer uma situação que já me deparei em prova, ajuda nas discussões.

Fala do professor no decorrer da entrevista

Percebe-se que a sua forma de ensinar considera as dificuldades dos estudantes e sua experiência contribui para um ensino com maior eficácia, pois sabe de antemão os erros dos estudantes.

[...] você começa a citar erros para evitar que o aluno erre, adiantar o erro. A experiência nesse caso faz diferença.

Fala do professor no decorrer da entrevista

3.2. Análise da sequência didática: nomenclatura de compostos orgânicos

Iniciamos as análises das sequências didáticas que são comuns em ambas as instituições, ou seja, que tratam do mesmo assunto. Para facilitar as análises e o seu entendimento, a aula que teve como temática *nomenclatura de cadeias ramificadas* foi dividida em quatro episódios.

Como estratégia para alcançar seu objetivo – nomear cadeias ramificadas - o professor inicialmente lança o conteúdo da aula para os estudantes e desenha na lousa sete estruturas distintas, como mostra a figura 5.

Figura 5: Estruturas de cadeias carbônicas em linha desenhadas na lousa pelo professor-sujeito da pesquisa.

Fonte: Grifo nosso

Neste primeiro momento, em ambas as instituições, o professor inicia as discussões resgatando com os estudantes uma ideia desenvolvida anteriormente – nomear uma cadeia não ramificada (estrutura 1). Deste modo, possibilita que o estudante aprenda os conceitos do novo assunto e destaca similaridades e diferenças entre uma cadeia ramificada e uma cadeia não ramificada. A seguir trechos desse discurso.

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 1/4 – Nomeando a estrutura 1

Colégio A

- (5). P: Gente é o seguinte...se a gente fosse retomar o nome dessa estrutura aqui (ESTRUTURA 1), qual seria? (I)
- (6). P: But...
- (7). Alunos: Não, hept... (R)
- (8). P: Isso, hept... (A)
- (9). Alunos: 2-eno...
- (10). P: De onde vem o hept?(I)
- (11). A: Sete carbonos (R)
- (12). P: Isso. (A)
- (13). Alunos: O 2 é a posição da dupla...
- (14). P: Isso, o “en” significa a própria dupla...e o “o” é a função, no caso hidrocarboneto.

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 1/4 – Nomeando a estrutura 1

Colégio B

- (3). P: Se o cara fosse nomear essa estrutura (PESQUISADOR: ESTRUTURA 1), como você faria? Conseguem fazer sem a tabela?(I)
- (4). Alunos: hept...como é mesmo?
- (5). A: 2-heptano (R)
- (6). P: Isso, mas não é heptano, quero dizer, “ano” não é! (A)
- (7). A: É “en”.
- (8). P: Isso, psiu....
- (9). P: Hept...
- (10). Alunos: 2...
- (11). P + A: Hept-2-eno
- (12). P: Ok...Psiu....

Neste episódio o professor tem a **intenção** de criar um problema, no intuito de engajar os estudantes intelectualmente no desenvolvimento da ‘estória científica’.

O professor mantém a mesma estratégia em ambas as escolas, conduz o exercício de nomear a estrutura 1 por meio de uma sequência de perguntas e respostas, através de uma **abordagem** do tipo interativo/de autoridade, estabelecendo como **padrão de interação** a tríade I-R-A. Nos turnos de fala o professor realiza **intervenções**, de modo a rever o progresso da ‘estória científica’, recapitulando ideias desenvolvidas na aula anterior.

Apesar do professor não trazer algo novo, os estudantes do colégio B apresentam algumas dificuldades em nomear a estrutura. Além dessa observação, durante o diálogo, o professor precisa pedir silêncio (turno 8), coisa que não se observa na sequência do colégio A.

Ao ser questionado acerca desses fatos o professor procurou explicar que isso não se deve à natureza do tema e sim ao fato dos estudantes do colégio B apresentarem maior dificuldade, exigindo da sua parte a retomada de conceitos já estudados anteriormente.

Os alunos do colégio B apresentam maior dificuldade, isso faz que eu tenha que fazer muitas retomadas, dando muitas respostas prontas. Os alunos do colégio A estudam mais, tem mais prontidão em aula, fazem mais exercícios, isso acaba fazendo diferença.

Fala do professor no decorrer da entrevista

Neste episódio, tendo em vista os elementos que influenciam e são influenciados pelo PCK – segundo o modelo de Grossman (1990) – percebe-se em relação ao **conhecimento do conteúdo específico** que o professor apresenta domínio do tema, mostra segurança ao interagir com os estudantes, no colégio A, por exemplo, o professor inicia o nome da estrutura de forma incorreta para que os estudantes o corrijam (turnos 6 e 7). Em relação ao **conhecimento pedagógico geral** destaca-se a questão da gestão de sala de aula, visto que o professor em pouco tempo consegue trazer os estudantes para discutirem o assunto proposto e mostra um cuidado com a questão disciplinar, fato perceptível no colégio B (turnos 8 e 12), ao chamar atenção daqueles que se dispersam já no início da aula. Neste episódio o **conhecimento do contexto** modifica a maneira do professor conduzir a aula, no colégio B o professor complementa ideias dos estudantes (turno 11), pois é de seu conhecimento que os estudantes apresentam maiores dificuldades em relação ao domínio do conteúdo, como o próprio professor colocou durante a entrevista.

Na estrutura 2, o professor pede aos estudantes do colégio A para nomearem a cadeia como se fosse uma cadeia normal, escondendo a ramificação na lousa com a mão. A seguir, pede a eles que montem a estrutura, a partir do nome dado. Os estudantes percebem que a estrutura

apresenta diferença em relação à estrutura 2, então o professor inicia a discussão das ideias centrais desse tema, cadeia principal e ramificação.

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 2/4 – Nomeando a estrutura 2

Colégio A

(15) P: Se a gente for repetir a mesma ideia no outro caso (PESQUISADOR: ESTRUTURA 2), como é que você chamaria? (I)

(16). Alunos: Oct...

(17). A: Oct-2-eno (R)

(18). P: Então, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 carbonos. (A)

(19). P: Oct-2-eno. Agora, se eu tampasse isso aqui (a estrutura) e o cara pegasse esse nome (nome da estrutura) para transformar em molécula ele chegava nisso daqui (aponta para a estrutura desenhada na lousa)? (I)

(20). Alunos: Não. (R)

(21). P: Isso, não. (P)

(22). P: Porque você ia imaginar que essa molécula está numa linha reta, concorda? (I)

(23). A: Claro (R)

(24). P: Então, não pode ser só isso. Na verdade eu vou começar a mexer agora com esse tipo de estrutura aqui (sublinha a palavra “ramificadas”). (A)

(25). P: O que é uma cadeia ramificada? (I)

(26). A: tem raiz... (R)

(27). P: Exatamente, ela começa como se fosse uma árvore, pode aparecer galhos no meio. Essa ideia de ramificação são carbonos fora... (A)

(28). A: da linha.

(29). P: Isso, e essa linha eu vou chamar de cadeia principal. Então vai começar a aparecer coisa nova aí. A gente não tinha discutido até agora, mas vamos começar a mexer com moléculas que são maiores, são mais complexas e vão ter carbonos fora da linha central.

(30). P: A gente mexeu até esse momento, com moléculas menores, geralmente moléculas mais simples, com uma função só. Então, vai começar a misturar as funções, vai começar a aparecer carbono fora da cadeia principal, assim por diante.

(31). P: Então vai aparecer um conceito, que é isso daqui (escreve na lousa): Cadeia principal.

A **intenção** do professor neste episódio é de guiar os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização, uma vez que explora com os estudantes ideias, formula perguntas e considera pontos de vista, conduzindo o estudante para chegar a um ponto de vista específico, no caso cadeia principal e ramificação (**Abordagem:** interativo/dialógico-interativo/de autoridade). Seguindo os **padrões de interação** I-R-A e I-R-P. As **intervenções** do professor são

realizadas de modo a dar forma aos significados, uma vez que ao introduzir um novo termo – cadeias ramificadas – o professor procura mostrar as diferenças e compartilha com a sala essas ideias.

Diferentemente do colégio A, no qual o professor explora a visão dos estudantes para introduzir o conceito, no colégio B ele apenas relembra o conceito de cadeia principal e exemplifica utilizando as estruturas 1, 3 e 4. Nesse episódio fica evidente a mudança na estratégia de ensino, o professor transmite os conceitos necessários para nomear a estrutura 2, não permitindo que os estudantes participem desse processo de forma mais ativa, visto que seu **padrão de interação** é o I-R-A. Como se observa nos turnos a seguir:

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 2/4 – Nomeando a estrutura 2

Colégio B

(33). P: Vamos utilizar essas ideias naquele exemplo ali (PESQUISADOR: ESTRUTURA 2). A cadeia principal dessa estrutura aqui é essa linha aqui (pinta de laranja com o giz). Essa linha laranja representa a cadeia principal dessa molécula. Como assim?

(34). P: É a cadeia maior que você conseguiu riscar. Ela não pode voltar por cima dela própria. Então esse carbono da ramificação vai ficar de fora. E você marcou a insaturação, ela faz parte da cadeia principal.

(35). P: Pegaram mais ou menos a ideia?

(36). P: Qual a cadeia principal disso (PESQUISADOR: ESTRUTURA 1)? (I)

(37). A: Ah é tudo...(R)

(38). P: É a cadeia inteira. Se o cara for lembrar o que caiu na prova, o cara vai lembrar que era a cadeia inteira, não tinha carbono que ficava de fora.(A)

(39). P: Você consegue riscar todos os carbonos aqui (PESQUISADOR: ESTRUTURA 3)?(I)

(40). A: Não. (R)

(41). P: Então, vai ficar coisa de fora. (A) No caso vai ficar um carbono de fora. Qual é a principal disso? (I)

(42). A: É a de baixo. (R)

(43). P: Isso é essa mesmo. (A)

(44). P: Qual é a cadeia principal nessa estrutura aqui (PESQUISADOR: ESTRUTURA 4)? É ela reta? (I)

(45). A: Não. (R)

(46). A: É a maior, a que tem seis carbonos. (R)

(47). P: Isso é a vertical, digamos assim. (A) Por que tem que ser essa?(I)

(48). A: Porque é a maior. (R)

(49). P: Isso é a que tem o maior número de carbonos. Então vai ficar carbono de fora novamente. (A)

(50). A: dois...

(51). P: Então, esse carbono aqui de fora (PESQUISADOR: ESTRUTURA 2) é um CH_3 , certo? Ele é chamado de ramificação ou radical.

(52). P: Então repara gente, pegando a tabela de orgânica, no final da apostila... pega aí...

(53). A: Arranca?

(54). P: Não, não é para arrancar, é só consultar. Qual seria essa daqui?

(55). A: Ah... achei... metil.

(56). P: Isso, metil. Como é que vai ficar agora?

(57). P: Achou a tabela aluno? É a pequenininha.

(58). P: Tá vendo um CH_3 nela? É para ver quem está pendurado. No caso tem um CH_3 pendurado na cadeia principal, isso é chamado de ramificação.

A **intenção** do professor neste episódio ao trabalhar o conceito de cadeia ramificada mostra uma preocupação em disponibilizar as ideias conceituais (introduzindo e desenvolvendo a ‘estória científica’), diferente da maneira que ocorreu no colégio A.

Fica evidente o tipo de **abordagem** (interativo/de autoridade) realizada pelo professor pela forma como interage com os estudantes. E observam-se nos turnos, as retomadas que o professor precisa realizar para chegar ao conceito. E também recorre a tabelas para consultar a ramificação além de usar a prova como elemento de “estímulo” à aprendizagem:

Se o cara for lembrar o que caiu na prova...

Fala do professor no turno 38 – colégio B

Ao ser questionado acerca dessas diferenças o professor coloca a questão disciplinar como principal fato para conduzir a aula de forma distinta, pois os estudantes do colégio B são indisciplinados, o que dificulta maior abertura em sala de aula.

A questão disciplinar... O pessoal do colégio A é mais focado em relação aos alunos do colégio B. Tem sala que sou obrigado a conduzir todo o processo. No A estava mais confiante que os alunos iam fazer, ao passo que no B preciso coordenar as ações, sempre chamando a atenção.

Fala do professor no decorrer da entrevista

Neste episódio percebe-se que o professor lança mão de uma estratégia interessante ao nomear a cadeia ramificada como se fosse linear (cadeia normal), no intuito de tornar o novo conceito acessível aos estudantes, mostrando que o seu **conhecimento do conteúdo específico** possibilita criar estratégias facilitadoras para o ensino de Química. Em relação ao

conhecimento pedagógico geral percebe-se, como discutido anteriormente, que o conhecimento sobre os estudantes modifica a maneira do professor conduzir a aula, dando menor abertura para os estudantes do colégio B trabalharem, na medida em que conduz o processo. O **conhecimento do contexto** destaca-se neste episódio da aula, visto que a modificação de estratégia leva em conta as características dos estudantes, que no colégio B, devido à indisciplina, faz com que o professor transmita um maior número de informações, no intuito de conduzir a aula minimizando os problemas disciplinares.

Para as estruturas 3 e 4 o professor solicita aos estudantes do colégio A que tentem nomear as estruturas. A partir desse momento, caminha pela sala de aula, verificando o trabalho dos estudantes e esclarecendo dúvidas. Da mesma forma como ocorreu na estrutura 2, o professor estabelece uma abordagem centrada na exploração da ideias dos estudantes e no diálogo com eles para a construção de significados.

Após este momento, juntamente com os estudantes, o professor desenvolve as ideias centrais referente às estruturas 3 e 4, conforme os turnos a seguir.

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 3/4 – Nomeando a estrutura 3 e 4

Colégio A

- (133). P: Como ficou a principal disso (estrutura 3)? (I)
(134). A: É a linha...(R)
(135). P: Certo... (A) qual a função disso daqui? (I)
(136). A: álcool. (R)
(137). P: Por onde vou começar a numeração? (P)
(138). A: Prá lá, pela direita. (R)
(139). P: Isso, próximo do grupo funcional, vou numerar. (A)
(140). P: E agora, o que é isso aqui? (aponta para o radical) (I)
(141). A: É metil. (R)
(142). P: Isso, então ficaria... como? esquecendo o metil por enquanto? (A)/(I)
(143). A: metil-3-ol. (R)
(144). P: Calma, calma, sem o metil... (A)
(145). A: hept...
(146). P + A: Heptan-3-ol.
(147). P: Tudo bem? E o metil, como faço? (I)
(148). A: 5-metil...(R)

- (149). P: Isso, 5-metil-heptan-3-ol.(A)
(150). A: Por que cinco?
(151). P: Porque é a posição em que está o grupo metil.
(152). A: O CH₃ do canto não é metil?
(153). P: Cuidado, não é radical, pertence à cadeia principal.
(154). P: Tudo bem gente. Como fica a principal dessa (estrutura 4)?(I)
(155). A: Começa de cima.... desce....(R)
(156). P: Isso, a principal...(P)
(157). A: Esquerda...(R)
(158). P: Isso, exatamente, é a maior. (A)
(159). P: Numeração?(I)
(160). A: Começa de baixo...(R)
(161). P: Podemos começar pela de cima? (P)
(162). A: Ah, tanto faz! (R)
(163). P: Isso, não faz diferença. Pode começar a numerar por cima ou por baixo. Reparem que eu tenho dois metil... no carbono três e no quatro. O pessoal, de modo geral, montou certo pelo o que eu vi, esqueceu apenas de uma coisinha...(A)
(164). A: Ah... 3,4 metil...
(165). P: Não, isso não.... foi o “di”. Vejam... 3,4-dimetil-hexano.
(166). A: Professor, se eu girar essa cadeia... muda a principal?
(167). P: Se eu girar... continua a mesma coisa, a principal terá sempre o maior número de carbonos.
(168). P: Oh pessoal reparem... aqui (estrutura 4)... psiu...
(169). A: Silêncio gente...
(170). P: Outro caso aqui, qual é a principal dessa?(I)
(171). A: Ah...é só o ciclo...(R)
(172). A: Mas tem a parte aberta...(R)
(173). P: A gente pode misturar aberta e fechada?(P)
(174). A: Não...(R)
(175). P: Não né... ou é a parte aberta ou é a parte fechada. Nesse caso daqui, só vai ser o ciclo.(A)
(176). P: Então a principal é essa aqui (mostra na lousa).

Neste episódio, o professor tem a **intenção** de guiar os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização, uma vez que possibilita que os estudantes falem e pensem ao trabalhar em pequenos grupos. Ao mesmo tempo dá suporte aos estudantes e esclarece dúvidas, o que favorece a produção de significados.

O professor utiliza uma **abordagem** do tipo interativo/dialógico, como por exemplo, nos turnos 159 a 163, em que o professor e os estudantes consideram e trabalham diferentes pontos de vista, no caso, em relação à maneira de numerar a cadeia da estrutura 4, estabelecendo **padrões de interação** do tipo I-R-A e I-R-P. A abordagem interativo/de autoridade é a que prevalece nesse episódio, como podem ser observados nos turnos de 133 a

145, em que o professor conduz os estudantes por meio de perguntas e respostas, estabelecendo um padrão de interação do tipo I-R-A. As **intervenções** do professor procuram tornar os significados disponíveis para toda classe.

No colégio B, para nomear as estruturas 3 e 4 o professor conduz o processo, como se observa nos turnos referentes a esse episódio.

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 3/4 – Nomeando a estrutura 3 e 4

Colégio B

- (80). A: *Psiiu... aluno acompanha, vira para frente, não fica de lado.*
- (81). P: *Então, terceiro caso (PESQUISADOR: ESTRUTURA 3). Que função é essa daqui gente?*
- (82). A: *Álcool.*
- (83). P: *Qual o carbono mais importante dessa cadeia?*
- (84). A: *Ah...*
- (85). P: *É o carbono do álcool, esse carbono é o mais importante. Portanto, a numeração vai começar na ponta mais próxima dele. A cadeia principal tem que passar por ele. Qual seria então? (I)*
- (86). A: *É a reta. (R)*
- (87). P: *Isso é essa mesmo. Para numerar, tem que ser a ponta próxima do grupo funcional. E aí ficaria assim. Sobrou um carbono fora, que ramificação é essa? (A)*
- (88). A: *Metil.*
- (89). P: *Isso. Esquece um pouco a ramificação, dá o nome sem a ramificação, conta então só a parte laranja.*
- (90). A: *7-heptano.*
- (91). P: *Quase isso, heptan....*
- (92). A: *nol...*
- (93). P: *Isso, isso mesmo. Sendo álcool a terminação é ol. Falta uma coisa nesse nome aí...(I)*
- (94). A: *Metil.(R)*
- (95). P: *Não, ainda no nome.(A)*
- (96). A: *Ah é, a posição...*
- (97). P: *De quem?(I)*
- (98). A: *Do álcool. (R)*
- (99). P: *Isso mesmo tem que falar onde ele está. (A)*
- (100). A: *No três...*
- (101). P: *Então fica 5-metil-heptan-3-ol.*
- (102). P: *No quarto caso (PESQUISADOR: ESTRUTURA 4), como fica... a função? (I)*
- (103). Alunos: *Hidrocarboneto. (R)*
- (104). P: *Isso, hidrocarboneto. A cadeia principal seria essa (pinta em laranja), a gente já falou isso aí. Se fosse numerar, por qual ponta você começaria? (A)/(I)*
- (105). A: *De cima. (R)*
- (106). A: *Tanto faz...(R)*
- (107). P: *Tanto faz, porque dá na mesma.(A)*

- (108). P: Aluno, vira para frente, acompanha.
(109). A: Professor, você vai devolver as provas de recuperação?
(110). P: Eu vou mostrar, mas não agora.
(111). P: Aqui não faz diferença, esquece um pouco as ramificações. Essas ramificações são dois radicais metil, esquece um pouco...
(112). A: Vai ser dimetil.
(113). P: Isso mesmo, como fica o nome só da parte laranja.
(114). A: Hexano.
(115). P: Hexano.
(116). A: Professor fica 3,4-dimetil...hexano.
(117). P: Ótimo, isso mesmo, 3,4-dimetil... hexano.

No colégio B o professor conduz os estudantes com uma sequência de perguntas e respostas, estabelece assim uma **abordagem** do tipo interativo/de autoridade. Diferentemente do que ocorreu no colégio A, não há o estabelecimento de um diálogo que envolva exploração de ideias, o que pode dificultar a aprendizagem dos conceitos. O **padrão de interação** do tipo I-R-A mostra esse fato. A indisciplina é um fator determinante na escolha das estratégias do professor. Além disso, transparece mais uma vez nesse trecho o interesse dos estudantes pela avaliação e seus resultados (Turno 109 - *Professor, você vai devolver as provas de recuperação?*). Essa pergunta de um dos estudantes é feita no meio da explicação do exercício, sem nenhuma relação com a atividade que estava sendo realizada no momento. As **intervenções** do professor procuram tornar os significados disponíveis para toda classe.

Neste episódio percebe-se que o professor lança mão de uma estratégia interessante para nomear as estruturas 3 e 4 no colégio A, valoriza o papel do estudante e deixa-o responsável pela condução do processo, na medida em que dá abertura para que tente, para que discuta com colegas, facilitando aquisição das ideias que estão sendo trabalhadas, o que se vincula ao seu **conhecimento do conteúdo específico**. Em relação ao **conhecimento pedagógico geral** percebe-se uma preocupação com a gestão da aula, que devido ao aspecto disciplinar faz com que o professor conduza a aula e centralize as ações. O **conhecimento do contexto** permite ao professor lançar mão de diferentes estratégias para alcançar seu objetivo, no caso deste episódio, deixa um momento da aula para os estudantes do colégio A

trabalharem em grupo, pois sabe que fazem, ao passo que centraliza a aula no colégio B.

Depois de explicar as ideias centrais para nomear as estruturas 3 e 4, o professor pede aos estudantes do colégio A que nomeiem as estruturas 5 e 6. Após um breve período de discussão entre os estudantes, o professor inicia na lousa o fechamento, estabelecendo um **padrão de interação** do tipo I-R-A e I-R-P.

No decorrer da discussão, tamanho o envolvimento e interesse dos estudantes pelo assunto, o professor sente a necessidade de desenhar uma nova estrutura (estrutura 8) na lousa, para verificar se os estudantes conseguem identificar a cadeia principal.

Estrutura 8

Figura 6: Estrutura de cadeia carbônica em linha.

Fonte: Grifo nosso

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 4/4 – Nomeando a estrutura 8

Colégio A

(177). P: Agora, e se eu tivesse isso (PESQUISADOR: ESTRUTURA 8), quem é a principal? (I)

(178). P: É a fechada ou a aberta? (R)

(179). A: Aberta... (A)

(180). P: Por que é a aberta? (P)

(181). A: Por causa da função. (R)

(182). P: Isso, porque tem a função. Reparem que a função altera a principal. (A)

Ao ser questionado sobre a necessidade de desenhar uma nova estrutura na lousa, o professor responde:

Por causa das perguntas... Os alunos do colégio A vão arrancando de mim, quando perguntam, me instigam e aí eu dou mais. Se as perguntas são simples acabo ficando no arroz com feijão.

Fala do professor no decorrer da entrevista

Ao retomar a resolução das estruturas 5 e 6 o professor foi interrompido pela coordenadora, que solicitou um espaço na aula para realizar a entrega dos boletins. Assim que o professor resolveu a estrutura 5, os estudantes pediram para que ele desse sequência, como mostra o trecho extraído da transcrição deste momento da aula:

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 4/4 – Nomeando a estrutura 5 e 6

Colégio A

(199). P: *Porque ela só pode ser a primeira, pois a cadeia é fechada e contém o grupo funcional.*

PESQUISADOR: *O professor avisa que a coordenadora irá entregar os boletins.*

(200). A: *Ah não...faz o outro antes...*

(201). P: *Tá, como será a cadeia principal (estrutura 6)?*

Ao ser solicitado para que comentasse acerca da interrupção por parte da coordenadora e o pedido incomum dos estudantes para que ele continuasse a explicação, o professor fez a seguinte colocação:

Quando os alunos fazem sozinhos, eles ficam ansiosos para fazer o resto... se sentem curiosos para fazer o resto. As estruturas têm uma progressão no nível de dificuldade, é como um videogame... eles queriam confrontar as respostas deles com as corretas.

Fala do professor no decorrer da entrevista

Da mesma forma, ocorre com as estruturas 5 e 6, ele estabelece, principalmente um padrão de interação do tipo I-R-A, conduzindo a resolução, observa-se este comportamento nos turnos a seguir:

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 4/4 – Nomeando a estrutura 5 e 6

Colégio A

(202). A: *Traça a linha...*

- (203). P: Isso e desce...
(204). A: Por que desce?
(205). A: Porque é a maior...
(206). P: Isso...a principal tem o maior número de carbonos.
(207). P: Quem é o segundo carbono? (I)
(208). A: esse perto da tripla... (R)
(209). P: Por que a cadeia não quebra? (P)
(210). A: Ah...é a forma correta... (R)
(211). A: Não, é por causa da geometria da molécula. (A)
(212). P: Isso, a geometria molecular de uma ligação tripla é linear. Lembram disso? (I)
(213). A: Ah...sim, lembro. (R)
(214). P: Isso, vou numerar. (A)
(215). P: Como fica o nome disso daí? (I)
(216). A: Fica 6-metil... (R)
(217). P: Isso, 6-metil-oct...(A)
(218). A: Eu coloquei um!
(219). P: Isso, 6-metil-oct-1-ino

Antes de nomear a estrutura 6 o professor pede que a coordenadora realize a entrega dos boletins, o que perturba de certa forma a aula, pois os estudantes ficam agitados e falantes durante e após o recebimento dos mesmos. Ao retomar a aula o professor pede para que os boletins sejam guardados e na sequência restabelece a discussão envolvendo a estrutura 6.

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 4/4 – Nomeando a estrutura 6

Colégio A

- (220). P: Pessoal, vamos lá...quero fazer com vocês esses quatro aqui.
(221). P: Vamos guardar os boletins, pois se não não tem aula.
(222). P: Aqui, nessa estrutura, posso numerar a partir do "o"?
(223). A: Ah...
(224). P: Não pode, é um erro comum. O "o" não é carbono.
(225). P: Bem, por onde começo a numerar? (I)
(226). A: Pelo carbono do ácido... (R)
(227). P: Isso, esse aqui. E iria para onde? À esquerda, desce ou segue até o final? (A)
(228). A: Desce...
(257). P: Etil. Como é que fica esse nome? (I)
(258). A: É... etil...(R)
(259). P: Vamos colocar seguindo a ordem alfabética, é mais correto.
(260). P + A: 2-etil-5-metil-oct-3-en-1ol. (R)
(261). P: Isso mesmo. (A)
(262). P: Conseguiram acompanhar? Tudo bem?
(263). P: Vou finalizar com esse daqui (PESQUISADOR: PRÓXIMA ESTRUTURA).

O professor não consegue terminar as discussões acerca da estrutura 7, pois a aula chegou ao fim.

Neste episódio a *intenção* do professor é de guiar os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização, uma vez que dá oportunidade aos estudantes de falar e pensar com base nas novas ideias. As intervenções procuram marcar significados-chaves, o que fica evidente ao estabelecer uma sequência de turnos do tipo I-R-A com um estudante para confirmar uma ideia.

No colégio B o professor coloca na lousa as estruturas 5, 6 e 7.

Nomenclatura de Compostos Orgânicos – Episódio 4/4 – Nomeando a estrutura 5 e 6

Colégio B

- (118). P: Vamos lá, tem mais esses casos.
- (119). P: A primeira coisa é localizar a função. Qual é a função dessa molécula?
- (120). P: É uma....cetona. Portanto o carbono da função tem que fazer parte da cadeia principal, não pode ficar de fora.
- (121). P: Outra coisa, a cadeia principal ou é fechada ou aberta, não pode misturar os dois.
- (122). Alunos: Ahh... (PESQUISADOR: Alunos falam juntos, não sendo compreensível o que dizem).
- (123). P: Pessoal, psiu...
- (124). P: Ou você pega a parte aberta ou a fechada.
- (125). A: Pega a fechada.
- (126). P: Exatamente. Se for numerar, quem é o número 1? (I)
- (127). A: O da acetona... (R)
- (128). P: Exatamente, quem vai ser o número 2? (A)
- (129). P: Você precisa indicar onde estão as ramificações, então para isso, você tem que utilizar os menores números...
- (130). P: Acompanha aqui aluno. Vocês dois estão com a apostila aberta?
- (131). P: Bem, está aí. Como fica o nome, vocês fazem ideia? (I)
- (132). A: 3-metil-4-etil... (R)
- (133). P: Certo... e o que mais? (A)/(I)
- (134). A: É, hexano... (R)
- (135). P: Não, sem o ano. (A)
- (136). P + A: ciclohexanona.
- (137). P: Nesse caso, a acetona não precisa receber o nome, porque ela sempre estará no carbono mais importante.
- (138). A: E a ordem dos nomes... pode ser qualquer uma?
- (139). P: A recomendação é que seja em ordem alfabética, mas isso não tem problema.
- (140). P: Bem, agora monta esse (PESQUISADOR: ESTRUTURA 6), não fala a resposta alto. Só lembrando uma coisa, quantos carbonos tem nesse linha? (I)

- (141). A: Três. (R)
(142). P: Três, três carbonos, por que não dois? (P)
(143). A: Tem um ali perto da tripla... (R)
(144). P: Isso mesmo, tem um carbono aqui. (A)
(145). P: Por que isso é assim? Por causa do ângulo da ligação tripla, que é cen?
(146). A: 180°
(147). P: Eu vi o de alguns e tem uma coisa aí que apareceu. Se a pessoa riscar a cadeia principal errada, obviamente o nome estará errado. E nesse caso a principal inclui este carbono? (I)
(148). A: Não. (R)
(149). P: Inclui sim, pois a cadeia principal tem que ser a maior possível. Então, como é que fica esse nome? (A)
(150). A: 6...
(151). A: 5...
(152). A: oct....
(153). P: 6-metil-oct-1-ino
(154). P: Ow, silêncio...
(155). P: Vou fechar com esses dois aqui, me acompanha aqui.
(156). P: A cadeia principal desse daqui, inclui qual oxigênio? (I)
(157). P: Nenhum...rs o "o" não é incluído. (R)
(158). A: Ah é, isso é função. (A)
(159). P: Se a pessoa fizer esse caminho ou esse outro, tem diferença? (I)
(160). Alunos: Não. (R)
(161). P: Não, tem duas principais que poderia usar, podendo fazer a cadeia subir ou descer. (A)
(162). P: A numeração começa por onde? (I)
(163). A: Pelo OH. (R)
(164). P: Isso, pela função, no caso. Lembrando, a palavra ácido virá no começo. Vira para frente aluno. (A)
(165). P: ácido-2,3-dimetil... que mais?(I)
(166). A: Butano. (R)
(167). P: Isso. (A)
(168). P: Erro comum... psiu... numerar o ácido, não tem isso, pois sempre começa na ponta.

O professor olha para o relógio, encerra a aula sem resolver o último exemplo. Nenhum estudante se manifestou. É perceptível que o professor chama a atenção dos estudantes por várias vezes no colégio B (turnos 123, 130 e 154), eles próprios desviam o foco e a sequência da aula. Isso impossibilita as interações que observamos no colégio A, no qual o professor sente a necessidade de ir além dos conceitos e explorar diversos pontos de vista. A aula em ambas as escolas chegou ao fim sem o professor conseguir discutir a estrutura 7. No colégio A atribui-se esse fato ao tempo despendido na discussão da estrutura 8, que não estava planejada e, a interrupção da aula por parte da coordenadora para realizar a entrega dos boletins. No colégio B, apesar do maior tempo de aula, o professor interrompe o andamento da aula

para chamar atenção dos alunos, o que impossibilitou o término da sequência planejada.

Neste episódio envolvendo as estruturas 5 e 6 destaca-se o **conhecimento do conteúdo específico**, pois no colégio A devido aos questionamentos dos estudantes, o professor lança mão de seu repertório para desenhar uma nova estrutura (turno 177), o que enriquece as discussões. Em relação ao **conhecimento pedagógico geral** percebe-se um cuidado do professor em ter o estudante de prontidão, fato que marca sua gestão de sala. No colégio A, após a entrega dos boletins, o professor solicita que os estudantes guardem os boletins e prestem atenção (turno 177), ao passo que no colégio B, ao perceber dispersão chama atenção (turno 130). Percebe-se que o **conhecimento do contexto** permite ao professor enriquecer a aula, fugindo do apenas necessário, como ficou marcado no colégio A ao desenhar a estrutura 8.

3.3. Análise da sequência didática: “Reações envolvendo polímeros”.

A sequência a seguir tem como tema norteador as reações envolvendo polímeros. O professor tem como objetivo resgatar as ideias trabalhadas anteriormente sobre esse assunto, construindo com os estudantes uma espécie de quadro sinopse com os conceitos essenciais. Após essa discussão inicial, o professor utiliza o material (apostila de sua autoria) para resolver três exercícios, que além de contribuir para fixação do assunto, servem em diferentes momentos para alertar os estudantes para concepções alternativas que surgem na discussão dessa temática. Os próprios estudantes, ao se depararem com essas situações, colocam para o professor diferentes exemplos, que são utilizados nas discussões. Os episódios relevantes dessa sequência didática nas duas escolas estão transcritos abaixo.

1º momento: construção do quadro sinopse

No colégio A o professor inicialmente conversa com os estudantes e inicia a organização deles em sala. Ao abordar o assunto que será discutido - reações de polimerização - o professor coloca que a parte conceitual será objeto de estudo nas próximas aulas, por meio de uma atividade experimental que envolve a síntese de um polímero.

Reações envolvendo Polímeros – Episódio 1/2 – Conceito de polímero e suas classes

Colégio A

(1). P: Gente, vamos começar...comigo aqui. A experiência que iremos fazer envolve isso aí (PESQUISADOR: POLÍMEROS). Vou realizar um resumo sobre esse assunto, por isso é importante que vocês copiem, vou deixar mais sintético em relação à apostila, destacando algumas coisas.

(2). P: Podemos começar? Pronto?

(3). Alunos: Pronto.

(4). P: Vamos lá...gente.

(5). P: O que são mesmo polímeros? (I)

A partir da pergunta lançada pelo professor, os estudantes começam a participar da aula e contribuem na construção do resumo que será elaborado nesse momento, contendo os principais conceitos sobre o assunto. A partir dos exemplos citados, o professor inicia a elaboração do quadro com exemplos de polímeros.

Reações envolvendo Polímeros – Episódio 1/2 – Conceito de polímero e suas classes

Colégio A

(6). A: Plásticos. (R)

(7). P: Macromoléculas, o que você teria como exemplo os plásticos. O que mais? (A)/(I)

(8). A: PVC. (R)

(9). P: Isso também é um plástico, vamos colocar outra coisa. (A)

(10). A: Náilon, amido, glicose...

(11). P: Glicose não é polímero, ela é um monômero.

(12). A: Proteínas, ácidos nucleicos...

(13). P: Proteínas, ácidos nucleicos...algo mais? (I)

(14). A: Polissacarídeos (R)

(15). P: Exato. Evidentemente o meu foco será nos plásticos, lembrando que são materiais sintéticos e os demais (PESQUISADOR: PROTEÍNA, ÁCIDOS NUCLÉICOS E POLISSACARÍDEOS) são materiais naturais. A última parte sobre polimerização, discutiremos as proteínas, algo que será trabalhado no final do nosso curso. (A)

O professor utiliza os exemplos citados para diferenciar polímero de monômero, como no caso da glicose. Outro aspecto comentado pelo professor é a diferenciação entre polímeros naturais e sintéticos, destacando que o seu foco nesse momento envolve os polímeros sintéticos. A sua **intenção** nesse momento é de explorar a visão do estudante e de introduzir e desenvolver a ‘estória científica’.

Nos turnos 6 a 15 o professor estabelece uma **abordagem** do tipo interativo/dialógico, visto que considera os pontos de vista dos estudantes, destaca similaridades e diferenças, como na diferenciação entre polímeros sintéticos e naturais. O **padrão de interação** predominante nesse episódio é do tipo I-R-A, no qual o professor a cada ideia colocada pelo estudante avalia a resposta dada.

Na sequência a seguir, o professor resgata os tipos de reações de polimerização (adição e condensação) para que os estudantes destaquem as diferenças entre esses tipos de reações e reconheçam a natureza do monômero de partida e dos respectivos produtos da reação.

Reações envolvendo Polímeros – Episódio 1/2 – Reação de Adição e de Condensação

Colégio A

- (16). P: As reações de polimerização podem ser divididas em dois tipos, lembram? Sem ler...procurem lembrar. (I)
- (17). A: Adição... (R)
- (18). P: Adição e....condensação. Então, podemos fazer uma polimerização por adição e uma por condensação. (A)
- (19). P: Adição é o que mesmo? (I)
- (20). Alunos: Quebra... (R)
- (21). Aluno: Adição de outro elemento. (R)
- (22). P: Isso, quebra da ligação dupla ou tripla. Cuidado aluno, não é adição de outro elemento. Ao quebrar, as moléculas se unem...juntando pedaços. (A)
- (23). P: Então na adição, como deve ser o monômero? Ele tem que ter o quê? (I)
- (24). Alunos: Insaturação. (R)
- (25). P: Tem que ter insaturação. Agora, uma coisa importante nos polímeros....é que somente algumas classes serão polímeros de adição. Quando você bate o olho em uma molécula é possível saber qual será o tipo de polimerização. Por exemplo, se o polímero for um hidrocarboneto, com certeza a polimerização foi por adição, tá?! (A)
- (26). P: Então, se o polímero for um hidrocarboneto, a sua polimerização foi desse tipo (PESQUISADOR: ADIÇÃO), o que é meio lógico, pois se a polimerização for de condensação, ia sobrar o que no polímero? (I)
- (27). A:ia ter O (oxigênio) (R)
- (28). P: Isso, ia ter oxigênio. Ou então pode ser haleto...o que era haleto mesmo? (A)

- (29). A: Haleto...tinha cloro e....
(30). A: Halogênio.
(35). P: Na condensação o que vai acontecer? (I)
(36). A: Éster... (R)
(37). P: Sim, mas vai acontecer o que com a molécula? (F)
(38). A: As moléculas fazem uma junção...saindo água. (R)
(40). P: O que o monômero deve ter para que sofra uma reação desse tipo (PESQUISADOR: CONDENSAÇÃO)? (A)/(I)
(41). A: Tem que ter OH... (R)
(42). P: Tem que ter OH, exatamente. Mas que função vai ser então ter esse OH? (A)/(I)
(43). Alunos: Álcool... (R)
(44). P: Álcool ou ácido ou ainda....que função? (A)/(I)
(45). A: Aldeído... (R)
(46). P: Não. (A)
(47). A: Cetona...(R)
(48). P: Não. (A)
(49). A: Amina... (R)
(50). P: Amina. Se o monômero tiver parte de álcool e de ácido, o que irá resultar? (A)/(I)
(51). A: Éster. (R)
(52). P: Vai dar o éster. Só que vocês conhecem outro nome...poliéster. (A)
(53). Alunos: Poliéster!
(54). P: Poliéster é nome de plástico?(I)
(55). A: Ah... (R)
(56). P: Não, poliéster não é nome de plástico, e sim tipo de plástico, uma classe química, entenderam? (A)
(57). P: Qual a outra combinação que poderia ser? Ácido mais amina...vai dar? (I)
(58). A: Amida... (R)
(59). P: Melhor ainda, poliamida. Um exemplo é o náilon. (A)

A **intenção** do professor nesse episódio é de guiar os estudantes no trabalho com as ideias científicas, dando suporte ao processo de internalização. Percebe-se que o professor procura, a partir das ideias dos estudantes, caracterizar os tipos de reações de polimerização, adição e condensação, mostra como é a estrutura do monômero em cada caso, o que caracteriza uma **abordagem** do tipo interativo/dialógico. Entre os turnos de fala (26 a 40) o professor discute que a partir da análise da estrutura do polímero é possível saber se a mesma sofreu uma reação de polimerização de adição ou condensação. O professor utiliza um dos exercícios da apostila (exercício 3) para que os estudantes analisem a estrutura de dois polímeros e digam se o polímero é fruto de uma reação de adição ou condensação. Nesse episódio os **padrões de interação** que se destacam são o I-R-A, por exemplo, nos turnos de 44 a 51, em que o professor caracteriza as funções orgânicas que o

monômero possui e o I-R-F, ao possibilitar que o estudante elabore melhor sua fala, como nos turnos de 35 a 38, no intuito de que descubram os produtos típicos de uma reação de polimerização de condensação, no caso, a formação de moléculas de água.

Reações envolvendo Polímeros – Episódio 1/2 – Reação de Adição e de Condensação

Colégio A

(62). P: Vamos olhar a questão três, da página 135, percebam como é fácil imaginar de onde veio o polímero. No item “a”, qual o tipo de polimerização? (I)

(63.) Alunos: Adição. (R)

(64). P: Adição...qual a classe química dele?(A)/(I)

(65). Alunos: Haletos. (I)

(66). P: É um haleto...tem cloro. É um polihaleto na verdade. E no item “b”? (A)/(I)

(67). A: Condensação. (R)

(68). P: Que função é essa? É uma? (F)

(69). A: Amida (R)

(70). P: Isso, amida. Uma poliamida. (A)

Nestes turnos (62 a 70) o professor segue uma **abordagem** na qual ele explora as ideias dos estudantes, considera diferentes pontos de vista e conduz os estudantes, por meio de perguntas e respostas, ao objetivo específico (Interativo/de autoridade), tendo como **padrão de interação** as tríades I-R-A e I-R-F.

No colégio B, o professor inicia a aula como no colégio A, solicita aos estudantes que registrem o resumo que será colocado na lousa e realiza questões para resgatar o assunto já desenvolvido anteriormente.

Reações envolvendo Polímeros – Episódio 1/2 – Conceito de polímero e suas classes

Colégio B

(1). P: Eu costumo fazer um resumo que é legal o pessoal copiar. Gosto de colocar informações novas sobre esse assunto.

(2). P: Pode começar gente, vamos lá?

(3). P: O que seria uma polimerização?(I)

(4). A: Quebrar uma molécula grande. (R)

(5). P: Não é isso. (F)

(6). A: Repetir pedaços. (R)

- (7). P: Exatamente, era uma repetição de pedaços, resultando em uma molécula maior. Então, o que seria um polímero? (A)/(I)
- (8). A: Uma macromolécula. (R)
- (9). P: É uma macromolécula, onde ocorre a repetição de uma unidade básica, o monômero (A). Então, o polímero é uma macromolécula (PESQUISADOR: REGISTRA NA LOUSA), lembram-se de algum exemplo? (I)
- (10). A: Glicose? (R)
- (11). P: Glicose é uma molécula pequena. (A)
- (12). A: DNA
- (13). P: DNA, proteína, o que mais?
- (14). P: A glicose forma o quê?
- (15). A: Amido.
- (16). P: Amido...o que mais? Glicose forma várias moléculas. Glicogênio, amido e....celulose. Que era o quê? Que classe era essa? (I)
- (17). A: Polissacarídeo. (R)
- (18). P: Mais adiante vou falar dessas substâncias, nesse momento vou falar mais do quê?(A)
- (19). A: Plásticos.
- (20). P: De plásticos (PESQUISADOR: REGISTRA NA LOUSA), que são polímeros sintéticos, fabricados pelo Homem.

Não houve, neste primeiro momento, uma grande diferença na condução da aula, em relação ao colégio A. O que chama a atenção é a pouca fluidez da aula no colégio B. A aula é mais truncada, os conceitos ficam mais mecânicos. Apesar de o professor utilizar a mesma **abordagem** (Interativo/dialógico; Interativo/de autoridade) e o mesmo **padrão de interação** (I-R-A e I-R-F), o que difere é o tipo de relação que os estudantes do colégio B estabelecem com o conhecimento. Como diz o próprio professor em entrevista:

O pessoal daqui é frio, isso se deve a sua relação com o conhecimento, não estão acostumados a colocar a mão na massa.”

Fala do professor no decorrer da entrevista.

No colégio B, os estudantes mostram que sabem os tipos de polimerização, porém apresentam maiores dificuldades em relação aos do colégio A na identificação da estrutura e função a qual pertence o polímero ou monômero de partida, como pode ser observado nos turnos abaixo.

Reações envolvendo Polímeros – Episódio 1/2 – Reação de adição e de condensação

Colégio B

- (21). P: O que a gente conversou na outra semana é que existem dois jeitos de fabricar um polímero, vocês lembram quais eram esses dois modos? (I)
- (22). A: Condensação... (R)

- (23). A: Adição. (R)
(24). P: Isso, condensação e adição (PESQUISADOR: REGISTRA NA LOUSA). (A)
(25). P: O que acontece na condensação? (I)
(26). A: Hum...(R)
(27). P: Os polímeros se unem....(F)
(28). A: Liberam água! (R)
(29). P: Isso, exatamente, liberam água. Saída de água (PESQUISADOR: REGISTRA NA LOUSA). (A)
(30). A: CO₂
(31). P: Isso, CO₂...podem sair moléculas pequenas. Vou destacar mais os casos que envolvem saída de água.
(32). P: Para que saia água, como deve ser a molécula original, o monômero?
(33). A: Tem que ter ácido.
(34). P: Tem que ter ácido, isso. O que mais? (I)
(35). Alunos: Álcool (R)
(36). P: E álcool, exatamente. Na verdade, podem ter dois casos possíveis. O monômero (PESQUISADOR: REGISTRA NA LOUSA) pode ter álcool e ácido. Se tiver essas duas funções, o que vira o polímero? (A)/(I)
(37). A: Um éster. (R)
(38). P: Um éster. Só que serão vários ésteres...(P)
(39). A: Poliéster. (R)
(40). P: Isso, vai dar um poliéster (PESQUISADOR: REGISTRA NA LOUSA). É legal o cara saber que o poliéster não é nome de plásticos, e sim um tipo de plástico, uma classe tá?! O PET, por exemplo, é um exemplo de poliéster. (A)

O professor mantém uma **abordagem** do tipo interativo/de autoridade, na medida em que conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, predominando nesses turnos um **padrão de interação** do tipo I-R-A. Na sequência, o professor desenvolve as reações de adição.

Reações envolvendo Polímeros – Episódio 1/2 – Reação de adição e de condensação

Colégio B

- (54). P: Isso, o náilon. Então você consegue perceber pela cara da molécula quando vai ser uma condensação. E os casos mais famosos são esses, que formam poliéster e poliamida, tá?!
(55). P: Quando vai ocorrer esse tipo de reação aqui (PESQUISADOR: APONTA PARA ADIÇÃO)? (I)
(56). A: Ham....quando tem dupla? (R)
(57). P: Isso, quando tem dupla. Como é o monômero para que ocorra isso? O que tem que ter na molécula original? (A)/(I)
(58). A: Dupla. (R)
(59). P: Como chamamos isso? O fato de ter dupla. (P)
(60). A: Insaturado. (R)
(61). P: Insaturado (PESQUISADOR: REGISTRA NA LOUSA). E quando forma o polímero, que tipo de função ele vai ter? (A)/(I)
(62). A: Hidrocarboneto. (R)

(63). P: Isso mesmo, hidrocarboneto. Eu vou destacar outro tipo de função que também pode aparecer, a função haleto. Tudo bem gente? Vou mostrar um exemplo. Se você pegar um polímero assim...mesmo que você não saiba o nome do polímero, só pela estrutura você consegue saber como ele foi formado. Qual tipo de polimerização que ele sofreu? (A)/(I)

Figura 7: Representação de um poliéster.

Fonte: Grifo nosso

Colégio B

- (64). Alunos: álcool...água...éster.(R)
(65). P: Como é que é? Ele não é um álcool. (I)
(66). Alunos: Condensação. (R)
(67). P: Exatamente. A água é o produto da...(A)
(68). A: Hidratação.
(69). P: Não é essa palavra, é condensação. Que função tem nesse polímero? (I)
(70). A: Éster. (R)
(71). P: Isso, esse polímero forma o que a gente chama de poliéster, concordam? Tudo bem gente? Agora na página 133, olhem os itens “a” e “b”. O que seria o item “a”? Um polímero de adição ou de condensação? (A)

Nos turnos 64 a 66 os estudantes mostram dificuldade em compreender a intenção do professor, que ao desenhar a estrutura de um poliéster (figura 7) pretende que eles digam o tipo de polimerização envolvida, no caso, uma condensação. Ao invés disso, os estudantes procuram identificar a função orgânica do composto (turno 64), o que evidencia uma dificuldade conceitual em lidar com assuntos já abordados anteriormente.

Ao ser questionado sobre as dificuldades dos estudantes do colégio B, o professor comenta em entrevista:

Perceba que aqui (colégio A) faço oralmente, não preciso ficar escrevendo a estrutura como no colégio B, porque é muito óbvio; eles resolvem oralmente, não precisa ficar desenhando, colocar mais exemplos.

Fala do professor no decorrer da entrevista

Em ambas as escolas o professor procura, a partir das ideias dos estudantes, definir o conceito de polímero e mais adiante diferenciar polímeros

naturais dos sintéticos, enfatizando que o seu foco será o estudo dessa última classe de materiais. Essas ideias iniciais também estão presentes no CoRe do professor, o que mostra a sua preocupação em trabalhar ideias/conceitos que considera importante.

Neste momento da aula, que envolveu a construção do quadro sinopse, o professor utiliza seu **conhecimento do conteúdo específico** para desenvolver as principais ideias envolvendo reações de polimerização. É interessante observar que em ambas as escolas o professor não realiza a mera transmissão de conceitos, e sim procura dialogar com os estudantes, procura explorar ideias e diferentes pontos de vista para alcançar seus objetivos, ora por meio do levantamento das ideias prévias dos estudantes e ora pela resolução de problemas. Em relação ao **conhecimento pedagógico geral** o professor apresenta boa gestão da aula, não tendo problemas na condução de sua proposta e mostra conhecimento dos estudantes, utilizando uma linguagem acessível e modifica, quando necessário, a maneira de apresentar uma ideia, como ocorreu no caso em que representa uma estrutura na lousa (figura 7) no intuito de facilitar o entendimento dos estudantes do colégio B.

O **conhecimento do contexto** permite ao professor lançar mão de diferentes estratégias, trabalhando a oralidade em muitos casos para discutir conceitos, algo muito presente nas discussões realizadas no colégio A. Já no colégio B, como o próprio professor comenta em entrevista, sente a necessidade de registrar algumas ideias na lousa, no intuito de facilitar a compreensão dos estudantes. Outro aspecto pertinente que reflete a diferença nos contextos diz respeito aos padrões de interação. No colégio B a relação com o professor é mais distante, tornando a aula mecanizada, algo que reflete em padrões de interação menos diversificados, prevalecendo a tríade I-R-A.

Ao final desse primeiro momento o professor finaliza com o quadro sinopse (quadro 10) construído a partir das discussões realizadas acima, em ambos os colégios.

Quadro 10. Resumo que o professor faz sobre polimerização **2º momento: resolução de problemas**

Nesse momento da aula o professor utiliza a resolução de problemas para diagnosticar e consolidar os conceitos discutidos inicialmente. Esse tipo de estratégia é interessante, pois o estudante desenvolve a habilidade de leitura, interpreta enunciados que exigem análise e decodificação das informações abordadas, algo presente na área de Ciências da Natureza e Matemática.

Apresentamos na sequência a transcrição dos episódios.

Resolução do exercício 1

01. Escreva as reações abaixo classificando o tipo e fornecendo a função do polímero formado.

- Polimerização do propeno (propileno)
- Polimerização entre o 1,2-etanodiol (etilenoglicol) e ácido tereftálico (veja estrutura abaixo) para formar o **PoliEtilenoTereftalato (PET)**.

No item “a” do exercício 1, a reação a ser descrita envolve uma polimerização por adição. Antes de resolver esse item o professor chama a atenção para um erro comum dos estudantes.

Reações envolvendo Polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de Problemas

Colégio A

(75). P: Pessoal, não copiem, vou fazer errado para mostrar o que geralmente aparece em prova. O cara vai fazer a polimerização disso. Geralmente ele copia a estrutura...coloca o “n” do lado, o que mais tem que fazer na polimerização, você lembra? (I)

(76). A: Os parênteses. (R)

(77). P: No final né?! Então, na estrutura, o que deve ser quebrado? (P)

(78). Alunos: A dupla. (R)

(79). P: Quebrava a dupla, escreve a estrutura sem a dupla e coloca o colchete. O que tem de errado nisso? (A)

Figura 8: Reação de polimerização do propeno (modo incorreto).

Fonte: Grifo nosso

Reações envolvendo polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de problemas

Colégio A

(80). A: Tem um CH₃ ali.

(81). P: Impossível isso acontecer, certo?! Como podemos fazer uma ligação com o CH₃? Então, tá errado essa polimerização. Qual o problema nessa forma de escrever? A polimerização deve envolver quem? (I)

(82). A: Os carbonos... (R)

(83). P: Somente os carbonos que estão relacionados com a....(F)

(84). A: Dupla. (R)

(85). P: Com a dupla, é só essa parte que reage. Então, o que eu vou fazer com isso aqui? (A)/(I)

(86). A: Fora do parênteses. (R)

(87). P: Fora do parênteses. Ou seja, vou colocar fora da “linha”, jogando o CH₃ para cima ou para baixo. (A)

(88). A: Agora é só completar...

O professor, ao saber um erro comum dos estudantes, utiliza esse fato para esclarecer essa dificuldade. Ao mesmo tempo, esse erro comum serve de gancho para resolução do exercício. O professor, além de mostrar o erro, utiliza o exercício para relembrar o modelo a ser utilizado na polimerização por adição, deixando explícito que nesse tipo de reação, a insaturação é que participa da reação, tornando os demais carbonos como ramificação. Nos turnos (75 a 88) o professor realiza uma **abordagem** do tipo interativo/de autoridade, visto que conduz os estudantes por meio de perguntas, tendo como **padrão de interação** as tríades I-R-A e I-R-F.

Reações envolvendo Polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de Problemas

Colégio A

(89). P: Fica assim (PESQUISADOR: ESCRIVE A ESTRUTURA MOSTRADA ABAIXO). Como fica o polímero? (I)

Figura 9: Reação de polimerização do propeno (modo correto).

Fonte: Grifo nosso

Reações envolvendo polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de problemas

Colégio A

(90). A: Com ramificação. (R)

(91). P: Isso, fica com uma ramificação, perceberam a diferença?! Em que caso o polímero ficaria assim (PESQUISADOR: COM A CADEIA LINEAR)? (F)

(92). A: Se as insaturações estivessem nas pontas. (R)

(93). P: Sim...e que outro tipo de monômero? (A)/(I)

(94). A: Se fosse eteno. (R)

(95). P: Isso. (A)

(96). A: Porque aí você não teria CH₃.

É interessante observar que o professor vai além da resolução do exercício, faz os estudantes explorarem outros casos, discute as possibilidades

presentes em cada exemplo, como pode ser constatado nos turnos selecionados.

Além do exemplo citado por uma estudante, o professor cita outro exemplo, o fenil-eteno (caso 2), no qual comenta que o grupo fenil ficará pendurado (ramificação). O professor alerta para o modo de escrita do polímero, para evitar erros na representação da transformação química.

Figura 10: Reação de polimerização do fenil-eteno.

Fonte: Grifo nosso

Um estudante (turno 101) cita um exemplo que o professor considera importante, o 2-buteno. O professor comenta que o produto da reação de polimerização seria todo ramificado.

Reações envolvendo polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de problemas

Colégio A

(101). A: Se fosse um buteno, como ia ficar?

(102). P: Interessante a pergunta, vamos ver esse caso. O que acontece se o cara polimerizar isso (PESQUISADOR: PROFESSOR DESENHA ESTRUTURA DO 2-buteno)? (I)

(103). A: As duas pontas... (R)

(104). P: Opa, isso mesmo. Você não vai desenhar linear. Você pode jogar os carbonos da ponta para cima ou para baixo. Como fica o polímero no final da reação? (F)

(105). A: Com os CH₃ pendurados embaixo. (R)

(106). P: Exatamente, todo ele ramificado. (A)

Figura 11: Reação de polimerização do 2-buteno.

Fonte: Grifo nosso

Reações envolvendo Polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de Problemas

Colégio A

(107). A: Se a ramificação fosse no começo? Tipo... 1-buteno... ficaria etil?

(108). P: Ah sim, ficaria com radical etil. Tudo bem gente, tranquilo?

Figura 12: Reação de polimerização do 1-buteno.

Fonte: Grifo nosso

(109). A: Legal.

Nos turnos 90 a 109 professor e estudantes exploram ideias e diferentes pontos de vista, **abordagem** interativo/dialógico, como no turno 101, no qual um estudante coloca uma situação para discussão que o professor considera interessante, o que mostra a sua preocupação em valorizar a fala do estudante. Nesse momento da aula os **padrões de interação** I-R-F estão presentes, nos turnos 91 a 93 e 101 a 106.

No item b, polimerização do PET, o professor discute a formação de um polímero de condensação. Lembra que nesse caso tem-se um álcool reagindo com um ácido, formando um poliéster. Os turnos a seguir mostram esse momento da aula, no entanto, é importante chamar atenção para alguns aspectos que emergem no decorrer da discussão e, que estão presentes no CoRe, como as ideias referentes à representação de uma equação de polimerização.

O professor chama atenção para o fato de que em uma reação de polimerização não interagem apenas os dois reagentes e sim, inúmeras moléculas, levando à formação de uma macromolécula.

Reações envolvendo polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de problemas

Colégio A

110). P: Agora, vamos fazer o difícil, o PET. O item “b” está assim: polimerização entre o 1,2-etanodiol e ácido tereftálico. Bom, nesse caso, que tipo de polimerização vai ser? (I)

(111). A: Vai ser...condensação. (R)

(114). P: E o segundo motivo é que eu tenho um álcool reagindo com ácido. O PET forma, portanto, um poliéster. Então, vamos montar a estrutura. E aí gente, como reage? (A)/(I)

(115). Alunos: Eh... (R)

(116). P: Não pode esquecer do balanceamento, o que vai na frente? (F)

(117). A: O “n”. (R)

(118). P: Isso, eu não estou usando uma de cada e sim muitas moléculas. (A)

(119). A: Vai sair água. (R)

(120). P: Como vai sair água daqui? (P)

(121). A: Sai a ligação “OH” e o “H”. (R)

(122). P: Isso, vamos montar a estrutura. (A)

Figura 13: Reação de polimerização entre o 1,2-etanodiol e o ácido tereftálico.

Fonte: Grifo nosso

Neste episódio o professor auxilia os estudantes na resolução do problema, contribui na organização do “pensamento”. A fala do professor nos turnos 110, 114, 116 e 118 possibilita ao estudante compreender as ideias necessárias à resolução do problema. A exploração de ideias está presente entre os turnos 110 a 122, estabelecendo uma **abordagem** do tipo interativo/dialógico. Os **padrões de interação** são do tipo I-R-A, como nos turnos 110 a 114, e I-R-P, como ocorre nos turnos 119 a 121, no qual o professor possibilita ao estudante elaborar melhor sua fala.

Reações envolvendo polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de problemas

Colégio B

(79). P: Ami...da, amida. Vamos fazer a questão 1 para trabalhar com reações químicas que envolvem esse tipo de polimerização. Pode começar gente? Escreva as reações abaixo classificando os polímeros e fornecendo a função do polímero formado. Item “a”, polimerização do propeno.

(80). P: Como você montaria isso daqui então (PESQUISADOR: ESCREVE O NOME PROPENO E PEDE A FÓRMULA ESTRUTURAL)? (I)

(81). A: C dupla...C...C (R)

- (82). P: Certo. Que polimerização é essa? (A)/(I)
- (83). Alunos: Adição. (R)
- (84). P: Adição, porque tem a dupla. Vocês lembram como faz essa adição? (A)/(I)
- (85). A: Você tem que somar com hidrogênio. (R)
- (86). P: Isso aí é quando você adiciona outra molécula, quebrando a dupla. Na polimerização, é ele com ele mesmo. Se você pegar o propeno e reagir com hidrogênio, você tá fazendo uma adição...convencional. Como é feita esse tipo de reação? (A)/(I)
- (87). A: Você pega a molécula e junta com outra do mesmo tipo, quebrando a dupla. (R)
- (88). P: E como a gente escrevia isso? (F)
- (89). A: Tem o colchete....(R)
- (90). P: Isso, exatamente. Além do colchete coloca um "n" embaixo. Vou pegar um exemplo. Vamos polimerizar o eteno (PESQUISADOR: ESCRIVE ALGUMAS MOLÉCULAS DE ETENO NA LOUSA). Se nesse sistema eu aquecer e utilizar catalisador etc. O que vai acontecer com a ligação dupla?(A)/(I)
- (91). A: Vai quebrar. (R)
- (92). P: E se você não colocou nenhum outro material junto, eles começam a se ligar (PESQUISADOR: MOSTRA NA LOUSA). E aí representava assim, fechando com colchete, colocando o traço e o "n". (A)
- (93). A: "n" é o número de partes que você tem?
- (94). P: É, representa o número de monômeros que você utilizou para obter o polímero. Tranquilo? Vamos para nosso caso. Rompe a ligação dupla e aí liga um com outro, assim...tá correto (PESQUISADOR: ESCRIVE NA LOUSA)? (I)
- (95). A: Ah...não...tem algo errado aí. O CH_3 tá errado. (R)
- (96). P: Tem dois erros aí, o CH_3 e o que mais? (F)
- (97). A: O CH. (R)
- (98). P: Isso. Que parte da molécula não se polimerizará? Essa parte aqui, do CH_3 . Quem irá reagir? (A)/(I)
- (99). A: A dupla. (R)
- (100). P: Essa parte aqui reage. Aí surge algo importante. Em química orgânica o modo como você escreve a molécula pode te levar a uma confusão enorme. Já perceberam fazendo exercício, certo?! (A)
- (101). P: A dica é a seguinte, o seu foco é na dupla, é ela que reage. O que não faz parte da dupla você vai colocar para cima ou para baixo, tanto faz. Então por exemplo, o CH_3 vou escrever desse jeito. Mudei alguma coisa?
- (102). A: Não.
- (103). P: Então eu estou usando "n" moléculas disso (PESQUISADOR: PROPENO) e o polímero vai ficar assim (PESQUISADOR: REGISTRA NA LOUSA). Entenderam? Como fica esse polímero aqui, ele vai ser uma linha de carbono reto? (I)
- (104). A: Não, o CH_3 vai estar fora. (R)
- (105). P: Isso, terá uma ramificação. Você formou então o polipropeno, um polímero de adição que pertence à função hidrocarboneto. (A)

Na resolução do item a com os estudantes do colégio B, o professor resgata conceitos já discutidos em aulas anteriores, como a montagem da fórmula estrutural de um composto orgânico a partir de seu nome (turnos 80 a 82), algo que não realizou com os estudantes do colégio A. Outro aspecto que chama atenção é que os estudantes já discutiram as ideias que envolvem

polimerização por adição no primeiro momento da aula, no entanto alguns estudantes ainda mostram dificuldade na compreensão desse tipo de polimerização, como fica evidente nos turnos 84 a 86. Ao perceber este fato, o professor antes de resolver o exercício em si, propõe um exemplo trivial, a polimerização do eteno, no intuito de resgatar os conceitos envolvidos nesse tipo de polimerização (turno 90),

Nos turnos destacados há dois tipos de **abordagem**, do tipo interativo/dialógico, como nos turnos 83 a 90, nos quais se discutem diferentes pontos de vista e o não interativo/dialógico, como nos turnos 100 a 105, nos quais o professor destaca em sua fala diferentes pontos de vista. O **padrão de interação** predominante é do tipo I-R-A, como nos turnos 80 a 86, em que professor e estudantes alteram turnos de fala, sendo a ideia final avaliada pelo professor.

Reações envolvendo polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de problemas Colégio B

(106). P: Vamos para o item “b”, que envolve o PET. Que nem essa daqui...uma garrafinha de água.

(107). A: O de refrigerante é mais grosso.

(108). P: É, precisa...tem que resistir a pressão do gás, tem que ser mais resistente. Vamos lá fazer esse aí.

(109). P: Polimerização entre o 1,2-etanodiol e o ácido tereftálico. Escreva a reação. Como vocês montariam isso aí? (I)

(110). A: Dois C...álcool. (R)

(111). P: Onde ficariam os alcoóis? (F)

(112). A: Um em cada C. (R)

(113). P: Exatamente (PESQUISADOR: ESCREVE NA LOUSA). Se tivesse um álcool, iria polimerizar? (A)/(I)

(114). A: Não. (R)

(115). P: Por quê? (F)

(116). A: Se não ia parar de um lado. (R)

(117). P: Isso mesmo, então para polimerizar precisa ter um álcool nas duas pontas, para repetir a unidade do monômero. Vou escrever o ácido. (A)

(118). P: Que tipo de polímero vai ser esse? (I)

(119). A: Condensação. (R)

(120). P: O que vai formar? (F)

(121). A: Éster e água. (R)

(122). P: Vamos escrever a equação. Como vamos juntar as moléculas? (A)/(I)

(123). A: Tenta tirar essa água... (R)

(124). P: Exatamente, um H daqui e o OH daqui (PESQUISADOR: MOSTRA NA LOUSA). São os H's da função. Se você retirou aqui desse jeito, tem que seguir a lógica, do outro lado são os mesmo átomos que saem. (A)

(125). P: O outro lado da molécula vai reagir com o outro lado do reagente? Não, porque se fosse assim iria formar um anel. Isso pode acontecer, mas não leva a formação do polímero.

(126). P: Então esse álcool reage com outro ácido e o ácido com outro álcool, assim por diante. Vamos escrever como fica.

(127). P: $H_2C-H_2C-O-C=O-$. Aí você coloca o colchete e o traço para fora. O que está faltando? (I)

(128). A: O "n". (R)

(129). P: "n". O que mais? (P)

(130). A: As águas e balancear do outro lado. (R)

(131). P: Isso, exatamente. Como fica o balanceamento da água? (A)/(I)

(132). A: $2n$. (R)

(133). P: Exatamente. (A)

(134). P: Em prova o cara costuma fazer isso daqui. Notaram erro? (I)

⊙ = parte da estrutura de interesse do professor para esclarecimento de dúvidas.

Figura 14: Estrutura de cadeia de um polímero de condensação.

Fonte: Grifo nosso

(135). A: Os O's. (R)

(136). P: Isso, colocou um O a mais. (A)

(137). P: Polímero de condensação, que função é? (I)

(138). A: Éster. (R)

(139). P: Isso, tudo bem?! (A)

Ao resolver o item *b* o professor procura mostrar que o PET está presente nas garrafas de água mineral (turno 106 a 108). Essa colocação do professor desperta atenção dos estudantes, que realizam considerações acerca desta questão, algo que não estava planejado na aula, estabelecendo uma **abordagem** do tipo interativo/dialógico. O professor ao iniciar a resolução do item *b* estabelece um **padrão de interação** do tipo I-R-A, como se pode perceber nos turnos 122 a 124, nos quais ele conduz o processo por meio de perguntas e respostas.

Ao comparar esses momentos em ambas as escolas é perceptível a diferença no tipo de abordagem e nos padrões de interação estabelecidos entre o professor e os estudantes. Enquanto no colégio A, o professor explora as ideias dos estudantes e expande o conceito, a partir das considerações dos próprios estudantes (Interativo/dialógico – Interativo/de autoridade), no colégio B, os estudantes apresentam maior dificuldade em relação ao assunto, tendo o professor, que conduzi-los por meio de perguntas e respostas e, muitas vezes, reconsiderar em sua própria fala os pontos de vista, destacando as similaridades e diferenças (interativo/dialógico – Interativo/de autoridade).

Resolução do problema 2

02. O Kevlar, um polímero usado em coletes a prova de balas por apresentar excepcional resistência física e química, tem a unidade básica de repetição representada a seguir. Na reação de condensação entre os reagentes precursores, ocorre, a formação do polímero e a eliminação de água como subproduto. Escreva as fórmulas estruturais dos dois reagentes precursores.

Reações envolvendo polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de problemas Colégio A

Nesse momento da aula ao iniciar as discussões para fazer o exercício, uma estudante sentada na primeira fileira conversa com o professor e resolve o exercício oralmente. O professor a elogia (turno 133) e sorri positivamente. Nesse trecho o professor mostra que no colégio A se sente mais à vontade.

- (130). P: E aí gente? Como é que você consegue saber quem era o reagente utilizado para formar isso? (I)
- (131). A: Ah, tem alguma coisa no C=O... (R)
- (132). A: Tem que achar a parte do ácido....e da amina... (R)
- (133). A: Você faz a quebra no C=O, volta o H da amina e o OH do ácido. (R)
- (134). P: Isso, isso mesmo, muito bom...rsrs. (A)
- (135). P: Tem que fazer que reação aí, no fim das contas? (I)
- (136). A: Uma quebra... (R)
- (137). P: Uma quebra, que seria uma? (P)
- (138). A: Hidrólise. (R)
- (139). P: Hidrólise. Se o cara for imaginar isso daqui hidrolisado ele vai encontrar o material de origem, certo. Onde você vai fazer a quebra disso daí? Aqui nessa ligação (NH-)? (A)/(I)
- (140). A: Não, mais para lá. (R)
- (141). P: É no N-C=O. Que função é essa mesma? (A)/(I)
- (142). Alunos: Amida. (R)
- (143). P: Então na separação, teremos isso daqui (PESQUISADOR: ESCREVE A ESTRUTURA DOS REAGENTES). Vou ter que colocar a água que foi retirada, então aqui, entre o OH e aqui o H. (A)

Figura 15: Reagentes envolvidos na obtenção do Kevlar
Fonte: Grifo nosso

Nos turnos acima (130 a 143) o professor conduz os estudantes por meio de perguntas com o intuito de chegar a um objetivo específico, a resolução do exercício, estabelece assim uma **abordagem** do tipo interativo/de autoridade. O **padrão de interação** que predomina é a tríade I-R-A.

No colégio B o professor não segue a mesma sequência do colégio A, pula o exercício 2 para resolver o 3. Segundo ele, o fato da turma ser indisciplinada e a aula ficar truncada, os exercícios mais fáceis trazem uma fluência e facilitam o foco de atenção dos estudantes, o que melhora o aproveitamento da aula.

Modifiquei a ordem para manter os alunos comigo, sem se dispersar, algo que geralmente ocorre quando eles lidam com exercícios mais complexos.

Fala do professor no decorrer da entrevista

Resolução do problema 3

03. Escreva a reação de polimerização que fornece como produto.

O professor inicia a resolução do exercício 3 discutindo como descobrir o monômero a partir do polímero.

Reações envolvendo polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de problemas

Colégio A

- (145). P: Vamos fazer a “3a”. Que tipo de polimerização é essa aqui mesmo?
- (146). A: De adição. Ele se repete, “n” vezes.
- (147). P: Como é que você consegue descobrir o monômero dele? (I)
- (148). A: É um haleto... (R)
- (149). P: Não foi que eu perguntei. Eu quero descobrir o monômero, a unidade que repete. (F)
- (150). Alunos: Cloro e as ramificações... (R)
- (151). P: Então você pode fazer essa quebra de várias maneiras. Por exemplo, se você fizer a quebra depois do Cl, tudo bem. Onde será a próxima quebra? (A)/(I)
- (152). Alunos: Depois do Cl (R)
- (153). P: Exatamente, tem que manter uma certa coerência. As vezes na prova aparece o cara fazendo isso aqui... (A)
- (154). A: Viajou em professor?!
- (155). P: É viajou, cuidado para não cometerem esse erro.
- (156). A: Professor, mas aí nunca se sabe a molécula que você tinha antes.
- (157). P: Lógico que se sabe, vou fazer dos dois jeitos para você ver que vai dar a mesma coisa.
- (158). A: Ah, dá na mesma.
- (159). P: Percebeu?
- (160). A: Sim.

- (161). P: Então vou montar o monômero...o que está faltando? (I)
(162). A: A dupla. (R)
(163). P: Isso, por ser polímero de adição tem que ter uma dupla, onde será a sua posição? (P)
(164). A: Antes do Cl. (R)
(165). P: Isso. Vamos finalizar com o último aí gente. (A)

1-cloro-propeno

Figura 16: Estrutura de cadeia do 1-cloro-propeno.

Fonte: Grifo nosso

- (167). P: Nesse você não vai ter escolha onde quebrar...Você vai ter que manter uma coerência no local da quebra.
(168). A: Depois do NH.
(169). A: Seria antes do O.
(170). P: Aqui não. Se se trata de uma poliamida, então não é em qualquer lugar.
(171). A: Ah, você tem que restaurar o ácido e a amina.
(172). P: É...exatamente. E aqui onde vai quebrar? (I)
(173). A: No mesmo... (R)
(174). P: Tem que ser no mesmo lugar. Entenderam isso aí? (A)/(I)
(175). Alunos: Sim. (R)
(176). P: É isso aí. (A)

No decorrer da resolução dos itens a e b, os estudantes trazem para discussão algumas ideias, como nos turnos 150, 156 e 171, o que contribui para uma **abordagem** interativo/dialógico. O **padrão de interação** presente nos turnos são as tríades I-R-F e I-R-A, como se observa, respectivamente, nos turnos 147 a 149 e 172 a 176.

Reações envolvendo polímeros – Episódio 2/2 – Resolução de problemas Colégio B

- (140). P: Vamos fazer o exercício três. Vou fazer o item “a” e vocês fazem o outro item. Que polímero é esse?
(141). A: Adição.
(142). P: E a função?
(143). P + A: Haleto
(144). P: Como faço para descobrir o monômero que formou isso?(I)
(145). A: HCl. (R)
(146). P: O HCl é o monômero? (F)
(147). A: Quer dizer... (R)

- (148). P: A molécula de origem tem uma dupla. O monômero deve ter cloro. E aí, conseguem? Quem repete na molécula?(A)/(I)
- (149). A: $\text{CH}_2\text{-CH}_3\ldots$ (R)
- (150). P: Isso, isso mesmo. Vou explicar melhor. Tem uma parte da molécula que repete, qual é essa parte? (A)
- (151). P: Esse trecho aqui repete. Vejam outra possibilidade, perceberam?
- (152). P: Vou utilizar esses três carbonos e o cloro, tudo bem? Que é esse pedaço aqui. O que tinha nessa molécula para virar um polímero? (I)
- (153). A: Uma dupla. (R)
- (154). P: Tem que ter uma dupla. Onde estava essa dupla? Tava aqui? (A)/(I)
- (155). A: Não. (R)
- (156). P: Então tem que estar aqui em cima, concorda? Então é essa ligação que rompe para a molécula ligar com outra, com outra e com outra, assim por diante. Então se o cara for desenhar de outro jeito, ele pode colocar assim (PESQUISADOR: DESENHA NA LOUSA). (A)
- (157). P: Qual o nome desse monômero? (I)
- (158). A: 1- Cloro-propeno. (R)
- (159). P: Isso, 1-cloro-1-propeno. Entre 1 e 2 vou pegar o menor número. Vamos fazer o item “b”, que envolve uma condensação. (A)
- (160). P: E aí gente, como vai ser esse caso? (I)
- (161). A: Pega aquele trecho e quebra no NH. (R)
- (162). P: Por que você escolheu esse trecho? (F)
- (163). A: Porque o NH vem de uma amina. (R)
- (164). P: Isso, exatamente. Que reação tá lembrando isso? (A)/(I)
- (165). A: Condensação. (R)
- (166). P: Sim, mas é a oposta que você tá fazendo. É uma hidrólise. Isso aqui é uma poliamida, a função amida está aqui (PESQUISADOR: MOSTRA NA LOUSA). Como fica o monômero? (A)
- (167). P + A: $\text{NH}\ldots\text{CH}\ldots\text{CH}_3\ldots\text{C=O}$
- (168). P: Aqui, o que eu vou ter que colocar novamente? NH_2 e OH , por que? (I)
- (169). A: Para dar água. (R)
- (170). P: Isso, porque quando eu juntar saí água, é uma condensação. (A)
- (171). A: Professor o N se liga a três?
- (172). P: O N se liga a três, faz três ligações. Vamos dar o nome do monômero. Quando você tem mais de uma função, a função ácido manda, tem prioridade. Então vai ser ácido....butanóico.
- (173). A: Tem o NH_2 .
- (174). P: Isso mesmo, tem o NH_2 .
- (175). A: Fica amino.
- (176). P: Isso, ácido-3-amino-butanóico.

O professor inicia a resolução do exercício junto com os estudantes. No decorrer de sua fala o professor considera diferentes pontos de vista, como nos turnos 156, 166 e 172, estabelece assim uma **abordagem** do tipo interativo/dialógico. No decorrer da resolução do exercício os **padrões de interação** se alteram, nos turnos 144 a 150 o professor permite em diferentes momentos que os estudantes reelaborem sua fala, padrão I-R-F. Nos demais

turnos o professor geralmente realiza um questionamento e avalia a resposta do estudante, como nos turnos 168 a 170, estabelecendo assim a tríade I-R-A.

Em ambos os momentos dessa sequência as **intervenções** do professor são realizadas no intuito de explorar as ideias dos estudantes e trabalhar os significados que envolvem o desenrolar da ‘estória científica’.

O segundo e último momento da aula envolvendo reações de polimerização mostra que o professor utiliza seu **conhecimento do conteúdo específico** para auxiliar na resolução de problemas. É interessante observar que a cada questão o professor, de forma paulatina, mostra o “caminho” para o estudante resolver o problema, o que torna as ideias acessíveis aos estudantes. Em ambas as escolas o professor cita palavras chaves, como “*quem é o monômero?*”, “*qual o tipo de polimerização?*”, o que contribui para que o estudante lance o olhar em aspectos relevantes. É válido destacar ainda em relação ao conhecimento específico o fato do professor lançar mão de exemplos mais sofisticados, como ocorre em algumas discussões no colégio A, por exemplo, no exercício 1, ao representar as estruturas do fenil-eteno e do 2-butenos, no intuito de explorar diferentes ideias e refinar os conceitos que são pertinentes ao tema.

Em relação ao **conhecimento pedagógico geral**, destaca-se novamente uma boa gestão da aula e conhecimento dos estudantes, como no momento em que o professor opta por pular o exercício 2 no colégio B, no intuito de manter atenção e o interesse da turma, como já mencionado anteriormente. Outro aspecto interessante que mostra expertise na forma como os estudantes aprendem é o uso de erros comuns, já conhecido pela sua experiência, a fim de mostrar ao estudante como chegar ao modelo correto sobre o conceito em questão. Os estudantes ficam curiosos por entender e “decifrar o enigma”, o que desperta maior interesse pelo desfecho do exercício.

Você começa a citar erros para evitar que o aluno erre, adiantar o erro. A experiência nesse caso faz diferença.”

Fala do professor no decorrer da entrevista.

O **conhecimento do contexto** permite ao professor lançar mão de diferentes estratégias no intuito de tornar o assunto acessível aos estudantes. No colégio A, as discussões são mais profundas, com exemplos e discussões que mostram um bom conhecimento conceitual, ao passo que no colégio B o professor explora os casos mais sofisticados com menor frequência e, quando explora, é no intuito de manter a turma atenta e o controle da sala. Em alguns momentos da aula o professor resgata ideias já trabalhadas em outras unidades de ensino, como no exercício 1 ao montar a fórmula estrutural de substâncias triviais para um estudante do 3º ano.

3.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

No percurso traçado pela pesquisa até aqui que envolveu aspectos como conhecimento de professores, conhecimento pedagógico do conteúdo e contexto, procuramos com a triangulação dos resultados, responder às questões de investigação propostas inicialmente.

A partir da coleta de dados (notas de campo e registro audiovisual das aulas) e os instrumentos de análises utilizados, CoRe e a ferramenta para análise das interações discursivas, mostramos como o contexto modifica elementos do PCK do professor sujeito desta pesquisa.

O acesso ao PCK foi realizado por meio de uma das ferramentas desenvolvidas por Loughran *et al.* (2001) – o CoRe (representação do conteúdo). O CoRe referente a aula de nomenclatura de compostos orgânicos mostra uma preocupação do professor em mostrar aos estudantes as regras necessárias para nomear um composto orgânico, porém sem mecanizar o processo, ou seja, sem enfatizar a memorização. Essa preocupação reflete na sua forma de ensino, pois na sua ação em sala de aula o professor procura trabalhar a linha de raciocínio envolvida, para que os estudantes compreendam as ideias centrais desse tema. Em relação à aula de reações envolvendo polímeros, mostrar as concepções alternativas que surgem ao escrever uma equação de polimerização e a resolução de problemas revela que o professor é

capaz de identificar ideias centrais da disciplina, algo característico de um bom professor de Química (TALANQUER, 2004).

Por meio da ferramenta de Mortimer e Scott (2002) verificamos os tipos de interações que ocorrem quando o professor desenvolve o mesmo conteúdo em ambas as escolas. Os dados mostram que o contexto molda a forma do professor de ensinar, o que modifica os significados que são produzidos no desenvolvimento de um determinado assunto.

Para ambas as aulas analisadas, os dados indicam que no colégio A o tipo de abordagem predominante é de natureza interativo/dialógica, na qual o professor e estudantes exploram ideias e consideram diferentes pontos de vista. Os estudantes apresentam uma interação não só com o professor, mas principalmente em relação ao conhecimento, lançando questões, estabelecendo relações, o que possibilita ao professor explorar o repertório dos alunos.

Isso aconteceu, por exemplo, na aula sobre nomenclatura de compostos orgânicos ao nomear a estrutura 2, quando o professor solicita que os estudantes nomeiem a estrutura como se fosse linear, tampando com a mão o que posteriormente ele chamaria de ramificação. No colégio A as tríades I-R-A e I-R-F são as que predominam em ambas as aulas analisadas.

No colégio B o tipo de abordagem predominante é a de natureza interativo/de autoridade. A aula não flui naturalmente, pois embora participativos, os estudantes não interagem tão bem com o conteúdo e com o professor. Um exemplo desse fato está no primeiro momento da aula sobre reações de polimerização, na qual o professor conduz o processo por meio de perguntas no intuito de alcançar um objetivo específico. Os padrões de interação são mais pobres quando comparado ao do colégio A, predominando a tríade I-R-A.

Para analisar o PCK do professor sujeito da pesquisa nos baseamos no modelo proposto por Grossman (1990), no qual o PCK assume uma posição central, sendo influenciado e influenciando outros domínios de conhecimento do professor, no caso o **conhecimento do conteúdo específico**, **conhecimento pedagógico geral** e o **conhecimento do contexto**.

Os dados analisados no item anterior mostram que o contexto no qual o professor se insere apresenta condicionantes à sua forma de ensino, ou seja, altera aspectos observáveis da sua ação em sala de aula. Isso exige do professor a transformação dos conhecimentos citados acima, algo que realiza com eficácia, tendo a experiência de ensino como um aspecto favorável.

Para pontuar a que aspectos do PCK estamos nos referindo, nos apoiaremos no modelo elaborado por Shulman – MRPA – que mostra de forma clara os conhecimentos que o professor possui sobre o conteúdo e sobre as abordagens metodológicas que desenvolve sobre um determinado assunto. Destacamos na figura 17, com base nos dados analisados, os conhecimentos que sofrem algum tipo de modificação em função do contexto de ensino.

Figura 17: Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação.

Fonte: Shulman (1987)

O primeiro domínio de conhecimento que influencia e é influenciado pelo PCK segundo Grossman (1990) é o **conhecimento do conteúdo específico**, o que Shulman denomina em seu modelo de **compreensão**, que abarca os propósitos e as ideias que o professor possui acerca do conteúdo a ser ensinado. Esse conhecimento influencia de forma marcante o modo como o professor sujeito dessa pesquisa ensina. Em ambas as sequências analisadas, o professor mostra eficácia na compreensão das ideias centrais do tema a ser ensinado, como mostramos nos CoRe's. A forma como este compreende o conteúdo permite delinear um caminho para o estudante distante de um ensino

pautado meramente na memorização e uma preocupação em mostrar que os conceitos apresentam uma lógica, um caminho, um pensar que deve ser trabalhado. Ao dialogar com os estudantes, ao levar em conta os diferentes pontos de vista o professor se coloca na condição de aprendiz, rompe um ensino de química pautado na mera transmissão de conceitos (GALPÉRINE, 1974).

O **conhecimento pedagógico geral** é outro domínio de conhecimento que se modifica em função do contexto. Shulman denomina de **transformação** os aspectos relacionados a esse conhecimento, que mais especificamente envolvem a **representação, seleção, adaptação e ajustes às características dos estudantes e formas de ensino**.

Os dados mostram eficácia na **representação**, mais especificamente nas escolhas dos exemplos utilizados, como na aula sobre nomenclatura de compostos orgânicos, na qual o professor desenha na lousa sete estruturas distintas, com diferentes níveis de dificuldade, o que torna o aprendizado desafiador. Em função dos questionamentos ou das dúvidas dos estudantes, o professor utiliza exemplos que surgem no decorrer da aula, o que mostra o seu domínio do assunto e um repertório que contribui para o aprendizado. Percebemos que no colégio A o professor traz mais exemplos em relação ao colégio B, em virtude da fluidez da aula e do maior interesse dos alunos. É válido pontuar que os próprios estudantes – no caso do colégio A –, sugerem casos para discussão, como na aula que envolve resolução de problemas, em que um dos estudantes questiona ao professor como seria a reação de polimerização do buteno (turno 101).

Em relação à **seleção** o professor mostra para os temas analisados eficiência em lidar com o conhecimento pedagógico geral e com seu conhecimento específico, visto que escolhe estratégias de ensino interessantes, que permitem aos estudantes se colocarem e explorarem ideias, fato muito utilizado pelo professor para desenvolver os conceitos relacionados ao tema. No colégio A o professor possibilita aos estudantes em alguns momentos da aula o trabalho em grupo, como aconteceu na aula sobre nomenclatura de compostos orgânicos, na qual solicita aos estudantes que

nomeiem inicialmente as estruturas 3 e 4 e mais adiante as estruturas 5 e 6. Essa estratégia mostra que o professor valoriza o papel do estudante e deixa-o responsável pela condução do processo. No colégio B tal estratégia não ocorre, visto que o professor centraliza a aula e conduz o processo.

Outro aspecto que emerge em função do contexto envolve a **adaptação e ajustes às características dos estudantes**, visto que considera as dificuldades destes, sua cultura, motivação, interesses, classe social e capacidade de aprendizado. Esses aspectos se mostram presentes, por exemplo, na aula que envolve reações de polimerização, mais especificamente no segundo momento – resolução de problemas – no qual o professor, a fim de tornar a aula com maior fluidez e participação por parte dos estudantes, altera a sequência de resolução dos exercícios no colégio B, pois como foi mencionado anteriormente, é de seu conhecimento que esses estudantes apresentam maior dificuldade em relação ao conhecimento.

Por fim, um dos aspectos que mais sofre influência do contexto se relaciona com sua **forma de ensino**, que é diferente nas escolas. No colégio A o professor se sente mais à vontade, está nitidamente mais envolvido, estabelece abordagens que envolvem diferentes pontos de vista, possibilita aos estudantes que trabalhem em grupo, o que contribui para o processo de internalização das ideias desenvolvidas, ao passo que no colégio B o professor centraliza a aula em si, fica mais sério devido principalmente ao aspecto disciplinar, o que o leva a realizar maior transmissão de conceitos.

Outro conhecimento que influencia e é influenciado pelo PCK é o **conhecimento do contexto**. É interessante notar que a maneira como o professor “pensa” e “executa” a aula é a mesma, visto que segue a mesma proposta de ensino em ambas as escolas, porém o caminho percorrido para alcançar seu objetivo, o ensino de um determinado conteúdo, sofre modificações devido ao contexto que está inserido. Essas mudanças relacionadas ao contexto dependem de alguns fatores, que iremos delinear a seguir. Quando se fala de uma instituição de ensino é importante considerar não só o contexto social do aluno como também o contexto da instituição na qual este está inserido (DÍAZ, 1994).

O contexto se determina da relação do indivíduo com o ambiente em que está envolvido. O estudante traz consigo o seu contexto social individual, que provém de sua relação com os pais ou responsáveis, com o lugar onde vive e, principalmente à sua situação econômica, que muitas vezes é o determinante para a sua inserção ou não em um determinado grupo social.

Provindo deste contexto social individual é gerado o contexto científico, do qual a escola se apropria como objeto de aprendizagem. Esse contexto científico é o que determina a relação do indivíduo com o saber, ou seja, a forma como ele se relaciona cognitivamente com o aprendizado (POZO e GÓMEZ-CRESPO, 1998; DELVAL, 2001).

Os dados mostram que a relação com o conhecimento no colégio B é distante, algo que fica perceptível no primeiro momento da aula envolvendo reações de polimerização. A pouca fluidez e a aula truncada tornam o aprendizado mais mecânico. O próprio professor coloca em entrevista que a relação é mais fria, os estudantes estão pouco acostumados a lidar com situações desafiadoras.

Além das questões que envolvem professor e estudantes é fundamental colocar o contexto social do estudante e seu contexto científico relacionado com o contexto da instituição. Cada escola tem sua organização e, principalmente uma relação entre os envolvidos e o entorno que determina os objetivos de cada um e da aprendizagem.

Como pudemos observar nas instituições analisadas, o colégio A, por exemplo, apresenta uma estrutura menos grandiosa e equipada que o colégio B e, no entanto, a relação com o conhecimento é favorecida, os estudantes tem a atenção menos dispersa, o que pode ser levado em conta neste caso. Além de outros fatores, salienta-se o fato dos estudantes do colégio B serem mais ligados a outros aspectos não relacionados com a aula e estarem o tempo todo submetidos a estímulos externos (aparelhos eletrônicos), os quais dispersam a atenção para aquilo que está menos palpável, no caso, a aprendizagem. Tais diferenças, segundo o próprio professor, se deve ao compromisso das instituições com o ensino.

A estrutura da escola influencia, não dá para um professor ser rigoroso e os outros não serem... O colégio precisa funcionar como um todo, no colégio B não funciona, se cobra pouca lição. Uma escola funciona com lição de casa, precisa ser dado, isso faz diferença, no B eu dou lição de classe.

Existe um discurso velado para não dar muita lição, apenas eu, matemática e física que ainda dão alguma coisa.

Fala do professor no decorrer da entrevista

No colégio A existe uma preocupação da escola em integrar, em relacionar os conhecimentos com a vida do estudante, destacando como se aplica esse conhecimento em sua realidade. Já no colégio B, a preocupação reside na promoção de resultados. E, é claro, que isso reflete na maneira como os pais lidam com cada instituição. É importante que o estudante consiga aplicar seus conhecimentos não só no contexto social da escola, mas também no contexto do seu dia a dia e não somente compreenda esses conhecimentos como algo isolado e engessado para ser aplicado apenas numa prova, por exemplo.

Os pais participam em ambas as escolas, porém no colégio B, o pai quer saber se o filho vai passar ou não, não aquilo 'vim aqui conhecer o seu trabalho'. No colégio A, você conhece gente da própria área, tem mais troca, os pais daqui valorizam o estudo.

Fala do professor no decorrer da entrevista

Cabe à escola como instituição e a todos os seus membros – e não somente ao professor – lembrar que a educação tem funções a cumprir. No colégio B as intenções da instituição não estão claras, os diferentes agentes com interesses e concepções distintas desestabilizam a ação educativa. A intencionalidade é condição necessária para a ação, e compreender esse elemento dinâmico e motor é fundamental para qualquer educador, especialmente em um contexto de valores imprecisos e de rotinas estabelecidas diante de desafios importantes que exigem respostas comprometidas (SACRISTÁN, 1999).

Os resultados da investigação revelam que, ao lecionar o mesmo conteúdo em contextos distintos, o professor realiza adaptações e ajustes às características dos estudantes, a sua abordagem se modifica, o que leva a

diferentes padrões de interação. Essas diferenças se devem à forma como os estudantes se relacionam com o conhecimento. No colégio A os estudantes são mais participativos, realizam questionamentos, ao passo que no colégio B os estudantes têm uma relação distante e pouco comprometida com o aprendizado.

O professor atribui essas mudanças ao modo como as instituições se colocam diante do comprometimento com o ensino. No colégio A, a instituição se mostra comprometida em tornar a ação educativa eficaz, ao passo que no colégio B, a intencionalidade não é clara, fica vulnerável a valores e concepções imprecisas, prejudicando a prática docente.

Por fim, percebemos que os estudantes e a instituição influenciam a forma do professor ensinar. No colégio A, os questionamentos, as diferentes ideias e a relação com o saber exigem que o professor utilize seu repertório, por meio de novas situações e exemplos que servem para responder aos questionamentos realizados. No colégio B, a postura dos estudantes em relação à aprendizagem e a questão disciplinar torna a aula centrada no professor, que acaba por realizar maior transmissão de conceitos.

Retornando a modelo da Grossman (figura 18) podemos afirmar, a partir de nossos dados para o professor investigado que, nos dois contextos em que o professor foi analisado houve mudanças na sua ação em sala de aula referente principalmente ao conhecimento pedagógico geral e ao conhecimento do contexto.

Com relação ao **conhecimento pedagógico geral** observa-se claramente uma diferença na postura de gestão da sala de aula. O professor no colégio A está aberto à discussão, dando abertura aos alunos também. Ele permite as perguntas dos alunos e até as incentiva. Os alunos por sua vez, se sentem acolhidos e buscam ajuda do professor na sua compreensão do conteúdo. A relação alunos e professor é amistosa e de respeito, o que facilita a relação dos alunos com o conhecimento. Por outro lado, no colégio B, o professor não dá tanta abertura e fornece as representações do conteúdo de forma mais facilitada, deixando transparecer sua pouca confiança nos alunos. Por sua vez, os alunos não se sentem acolhidos nem confiantes e a relação

como o conhecimento passa a ser mais formal, servindo apenas como nota numa futura avaliação.

Com relação ao **conhecimento do contexto**, observa-se uma diferença nítida no tipo de estudante e escola. Os estudantes do colégio A tem desejo de aprender e encontram no professor alguém que irá guiá-los nesse objetivo. No colégio B, os estudantes não estão interessados na aprendizagem e não vem sentido no conteúdo. O interesse deles é no resultado final de uma avaliação e de um possível certificado fornecido ao final do ano. Não se interessam pelo processo, mas atuam mecanicamente para que consigam o objetivo final que é a nota. O professor se dá conta desse mecanismo e tenta facilitar o processo dos seus alunos, mesmo não acreditando nessa sua postura. É como se ele cedesse aos alunos e à instituição nesse processo da pouca valorização do conhecimento por todos e tenta apenas sobreviver nesse ambiente, mas sem acreditar nele.

As escolas por sua vez também se mostram muito diferentes e coerentes com o tipo de estudante que possuem. No colégio A, o próprio ambiente pede uma socialização dos alunos. Ao contrário, o ambiente no colégio B leva a uma individualização dos sujeitos e a uma valorização da estrutura física e de equipamentos em detrimento da socialização. Isso se reflete na sala de aula, onde os alunos do colégio A se sentem confortáveis no ambiente social e tiram vantagem dele ao se envolverem com o processo de ensino-aprendizagem. Para os alunos do colégio B, a aula é algo a ser suportada para o objetivo final da nota e não é um ambiente social, mas individual, onde os alunos se envolvem com seus próprios aparelhos e distrações. O conhecimento é algo que não é valorizado por eles.

O professor, por sua vez, reage a esses ambientes ou, na verdade, se adapta a eles. Claramente o colégio A é a ideal para este professor, é onde ele se sente realizado e onde todo o processo educativo parece ser mais coerente e orquestrado entre os propósitos da escola, dos alunos, das famílias e do professor.

Observa-se assim, que os dois conhecimentos – pedagógico geral e do contexto – influenciam o PCK desse professor, que faz adaptações e

simplificações no mesmo conteúdo que é tratado nas duas escolas. Isso resulta em um processo de ensino-aprendizagem distinto nas duas escolas.

Figura 18: Modelo de Grossman para os conhecimentos dos professores.
Fonte: Grossman (1990)

CAPÍTULO 4. CONCLUSÕES

A presente pesquisa procurou investigar o ensino de Química em contextos escolares distintos, lançando um olhar abrangente acerca do que ensina e como ensina um professor de química experiente. Para tanto, investigamos as mudanças que ocorrem na sala de aula quando o professor em questão trabalha o mesmo conteúdo, para alunos do Ensino Médio, em escolas diferentes.

Utilizando o CoRe, a ferramenta analítica das interações discursivas, o modelo de PCK de Grossman e o Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) de Shulman, foi possível compreender a forma como o professor sujeito dessa pesquisa lida com o seu conhecimento específico e como desenvolve metodologicamente um determinado assunto, no caso das aulas analisadas, nomenclatura de compostos orgânicos e reações envolvendo polímeros.

O uso do CoRe possibilitou compreender as ideias centrais que o professor possui acerca de um determinado conteúdo a ser ensinado. A partir dele o professor explicita o seu entendimento do assunto, coloca os conceitos que os estudantes devem dominar e cita aspectos relacionados às dificuldades dos alunos que leva em conta ao ensinar um determinado conteúdo.

Percebemos para as aulas analisadas que o professor procura desenvolver as ideias presentes no CoRe. Em relação ao conteúdo *nomenclatura de compostos orgânicos*, o professor seleciona exemplos que apresentam uma gradação no nível de dificuldade, trabalha com os estudantes o entendimento das regras para nomear um composto orgânico, evitando assim o decorar e, por fim, pontua erros comuns dos alunos que aparecem nas avaliações. Em relação ao conteúdo *reações de polimerização*, o professor organiza as ideias desenvolvidas sobre o tema através da construção de um quadro resumo, apresentando os aspectos conceituais de reações de adição e

condensação. Na sequência o professor, ao trabalhar com a resolução de exercícios, lança mão dos aspectos conceituais discutidos no primeiro momento e pontua as dificuldades e erros cometidos pelos estudantes ao representar uma reação de polimerização.

A preocupação com o conhecimento químico, o uso de diferentes situações e as discussões que envolvem as concepções dos alunos é algo que marca sua ação em sala de aula.

É a partir do desenvolvimento dessas ideias que o professor estabelece com os estudantes uma relação de troca, ou seja, os agentes envolvidos no processo de mediação pedagógica colocam ideias. Entretanto, a forma como as instituições se colocam diante do ensino reflete na maneira como os alunos se relacionam com o conhecimento, fato que marca as interações entre professor e aluno em ambas as escolas. As análises dessas interações discursivas mostram como ocorre a construção dos significados, tendo em vista os diferentes contextos analisados.

No colégio A percebemos que existe uma atmosfera favorável à realização do trabalho do professor, com respaldo da escola e dos pais dos estudantes. Isso reflete na forma como é encarado o ensino de ciências.

As diferenças decorrentes do contexto modificam a forma como o professor ensina. Com o modelo de Grossman (1990) percebemos que alguns aspectos relacionados ao **conhecimento do conteúdo específico**, **conhecimento pedagógico geral** e o **conhecimento do contexto** são influenciados e influenciam o PCK do professor (figura 2).

Em relação ao **conhecimento do conteúdo específico** percebemos que o professor utiliza uma linguagem acessível aos estudantes, o que favorece o estabelecimento de uma relação pautada no diálogo. No entanto, o contexto das instituições influencia a forma como o professor utiliza seu conhecimento específico. No colégio A as discussões são mais refinadas e os casos analisados apresentam um grau de dificuldade mais elevado em relação ao colégio B. No colégio A, por exemplo, na aula sobre *nomenclatura de compostos orgânicos* o professor apresenta uma nova estrutura para discussão (estrutura 8), no intuito de discutir a escolha da cadeia principal envolvendo

uma cadeia mista. Na aula sobre *reações envolvendo polímeros*, os próprios alunos pontuam casos interessantes, como na reação de polimerização do 2-butenos, caso esse amplamente discutido em sala. Por outro lado, no colégio B as atuações de alunos e professor são mais mecânicas. O professor assume uma postura mais impositiva e limita a atuação dos estudantes. Estes, por sua vez, participam menos e mostram menos interesse pela matéria.

Em relação ao **conhecimento pedagógico geral**, percebemos que o contexto exerce influencia em alguns aspectos desse conhecimento. A gestão de sala de aula, a natureza dos estudantes e sua aprendizagem são fatores que modificam sua prática, visto que o professor lança mão de diferentes estratégias para desenvolver o conteúdo proposto. No colégio A o professor se mostra mais solto, alegre e possibilita a realização de trabalhos em grupo, ao passo que no colégio B o professor é mais sério e centraliza as ações não utilizando da estratégia de trabalhos em grupo..

Diante destas observações, atentamos para as questões de investigação que motivaram esta pesquisa, no intuito de elucidar ainda mais o que colocamos até aqui.

Na questão 1, que diz respeito às mudanças observáveis na sala de aula do professor investigado ao lecionar o mesmo conteúdo em contextos distintos, notamos que estas estão relacionadas com o contexto das instituições. A forma como lidam com o conhecimento reflete de maneira direta na ação do professor em sala de aula. E, também na relação dos seus indivíduos com o saber. Os diferentes agentes com interesses e concepções distintas desestabilizam a ação educativa, o que prejudica a mediação entre o contexto social e o contexto científico.

Quando colocamos quais seriam os aspectos da sala de aula a que atribui essas mudanças – questão 2 - o professor, observa que os estudantes do colégio A tem maior propensão ao estudo. Parecem ter um envolvimento com o conhecimento de nível diferente dos estudantes do colégio B, que apresentam maior distanciamento com a matéria, resultado da falta de estudo, o que gera lacunas, impossibilita o estabelecimento de relações e prejudica o entendimento dos assuntos abordados.

Nota-se por meio das análises das aulas, que os estudantes na medida em que questionam e participam da aula de forma efetiva conseguem extrair mais do professor. Nas aulas do colégio A, o professor está nitidamente mais envolvido e mais à vontade com os estudantes do que nas aulas do colégio B. Neste, a questão disciplinar afeta sobremaneira o desenvolvimento da aula, visto que no colégio B o professor fica mais sério, foca na questão disciplinar, ao passo que no colégio A o professor costuma conversar com os alunos sobre outros assuntos não diretamente ligados ao ensino de química, esses fatos respondem à questão 3, que diz respeito à influência dos estudantes na forma de ensinar do professor.

O recorte da pesquisa procurou compreender os aspectos que se modificam na prática do professor, fato que nos propiciou o acesso às modificações que ocorrem em relação à **Compreensão** e à **Transformação**, como destacado na figura a seguir.

Figura 19: Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação, adaptado de Shulman. Destaque às modificações observadas no professor investigado nos dois contextos.

Fonte: Shulman (1987)

Destacamos no MRPA os aspectos que se modificam em função do contexto e que influenciam e são influenciados pelo PCK do professor. A forma como compreende e transforma um determinado conhecimento se modifica em função da escola. O conhecimento do conteúdo específico é utilizado com expertise pelo professor, visto que os propósitos, estruturas de conteúdo e suas ideias convergem para um ensino de ciências eficaz. O seu conhecimento pedagógico geral e o conhecimento do contexto mostram a eficiência do professor na seleção dos exemplos, na adaptação de linguagem em função das características dos estudantes, pois leva em conta as dificuldades destes, sua cultura, motivação, interesses, classe social e capacidade de aprendizado e na maneira de ensinar, visto que no colégio A os estudantes atuam de forma mais ativa no processo de ensino em relação aos do colégio B, o que possibilita por parte do professor explorar mais seu repertório de ensino.

Por outro lado, a atuação do professor no colégio B deixa uma questão no ar. Sem dúvida alguma o contexto do colégio B limita a atuação do professor e faz com que ele se adapte ao contexto escolar. Mas, pelas entrevistas e falas do professor, observa-se que sua atuação é mais condizente com suas crenças no colégio A e que no colégio B ele segue o recomendado. Sendo dessa forma, poderia-se inferir que não seria suficiente desenvolver o PCK de professores para melhorar a atuação destes em sala de aula, pois, pelos dados apresentados, o contexto exerce uma pressão muito maior que supera o conhecimento dos professores. No modelo de Grossman (figura 2), o PCK de professores influencia e é influenciado pelo contexto. Pelos nossos dados, entretanto a influência do contexto no PCK em ação do professor sobrepõe a pouca influência que o PCK do professor tem sobre o contexto. A seta dupla no modelo tem na verdade um sentido único que é o do contexto moldando fortemente o PCK em ação do professor ainda que o professor possua um PCK bastante desenvolvido. Isso está representado na figura 20.

Figura 20: Modelo modificado de Grossman para os conhecimentos dos professores enfatizando a influência do contexto no PCK do professor em ação.

Fonte: Grossman (1990)

Dessa forma, nossos resultados apontam na direção da forte influência do contexto no PCK em ação do professor investigado. Temos dados suficientes para atestar o bom PCK desse professor através da sua atuação no colégio A. Entretanto, parece que ter um bom PCK não é garantia suficiente para uma boa prática pedagógica, como atestam nossas análises durante a prática pedagógica desse mesmo professor na escola B. As distintas ações do professor nos dois contextos – colégio A e colégio B – ministrando o mesmo conteúdo para o mesmo ano letivo deixam transparecer algo além do previsto nos modelos do PCK. O professor investigado possui um bom PCK e até por possuí-lo, se dá conta que não é possível trabalhar semelhantemente em contextos tão distintos. Na sua ação pedagógica o professor altera o seu papel e o dos alunos nas duas escolas, alterando assim toda a relação pedagógica das aulas ministradas, embora tenha claro que somente uma das condutas é

condizente com suas crenças. Na escola A o aluno ocupa um papel central e o professor atua como um alicerce enquanto na escola B o professor detém o papel principal, monopolizando a maioria das falas e ações deixando pouco espaço para a atuação dos alunos.

Essas diferentes atuações estão de acordo com as intenções de ambas escolas. Na escola A o projeto prioriza mais a autonomia do aluno enquanto na escola B esse parece não ser o objetivo. Na atuação e nas falas do professor, observa-se claramente que sua postura é mais afinada com a escola A e que ele acaba fazendo muitas concessões na sua atuação na escola B.

Não é novidade afirmar que a prática educativa é bastante complexa e recebe influências de muitas fontes. Nesse sentido, e apesar da grande importância do papel do professor em sala de aula, nossos dados apontam para uma complexidade ainda maior nessa prática. Nossos dados embasam a ideia que não basta ter um professor com um potencial bom PCK em sala de aula, pois, o contexto de certa forma limita e direciona a atuação do professor. O bom PCK do professor é também acionado em situação de sobrevivência num contexto desfavorável.

Assim, a orquestração entre o projeto da instituição, o planejamento do professor, os objetivos dos alunos e de seus pais é fundamental para que a ação educativa ocorra a contento. Os objetivos desses diferentes atores necessitam estar em sintonia para que se possa obter a melhor execução das ações em sala de aula. Objetivos distintos ou não suficientemente explícitos influenciam fortemente o PCK em ação do professor e tornam a prática educativa dissonante apesar do bom conhecimento pedagógico do conteúdo do professor e das boas intenções de todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS

ALVES, R.; ANTUNES, C. *O aluno, o professor, a escola: uma conversa sobre educação*. 1 ed, Campinas: Papirus 7 Mares, 2011. 80 p.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. 1ª ed., Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 1996, 316 p.

BAXER, J.A. ;LEDERMAN, N.G.,. Assessment and measurement of pedagogical content knowlege. In J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: PCK and science education*, 1999. (p. 147-161). Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

BRASIL. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2)

CARLSEN, W. Domains of teacher knowledge. In J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: PCK and science education*, 1999. (p. 113-144). Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PEREZ, D. *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. 3ª ed, São Paulo: Cortez Editora, 1998. 120 p.

COCHRAN, K. F.; DERUITER, J. A.; KING, R. A. Pedagogical Content Knowing: An Integrative Model for Teacher Preparation. *Journal of Teacher Education*, 1993. 44, 263-272.

ELBAZ, F. *Teacher Thinking: A Study of Practical Knowledge*. New York, 1983. Nichols Publishing Company.

DELVAL, J. *Aprender na vida e aprender na escola*. Porto Alegre: Artmed, 2001, 118 p.

DÍAZ, P. L. *Aprender en la escuela, aprender en la calle*. 1 ed, Espanha: Ed. Visor, 1994, 373 p.

FERNANDEZ-BALBOA, J.; STIEHL, J. The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. *Teaching & Teacher Education*, 1995. 11(3) 293-306.

FIRESTONE, W. A. *Meaning in method: The rhetoric of quantitative and qualitative research*. In: Moreira, M. A. Pesquisa em Ensino: O Vê Epistemológico de Gowin. São Paulo: E.P.U. 1980.

GALPÉRINE, C., et al., 1974. Table ronde: Bachelard ET l'enseignement, in: *Cologue de Cerisy, 1974*. (Centre Culturel International de Cerisy-la-Salle, Union Générale d'Editions: Paris).

GESS-NEWSOME, J. Pedagogical content knowledge: an introduction and orientation. In: *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education*. Hingham: Kluwe Acadêmica, 1999. p.3-23,

GROSSMAN, P. L. *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press, 1990, 185 p.

LEE, E. *Conceptualizing Pedagogical Content Knowledge from the Perspective of Experienced Secondary Science Teachers*. 2005. 200f. Dissertation (Doctor of Philosophy) - The University of Texas at Austin, Texas. 2005.

LEINHARDT G.; SMITH, D.A. Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 1985. p. 247-271.

LOPES, A.R C. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. *Enseñanza de las Ciencias* 11, 1993. 324-330.

LOUGHRAN, J J.; MILROY, P.; BERRY, A.; GUNSTONE, R. F.; MULHALL, P. Documenting Science Teachers Pedagogical Content Knowledge through PaP-eRs. *Research in Science Education*, 31, 289-307, 2001.

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*. 2004. 41(4), 370- 391.

LOUGHRAN, J. J.; BERRY, A.; MULHALL, P. *Understanding and Developing Science Teachers Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers, 2006.

MAGNUSSON, S., KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: PCK and science education*, 1999. (p.95-132). Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores*. 3. ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2006. 424 p.

_____; PIEDADE, M. C. T. “*Repensando a Química*”. *Química Nova na Escola*. São Paulo: Divisão de Ensino de Química, SBQ, v. 1, 1995. p. 15-19.

MARKS, R. Pedagogical content knowledge : From a mathematical case to a modified conception. *Journal of teacher education*, 1990. 41(3). 3-11.

MÉNDEZ, M.M.A.. *La ciencia de lo cotidiano*. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias, Cadiz, v.1, n. 2, 2004. p. 109-121.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. *Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino*. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2002. 7(3): 1-24.

MOURA, M. *Pesquisa colaborativa: um foco na ação formadora*. 2004. In: Cedro, W. L. O motivo e a atividade de aprendizagem do professor de Matemática: uma perspectiva histórico-cultural. 242f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

NILSSON, P. *Learning to Teach and Teaching to Learn - Primary science student teachers' complex journey from learners to teachers*. Dissertação (Doutorado em Filosofia) – Linköping University, 2008.

POZO, Juan Ignácio; GÓMEZ-CRESPO, Miguel Angel. *A solução de problemas nas Ciências da Natureza*. In: POZO, Juan Ignácio. *A solução de problemas*. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.

REYES, C. F.; GARRITZ, A. Conocimiento pedagógico del concepto de 'reacción química' en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 2006. 11(3), 1175 – 1205.

SACRISTÁN, J. G. Poderes instáveis em educação. 3. ed. Porto Alegre: Ed. ARTMED, 1999. 287 p.

SCHÖN, D. A. *The Reflective Practitioner*. New York: Basic Books, 1983, 374 p.

SHULMAN, L. S. *Those who understand: Knowledge growth in teaching* - Educational Researcher. Feb 1986: 4-14.

_____. *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform* - Harvard Educational Review, Feb 1987:1-22.

TALANQUER, V. Formación Docente: Qué conocimiento distingue a los Buenos maestros de química? *Educación Química*, 2004. 15(1), 52-58.

TAMIR, P. Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 1988. 4(2), 99-110.

TARIN, R.M; SANMARTÍ, N. Valores y actitudes: ¿se puede aprender ciências sin ellos?. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Espanha, n. 22, 1999. p. 55-65.

VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N.; DE VOS, W. Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 1998. 35 (6), 673-695.

_____, J. H.; DE JONG, O.; VERLOOP, N. The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 2002. 86(4), 572-590.

VIGOTSKI, L.S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos pedagógicos superiores*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 191 p.

WELLS, G. (1981). *Learning through interaction: The study of language development*. In: Díaz, P. L. Aprender en la escuela, aprender en la calle. Espanha: Ed. Visor, 1994.

WILSON, S. M., SHULMAN, L.S.; RICHERT, A.E. "150 different ways" of knowing: Representations of knowledge in teaching, In. J. Calderhead (Ed.), *Exploring teachers' thinking*, 1987. (p. 104-124). London: Cassell.

ZABALA, A. *Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2002, 248 p.

ANEXO 1 - TRANSCRIÇÃO DAS AULAS SOBRE NOMENCLATURA DE COMPOSTOS ORGÂNICOS – COLÉGIO A

- (1). P: Pessoal, página noventa e dois, vou continuar a parte de orgânica.
- (2). P: Pessoal, é o seguinte, nessa parte que a gente vai retomar não envolve nada novo. Vamos trabalhar com moléculas orgânicas mais complicadas. Vamos relembrar a nomenclatura, lembrem daquela página no final que tem a tabela de orgânica, se for o caso, utilizem-na para consulta.
- (3). A1: É resumo da teoria isso?
- (4). P: Não, é essa tabela aqui, que tem a parte de orgânica. Para quem não lembra é isso daqui (mostra a tabela no livro), mantenha na sua mão.
- (5). P: Gente é o seguinte...se a gente fosse retomar o nome dessa estrutura aqui (ESTRUTURA 1), qual seria?
- (6). P: But...
- (7). Alunos: Não, hept...
- (8). P: Isso, hept...
- (9). Alunos: 2-eno...
- (10). P: De onde vem o hept?
- (11). A: Sete carbonos
- (12). P: Isso.
- (13). Alunos: O 2 é a posição da dupla...
- (14). P: Isso, o “en” significa a própria dupla...e o “o” é a função, no caso hidrocarboneto.
- (15). P: Se a gente for repetir a mesma ideia no outro caso (ESTRUTURA 2), como é que você chamaria?
- (16). Alunos: Oct...
- (17). A: Oct-2-eno
- (18). P: Então, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 carbonos.
- (19). P: Oct-2-eno. Agora, se eu tampasse isso aqui (a estrutura) e o cara pegasse esse nome (nome da estrutura) para transformar em molécula ele chegava nisso daqui (aponta para a estrutura desenhada na lousa)?
- (20). Alunos: Não.
- (21). P: Isso, não.
- (22). P: Porque você ia imaginar que essa molécula está numa linha reta, concorda?
- (23). A: Claro
- (24). P: Então, não pode ser só isso. Na verdade eu vou começar a mexer agora com esse tipo de estrutura aqui (sublinha a palavra “ramificadas”).
- (25). P: O que é uma cadeia ramificada?
- (26). A: tem raiz...
- (27). P: Exatamente, ela começa como se fosse uma árvore, pode aparecer galhos no meio. Essa ideia de ramificação são carbonos fora...
- (28). A: da linha.
- (29). P: Isso, e essa linha eu vou chamar de cadeia principal. Então vai começar a aparecer coisa nova aí. A gente não tinha discutido até agora, mas vamos começar a mexer com moléculas que são maiores, são mais complexas e vão ter carbonos fora da linha central.
- (30). P: A gente mexeu até esse momento, com moléculas menores, geralmente moléculas mais simples, com uma função só. Então, vai começar a misturar as funções, vai começar a aparecer carbono fora da cadeia principal, assim por diante.

- (31). P: Então vai aparecer um conceito, que é isso daqui (escreve na lousa): Cadeia principal.
- (32). P: E para conseguir montar o nome da molécula, tem que conhecer isso daí. Aparece nas questões, logo na parte de cima... dá uma olhadinha aqui (mostra na apostila), umas regrinhas de nomenclatura. Aqui no começo dos exercícios.
- (33). A: Princípios gerais?
- (34). P: É...e daí aparece o conceito de cadeia principal e assim por diante.
- (35). P: Vamos agora voltar à estrutura (2), seguir essas ideias para montar o nome da molécula.
- (36). P: Primeira coisa que aparece aí... determinar a função.
- (37). A: Ah, hidrocarboneto.
- (38). P: Isso, então aqui temos a função hidrocarboneto.
- (39). A: Mas não tem que começar pelo prefixo?
- (40). P: Mas, eu ainda não vou montar o nome ainda.
- (41). P: Depois a segunda coisa, localizar a cadeia principal. Acabamos de discutir isso.
- (42). P: E têm três coisas, a cadeia principal tem que iniciar no carbono ligado ao grupo funcional. Incluir a insaturação, que é a dupla ou a tripla ligação. E a terceira coisa, ser a maior possível.
- (43). P: Por exemplo: Se eu for pegar essa estrutura aqui (estrutura 7), qual é a função que ela tem?
- (44). Alunos: Ácido carboxílico.
- (45). P: Isso, aqui é um ácido. Qual é o carbono mais importante que tem aí?
- (46). A: O carbono da função...
- (47). P: Isso, o carbono que tá aqui (mostra na estrutura), concordam com o que estou falando?
- (48). A: Sim, sim...é o do ácido.
- (49). P: Então, a cadeia principal tem que passar por ele. Esse carbono aqui vai mandar na função, porque é o carbono da função. Então é o carbono mais importante e a cadeia principal "passa" ou até começa no caso com o carbono da função.
- (50). A: Depois ela segue uma linha reta?
- (51). P: Isso, depois ela segue uma linha reta. Vai passar por onde essa linha?
- (52). A: Vai até o terceiro carbono ali...
- (53). P: Sim, mas antes de pensar nisso aí, seguindo pelas regras. Se tivesse uma dupla aqui (mostra na estrutura), o que ela faria?
- (54). Alunos: Passaria por ali...
- (55). P: É, subiria para pegar esse carbono. Então a segunda coisa é passar por duplas ou triplas ligações.
- (56). A: Tá escrito aqui?
- (57). P: Tá, tá escrito sim.
- (58). P: E a terceira coisa é o que?
- (59). A: Ser a maior...
- (60). P: Ser a maior que você conseguir riscar.
- (61). P: Ela não volta sobre ela.
- (62). A: Mas pêra aí...como assim ela ser a maior?
- (63). P: Já vou colocar um caso aí... Por exemplo, eu tenho...isso daqui...Se fosse isso aqui, por onde passaria a cadeia principal?
- (64). A: Começa dali e depois desce...
- (65). P: Isso, exatamente. Então olha, você caminha por aqui, vai passar por essa dupla e vai ter que descer para poder pegar a maior possível. Se não seguiria para cá...
- (66). A: Ah tá, entendi...

- (67). A: Se a última linha, essa aí que você fez fosse virar para o outro lado, ia acabar nela né?
- (68). P: Se tivesse o que, a dupla é o que você tá falando?
- (69). A: Uma dupla ali, que nem você tinha feito.
- (70). P: Ah...
- (71). A: Aí faz assim (faz gesto com a mão).
- (72). P: Aqui você tá falando?
- (73). A: Não, ali embaixo.
- (74). P: Assim?
- (75). A: É, aí. Faz diferença?
- (76). P: Não, isso não... pelo fato da diferença no número de carbonos.
- (77). A: E se não tivesse essa última?
- (78). P: Ata, aí tanto faz, aqui não faz diferença. Se tivesse um lado igual ao outro, não faz diferença.
- (79). A: Se tivesse um monte de duplas?
- (80). P: Ata, a gente não vai começar a complicar, pois o conjunto de regras aumenta...vamos trabalhar com casos simples.
- (81). A: Eu não entendi, se a dupla tipo tiver lá em cima...sobe...
- (82). P: Ele sobe e para. Se tivesse uma dupla aqui, isso tudo iria virar uma ramificação. A gente vai chegar a ver um caso assim.
- (83). P: Agora aqui novamente (ESTRUTURA 2), ficou meio óbvio...qual é a cadeia principal disso daqui?
- (84). P: Ela própria... então a principal nesse caso é isso...tudo bem gente?
- (85). A: É uma linha...
- (86). P: É uma linha que você vai riscar em cima da molécula. O que se faz agora?
- (87). A: Identifica... é... as ramificações.
- (88). P: Isso, exatamente. Vamos começar a usar o quadro aí. Reparem que tem um monte de ramificação. Não tem um carbono para fora?
- (89) Alunos: tem...
- (90) P: Esse carbono aqui vai receber um nome agora...
- (91). A: Metil...
- (92). P: Isso, temos então uma ramificação com o grupo metil.
- (93). P: Na tabela de orgânica aparece cada um dos tipos de ramificação.
- (94). P: Onde está localizada a ramificação?
- (95). A: No três.
- (96) P: Na tabela eu coloquei as principais ramificações, como metil, que corresponde a um carbono. Com dois carbonos temos o?
- (97). A: etil
- (98). P: Isso, etil. Se fosse um anel aromático?
- (99). A: Bromil....fenil?!
- (100). P: É fenil. Com três carbonos propil...assim por diante.
- (101). P: Reparem que a ramificação termina com esse "il" (mostra na lousa).
- (102). A: Professor, se na estrutura eu mudar a posição da dupla...colocar a dupla onde está o metil..
- (103). P: Aí você muda a cadeia principal... e a ramificação passa a ser isso aqui (mostra na estrutura).
- (104). P: Vamos lá, vamos dar o nome a essa estrutura... ohhh gente (pede silêncio)
- (105). P: Pessoal é necessário numerar algo aí?
- (106). Alunos: Tem...
- (107). P: Por onde começa a numeração?
- (108). A: Ali, pela direita...
- (109). P: Por quê?

- (110). A: É mais perto da dupla
(111). P: Isso. Vou numerar...
(112). A: E se não tivesse a dupla, começa por onde?
(113). P: Aí ia começar por aqui (à esquerda, perto da ramificação).
(114). P: Então, vamos esquecer por um momento o radical e dar o nome da cadeia...como fica?
(115). Alunos: Hept...
(116). P: Isso, hept-2-eno. Como fica agora, levando em conta a ramificação?
(117). A: Põe o metil...
(118). P: Isso, o metil vem na frente do nome. Então, metil...
(119). A: Cinco...
(120). P: Isso, 5-metil-hept-2-eno.
(121). A: Noooooosssaaaa...caraca...que nojo...rsrsrs (risadas)
(122). P: Tudo bem gente...só está começando...rs
(123). P: Só lembrando uma coisinha, você pode usar a nomenclatura antiga e jogar o 2 na frente. Não muda nada, fica 5-metil-2-hepteno. Outra coisa, vocês podem encontrar em prova o cara juntar todo o nome, sem o uso do hífen.
(124). P: É importante quando der o nome priorizar o grupo funcional, depois a dupla... tá?!
- (125). P: Querem tentar fazer os outros?
(126). Alunos: Sim...
(127). P: Ok, façam os outros, não falem alto para o pessoal pensar nisso daí... e vai usando a tabela para se apropriar da nomenclatura.
(128). A: Professor, na terceira tem um erro, tá faltando o grupo OH.
(129). P: Copiei errado? Ah sim, tem razão... vou arrumar.
(130). P: Vou fazer os dois iniciais... tá (estruturas 3 e 4)?! Para mostrar como que é.
(131). A: Não, não... pera aí...
(132). P: Vou começar tá gente, não vou fazer todos, apenas os iniciais.
(133). P: Como ficou a principal disso (estrutura 3)?
(134). A: É a linha...
(135). P: Certo... qual a função disso daqui?
(136). A: álcool.
(137). P: Por onde vou começar a numeração?
(138). A: Prá lá, pela direita.
(139). P: Isso, próximo do grupo funcional, vou numerar.
(140). P: E agora, o que é isso aqui? (aponta para o radical)
(141). A: É metil.
(142). P: Isso, então ficaria... como? esquecendo o metil por enquanto?
(143). A: metil-3-ol.
(144). P: Calma, calma, sem o metil...
(145). A: hept...
(146). P + A: Heptan-3-ol.
(147). P: Tudo bem? E o metil, como faço?
(148). A: 5-metil...
(149). P: Isso, 5-metil-heptan-3-ol.
(150). A: Por que cinco?
(151). P: Porque é a posição em que está o grupo metil.
(152). A: O CH₃ do canto não é metil?
(153). P: Cuidado, não é radical, pertence à cadeia principal.
(154). P: Tudo bem gente. Como fica a principal dessa (estrutura 4)?
(155). A: Começa de cima.... desce....
(156). P: Isso, a principal...

- (157). A: Esquerda...
- (158). P: Isso, exatamente, é a maior.
- (159). P: Numeração?
- (160). A: Começa de baixo...
- (161). P: Podemos começar pela de cima?
- (162). A: Ah, tanto faz!
- (163). P: Isso, não faz diferença. Pode começar a numerar por cima ou por baixo. Reparem que eu tenho dois metil... no carbono três e no quatro. O pessoal, de modo geral, montou certo pelo o que eu vi, esqueceu apenas de uma coisinha...
- (164). A: Ah... 3,4 metil...
- (165). P: Não, isso não.... foi o "di". Vejam... 3,4-dimetil-hexano.
- (166). A: Professor, se eu girar essa cadeia... muda a principal?
- (167). P: Se eu girar... continua a mesma coisa, a principal terá sempre o maior número de carbonos.
- (168). P: Oh pessoal reparem... aqui (estrutura 4)... psiu...
- (169). A: Silêncio gente...
- (170). P: Outro caso aqui, qual é a principal dessa?
- (171). A: Ah...é só o ciclo...
- (172). A: Mas tem a parte aberta...
- (173). P: A gente pode misturar aberta e fechada?
- (174). A: Não...
- (175). P: Não né... ou é a parte aberta ou é a parte fechada. Nesse caso daqui, só vai ser o ciclo.
- (176). P: Então a principal é essa aqui (mostra na lousa).
- (177). P: Agora, e se eu tivesse isso (estrutura 8), quem é a principal?
- (178). P: É a fechada ou a aberta?
- (179). A: Aberta...
- (180). P: Por que é a aberta?
- (181). A: Por causa da função.
- (182). P: Isso, porque tem a função. Reparem que a função altera a principal.
- (183). P: No nosso caso é o contrário (estrutura 4)... a função ta aqui. Que função é essa?
- (184). A: ona....cetona
- (185). P: Isso e como começa a numeração? Onde será o um?
- (186). A: Nela...
- (187). P: Na função... nela própria.... e quem vai ser o dois?
- (188). A: É para lá (sentido anti-horário)...
- (189). P: Isso, a ideia é que a soma seja a menor possível... tem que pegar os menores números.
- (190). P: Então ficaria, 1, 2, 3, 4, 5 e 6.
- (191). P: Como fica o nome?
- Nesse momento, ocorre uma interrupção inesperada na aula. A coordenadora pede licença para realizar a entrega do boletim. O professor pede para ela aguardar, para que ele termine a resolução do exercício (estrutura 5).
- (192). P: Então...como é que é?
- (193). A: 3-metil....4-etil...
- (194). P: Isso...3-metil-4-etil-ciclohexanona.
- (195). A: O professor, não coloca o etil antes do metil?
- (196). P: Então, isso é o que eu ia comentar agora. Como é muita regra, não tem problema, mas o correto em português é seguir a ordem alfabética.
- (197). P: Tudo bem gente. Por que eu não coloquei numeração para a cetona?
- (198). A: Ah...porque...

- (199). P: Porque ela só pode ser a primeira, pois a cadeia é fechada e contém o grupo funcional. O professor avisa que a coordenadora irá entregar os boletins.
- (200). A: Ah não...faz o outro antes...
- (201). P: Tá, como será a cadeia principal (estrutura 6)?
- (202). A: Traça a linha...
- (203). P: Isso e desce...
- (204). A: Por que desce?
- (205). A: Porque é a maior...
- (206). P: Isso...a principal tem o maior número de carbonos.
- (207). P: Quem é o segundo carbono?
- (208). A: esse perto da tripla...
- (209). P: Por que a cadeia não quebra?
- (210). A: Ah...é a forma correta...
- (211). A: Não, é por causa da geometria da molécula.
- (212). P: Isso, a geometria molecular de uma ligação tripla é linear. Lembram disso?
- (213). A: Ah...sim, lembro.
- (214). P: Isso, vou numerar.
- (215). P: Como fica o nome disso daí?
- (216). A: Fica 6-metil...
- (217). P: Isso, 6-metil-oct...
- (218). A: Eu coloquei um!
- (219). P: Isso, 6-metil-oct-1-ino
- (220). P: Pessoal, vamos lá...quero fazer com vocês esses quatro aqui.
- (221). P: Vamos guardar os boletins, pois se não não tem aula.
- (222). P: Aqui, nessa estrutura, posso numerar a partir do "o"?
- (223). A: Ah...
- (224). P: Não pode, é um erro comum. O "o" não é carbono.
- (225). P: Bem, por onde começo a numerar?
- (226). A: Pelo carbono do ácido...
- (227). P: Isso, esse aqui. E iria para onde? À esquerda, desce ou segue até o final?
- (228). A: Desce...
- (229). P: Na verdade, não faz diferença. Então, ficaria 1, 2, 3 e 4, certo? Duas ramificações com grupo metil. Como ficaria então o nome?
- (230). A: but... 2, 3
- (231). P: Tá... but.
- (232). A: Ah não... e o ácido...
- (233). P: A palavra ácido vem na frente do nome.
- (234). A: Então é ácido-2,3-metil...
- (235). P: Isso, ácido-2,3-dimetil. Não esqueçam do "di". Então, ácido-2,3-dimetil-butanóico, tudo bem?
- (236). P: Vamos lá... o próximo caso tem algo novo. Esses cloros... como chamo?
- (237). A: haleto.
- (238). P: Isso, se o cara for pegar a nomenclatura de um haleto, vai aparecer assim... haleto é tratado como uma ramificação. Então, aqui a principal vai ser quem?
- (239). A: O anel.
- (240). P: É o anel. Dê o nome para esse anel imaginando que não tivesse os átomos de cloro.
- (241). A: Ciclo pentano.
- (242). P: Ciclo pentano, vai parecer um hidrocarboneto, mas não é, é um haleto. Então vai ser ciclopentano
- (243). A: E a palavra haleto.
- (244). P: Não, tem que falar que haleto é.

- (245). A: cloro
(246). P: Então, 1,2-cloro-ciclopentano.
(247). A: Mas são dois...
(248). P: Isso, então como fica. 1,2-dicloro-ciclopentano.
(249). P: Próximo, o que é isso daqui. Qual a função dele?
(250). A: Álcool.
(251). P: Ele é álcool. Que caminho ele vai seguir aqui?
(252). A: Para baixo, indo em direção à direita.
(253). P: Isso. Então, a numeração se inicia a partir do grupo funcional...1, 2, 3, 4...
(254). P: E aqui vem as ramificações. Dois carbonos pendurados, como chama?
(255). A: Metil...
(256). Alunos: Etil...
(257). P: Etil. Como é que fica esse nome?
(258). A: É... etil...
(259). P: Vamos colocar seguindo a ordem alfabética, é mais correto.
(260). P + A: 2-etil-5-metil-oct-3-en-1ol.
(261). P: Isso mesmo.
(262). P: Conseguiram acompanhar? Tudo bem?
(263). P: Vou finalizar com esse daqui (próxima estrutura).

ANEXO 2 - TRANSCRIÇÃO DAS AULAS SOBRE NOMENCLATURA DE COMPOSTOS ORGÂNICOS – COLÉGIO B

- (1). P: Vamos continuar com a parte de nomenclatura. É a mesma ideia que caiu na prova mensal, a diferença é que agora vocês vão lidar com cadeias ramificadas, um pouco mais sofisticado.
- (2). P: E para começar, vou falar de algo que não tinha falado, que é o conceito de cadeia principal. Para isso vou usar aqueles dois casos como exemplo (estruturas desenhadas na lousa).
- (3). P: Se o cara fosse nomear essa estrutura (ESTRUTURA 1), como você faria? Conseguem fazer sem a tabela?
- (4). Alunos: hept...como é mesmo?
- (5). A: 2-heptano
- (6). P: Isso, mas não é heptano, quero dizer, “ano” não é!
- (7). A: É “en”.
- (8). P: Isso, psiu....
- (9). P: Hept...
- (10). Alunos: 2...
- (11). P + A: Hept-2-eno
- (12). P: Ok...Psiu....
- (13). P: Aluno, você está acompanhando? A apostila está aberta?
- (14). P: Então seguinte, se o cara for nomear isso daqui, muita gente pode pensar que basta contar carbono e colocar no nome. Então ficaria, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8...e chama isso daqui como alguma coisa do tipo octeno. Vocês acham que o nome representa isso daqui (aponta para a estrutura)?
- (15). A: Ah...
- (16). P: Se a pessoa fosse representar isso (aponta para estrutura) a partir do nome, a pessoa não ia conseguir chegar a isso (aponta para estrutura). Ela montaria uma estrutura com oito carbonos, sem levar em conta esse daqui de cima (a ramificação).
- (17). P: Então, para esse caso e para outros mais complicados se faz necessário utilizar o conceito de cadeia principal. Que significa “uma linha de carbonos”. E quando eu falo carbono, não se inclui oxigênio, ele não entra na estrutura.
- (18). P: Essa linha, deve incluir o carbono da função. Isso já está marcado na apostila, viu?
- (19). A: Precisa copiar?
- (20). P: Isso daqui não, está na apostila, lá no alto da página 57.
- (21). P: Segunda coisa, deve passar por insaturações. O que é insaturação?
- (22). A: É quando tem outros elementos além do carbono.
- (23). P: Não, não era isso. Isso é cadeia heterogênea.
- (24). A: Ah é...
- (25). P: O que era insaturação gente?
- (26). Alunos: É a ligação...
- (27). A: Ligação dupla ou tripla.
- (28). P: Isso, e tem uma condição....
- (29). A: Ah, entre carbonos.
- (30). P: Isso, entre carbonos.
- (31). A: Mas então, deve passar?
- (32). P: Deve passar...deve passar. E por fim, ser a maior possível.

- (33). P: Vamos utilizar essas ideias naquele exemplo ali (ESTRUTURA 2). A cadeia principal dessa estrutura aqui é essa linha aqui (pinta de laranja com o giz). Essa linha laranja representa a cadeia principal dessa molécula. Como assim?
- (34). P: É a cadeia maior que você conseguiu riscar. Ela não pode voltar por cima dela própria. Então esse carbono da ramificação vai ficar de fora. E você marcou a insaturação, ela faz parte da cadeia principal.
- (35). P: Pegaram mais ou menos a ideia?
- (36). P: Qual a cadeia principal disso (ESTRUTURA 1)?
- (37). A: Ah é tudo...
- (38). P: É a cadeia inteira. Se o cara for lembrar o que caiu na prova, o cara vai lembrar que era a cadeia inteira, não tinha carbono que ficava de fora.
- (39). P: Você consegue riscar todos os carbonos aqui (ESTRUTURA 3)?
- (40). A: Não.
- (41). P: Então, vai ficar coisa de fora. No caso vai ficar um carbono de fora. Qual é a principal disso?
- (42). A: É a de baixo.
- (43). P: Isso é essa mesmo.
- (44). P: Qual é a cadeia principal nessa estrutura aqui (ESTRUTURA 4)? É ela reta?
- (45). A: Não.
- (46). A: É a maior, a que tem seis carbonos.
- (47). P: Isso é a vertical, digamos assim. Por que tem que ser essa?
- (48). A: Porque é a maior.
- (49). P: Isso é a que tem o maior número de carbonos. Então vai ficar carbono de fora novamente.
- (50). A: dois...
- (51). P: Então, esse carbono aqui de fora (ESTRUTURA 2) é um CH_3 , certo? Ele é chamado de ramificação ou radical.
- (52). P: Então repara gente, pegando a tabela de orgânica, no final da apostila... pega aí...
- (53). A: Arranca?
- (54). P: Não, não é para arrancar, é só consultar. Qual seria essa daqui?
- (55). A: Ah... achei... metil.
- (56). P: Isso, metil. Como é que vai ficar agora?
- (57). P: Achou a tabela aluno? É a pequenininha.
- (58). P: Tá vendo um CH_3 nela? É para ver quem está pendurado. No caso tem um CH_3 pendurado na cadeia principal, isso é chamado de ramificação.
- (59). A: Por que não é um etil?
- (60). P: Etil tem que ter dois carbonos. Se tivesse uma cadeia assim (desenha outro exemplo), com dois carbonos pendurados. Se tivesse essa ramificação aqui, o que é?
- (61). A: Esse é um fenil.
- (62). P: Isso, e assim por diante. Pode ser propil, butil, etc.
A aula tem uma quebra na sequência, um dos alunos começa a assobiar em plena aula.
- (63). P: Psiu... aluno me acompanha.
- (64). A: Metil tem que ser para cima?
- (65). P: Não, pode ser para cima ou para baixo.
- (66). P: Agora o nome para isso daqui, como é que ficaria.
- (67). A: Hept...
- (68). P: 5-metil-hept-2-eno. Conseguiram entender o nome?
- (69). A: Nossa...
- (70). P: Vejam a lógica. Esse trecho (hept-2-eno) aqui vocês já conhecem. Essa parte final, na verdade é a cadeia principal.

- (71). A: Professor, não é um octeno isso daí?
- (72). P: Não, a ramificação não pode ser contada.
- (73). A: Ah tá...
- (74). P: A principal só tem sete carbonos. Se eu for numerar, por que não comecei da esquerda?
- (75). Alunos: Porque a insaturação está do outro lado.
- (76). P: Isso, quem manda é a dupla. Relembrando, a primeira coisa é a função, em seguida é a insaturação e a última coisa é a ramificação.
- (77). P: Então, entre a dupla e o CH_3 , quem manda é a dupla. Então, a numeração começa da direita. Então, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Certo? Daí vem o nome hep, uma dupla no carbono dois e o cinco corresponde ao que?
- (78). A: É... a posição do metil.
- (79). P: Isso.
- (80). A: Psiu... aluno acompanha, vira para frente, não fica de lado.
- (81). P: Então, terceiro caso (ESTRUTURA 3). Que função é essa daqui gente?
- (82). A: Álcool.
- (83). P: Qual o carbono mais importante dessa cadeia?
- (84). A: Ah...
- (85). P: É o carbono do álcool, esse carbono é o mais importante. Portanto, a numeração vai começar na ponta mais próxima dele. A cadeia principal tem que passar por ele. Qual seria então?
- (86). A: É a reta.
- (87). P: Isso é essa mesmo. Para numerar, tem que ser a ponta próxima do grupo funcional. E aí ficaria assim. Sobrou um carbono fora, que ramificação é essa?
- (88). A: Metil.
- (89). P: Isso. Esquece um pouco a ramificação, dá o nome sem a ramificação, conta então só a parte laranja.
- (90). A: 7-heptano.
- (91). P: Quase isso, heptan....
- (92). A: nol...
- (93). P: Isso, isso mesmo. Sendo álcool a terminação é ol. Falta uma coisa nesse nome aí...
- (94). A: Metil.
- (95). P: Não, ainda no nome.
- (96). A: Ah é, a posição...
- (97). P: De quem?
- (98). A: Do álcool.
- (99). P: Isso mesmo tem que falar onde ele está.
- (100). A: No três...
- (101). P: Então fica 5-metil-heptan-3-ol.
- (102). P: No quarto caso (ESTRUTURA 4), como fica... a função?
- (103). Alunos: Hidrocarboneto.
- (104). P: Isso, hidrocarboneto. A cadeia principal seria essa (pinta em laranja), a gente já falou isso aí. Se fosse numerar, por qual ponta você começaria?
- (105). A: De cima.
- (106). A: Tanto faz...
- (107). P: Tanto faz, porque dá na mesma.
- (108). P: Aluno, vira para frente, acompanha.
- (109). A: Professor, você vai devolver as provas de recuperação?
- (110). P: Eu vou mostrar, mas não agora.
- (111). P: Aqui não faz diferença, esquece um pouco as ramificações. Essas ramificações são dois radicais metil, esquece um pouco...

- (112). A: Vai ser dimetil.
- (113). P: Isso mesmo, como fica o nome só da parte laranja.
- (114). A: Hexano.
- (115). P: Hexano.
- (116). A: Professor fica 3,4-dimetil...hexano.
- (117). P: Ótimo, isso mesmo, 3,4-dimetil... hexano.
- (118). P: Vamos lá, tem mais esses casos.
- (119). P: A primeira coisa é localizar a função. Qual é a função dessa molécula?
- (120). P: É uma....cetona. Portanto o carbono da função tem que fazer parte da cadeia principal, não pode ficar de fora.
- (121). P: Outra coisa, a cadeia principal ou é fechada ou aberta, não pode misturar os dois.
- (122). Alunos: Ahh... (PESQUISADOR: Alunos falam juntos, não sendo compreensível o que dizem).
- (123). P: Pessoal, psiu...
- (124). P: Ou você pega a parte aberta ou a fechada.
- (125). A: Pega a fechada.
- (126). P: Exatamente. Se for numerar, quem é o número 1?
- (127). A: O da acetona...
- (128). P: Exatamente, quem vai ser o número 2?
- (129). P: Você precisa indicar onde estão as ramificações, então para isso, você tem que utilizar os menores números...
- (130). P: Acompanha aqui aluno. Vocês dois estão com a apostila aberta?
- (131). P: Bem, está aí. Como fica o nome, vocês fazem ideia?
- (132). A: 3-metil-4-etil...
- (133). P: Certo... e o que mais?
- (134). A: É, hexano...
- (135). P: Não, sem o ano.
- (136). P + A: ciclohexanona.
- (137). P: Nesse caso, a acetona não precisa receber o nome, porque ela sempre estará no carbono mais importante.
- (138). A: E a ordem dos nomes... pode ser qualquer uma?
- (139). P: A recomendação é que seja em ordem alfabética, mas isso não tem problema.
- (140). P: Bem, agora monta esse (ESTRUTURA 6), não fala a resposta alto. Só lembrando uma coisa, quantos carbonos tem nesse linha?
- (141). A: Três.
- (142). P: Três, três carbonos, por que não dois?
- (143). A: Tem um ali perto da tripla...
- (144). P: Isso mesmo, tem um carbono aqui.
- (145). P: Por que isso é assim? Por causa do ângulo da ligação tripla, que é cen?
- (146). A: 180°
- (147). P: Eu vi o de alguns e tem uma coisa aí que apareceu. Se a pessoa riscar a cadeia principal errada, obviamente o nome estará errado. E nesse caso a principal inclui este carbono?
- (148). A: Não.
- (149). P: Inclui sim, pois a cadeia principal tem que ser a maior possível. Então, como é que fica esse nome?
- (150). A: 6...
- (151). A: 5...
- (152). A: oct....
- (153). P: 6-metil-oct-1-ino

- (154). P: Ow, silêncio...
- (155). P: Vou fechar com esses dois aqui, me acompanha aqui.
- (156). P: A cadeia principal desse daqui, inclui qual oxigênio?
- (157). P: Nenhum...rs o "o" não é incluído.
- (158). A: Ah é, isso é função.
- (159). P: Se a pessoa fizer esse caminho ou esse outro, tem diferença?
- (160). Alunos: Não.
- (161). P: Não, tem duas principais que poderia usar, podendo fazer a cadeia subir ou descer.
- (162). P: A numeração começa por onde?
- (163). A: Pelo OH.
- (164). P: Isso, pela função, no caso. Lembrando, a palavra ácido virá no começo. Vira para frente aluno.
- (165). P: ácido-2,3-dimetil... que mais?
- (166). A: Butano.
- (167). P: Isso.
- (168). P: Erro comum... psiu... numerar o ácido, não tem isso, pois sempre começa na ponta.

ANEXO 3 - TRANSCRIÇÃO DAS AULAS SOBRE REAÇÕES ENVOLVENDO POLÍMEROS – COLÉGIO A

- (1). P: Gente, vamos começar...comigo aqui. A experiência que iremos fazer envolve isso aí (POLÍMEROS). Vou realizar um resumo sobre esse assunto, por isso é importante que vocês copiem, vou deixar mais sintético em relação à apostila, destacando algumas coisas.
- (2). P: Podemos começar? Pronto?
- (3). Alunos: Pronto.
- (4). P: Vamos lá...gente.
- (5). P: O que são mesmo polímeros?
- (6). A: Plásticos.
- (7). P: Macromoléculas, o que você teria como exemplo os plásticos. O que mais?
- (8). A: PVC.
- (9). P: Isso também é um plástico, vamos colocar outra coisa.
- (10). A: Náilon, amido, glicose...
- (11). P: Glicose não é polímero, ela é um monômero.
- (12). A: Proteínas, ácidos nucleicos...
- (13). P: Proteínas, ácidos nucleicos...algo mais?
- (14). A: Polissacarídeos
- (15). P: Exato. Evidentemente o meu foco será nos plásticos, lembrando que são materiais sintéticos e os demais (PROTEÍNA, ÁCIDOS NUCLEÍCOS E POLISSACARÍDEOS) são materiais naturais. A última parte sobre polimerização, discutiremos as proteínas, algo que será trabalhado no final do nosso curso.
- (16). P: As reações de polimerização podem ser divididas em dois tipos, lembram? Sem ler...procurem lembrar.
- (17). A: Adição...
- (18). P: Adição e....condensação. Então, podemos fazer uma polimerização por adição e uma por condensação.
- (19). P: Adição é o que mesmo?
- (20). Alunos: Quebra...
- (21). Aluno: Adição de outro elemento.
- (22). P: Isso, quebra da ligação dupla ou tripla. Cuidado aluno, não é adição de outro elemento. Ao quebrar, as moléculas se unem...juntando pedaços.
- (23). P: Então na adição, como deve ser o monômero? Ele tem que ter o quê?
- (24). Alunos: Insaturação.
- (25). P: Tem que ter insaturação. Agora, uma coisa importante nos polímeros....é que somente algumas classes serão polímeros de adição. Quando você bate o olho em uma molécula é possível saber qual será o tipo de polimerização. Por exemplo, se o polímero for um hidrocarboneto, com certeza a polimerização foi por adição, tá?!
- (26). P: Então, se o polímero for um hidrocarboneto, a sua polimerização foi desse tipo (ADIÇÃO), o que é meio lógico, pois se a polimerização for de condensação, ia sobrar o que no polímero?
- (27). A:ia ter O (oxigênio)
- (28). P: Isso, ia ter oxigênio. Ou então pode ser haleto...o que era haleto mesmo?
- (29). A: Haleto...tinha cloro e....
- (30). A: Halogênio.
- (31). Alunos: bromo, flúor.
- (32). P: Que família era essa?
- (33). Alunos: Halogênios.

- (34). P: Se tiver alguma coisa da família 7A, o polímero também foi de adição. Têm outros casos também, mas essencial em prova vamos trabalhar com esses casos aí. Não são os únicos, mas são os mais importantes.
- (35). P: Na condensação o que vai acontecer?
- (36). A: Éster...
- (37). P: Sim, mas vai acontecer o que com a molécula?
- (38). A: As moléculas fazem uma junção...saindo água.
- (40). P: O que o monômero deve ter para que sofra uma reação desse tipo (CONDENSAÇÃO)?
- (41). A: Tem que ter OH...
- (42). P: Tem que ter OH, exatamente. Mas que função vai ser então ter esse OH?
- (43). Alunos: Álcool...
- (44). P: Álcool ou ácido ou ainda....que função?
- (45). A: Aldeído...
- (46). P: Não.
- (47). A: Cetona...
- (48). P: Não.
- (49). A: Amina...
- (50). P: Amina. Se o monômero tiver parte de álcool e de ácido, o que irá resultar?
- (51). A: Éster.
- (52). P: Vai dar o éster. Só que vocês conhecem outro nome...poliéster.
- (53). Alunos: Poliéster!
- (54). P: Poliéster é nome de plástico?
- (55). A: Ah...
- (56). P: Não, poliéster não é nome de plástico, e sim tipo de plástico, uma classe química, entenderam?
- (57). P: Qual a outra combinação que poderia ser? Ácido mais amina...vai dar?
- (58). A: Amida...
- (59). P: Melhor ainda, poliamida. Um exemplo é o náilon.
- (60). A: E o amido?
- (61). P: Amido...é um polissacarídeo...uma outra classe de polímero.
- (62). P: Vamos olhar a questão três, da página 135, percebam como é fácil imaginar de onde veio o polímero. No item "a", qual o tipo de polimerização.
- (63.) Alunos: Adição.
- (64). P: Adição...qual a classe química dele?
- (65). Alunos: Haleto.
- (66). P: É um haleto...tem cloro. É um polihaleto na verdade. E no item "b"?
- (67). A: Condensação.
- (68). P: Que função é essa? É uma?
- (69). A: Amida
- (70). P: Isso, amida. Uma poliamida.
- (71). P: Por adição...têm dupla. Como é que você montaria esse propeno?
- (72). A: Três carbonos...uma ligação dupla em qualquer lugar.
- (73). P: Tá...
- (74). P: Pessoal, não copiem, vou fazer errado para mostrar o que geralmente aparece em prova. O cara vai fazer a polimerização disso. Geralmente ele copia a estrutura...coloca o "n" do lado, o que mais tem que fazer na polimerização, você lembra?
- (75). P: Pessoal, não copiem, vou fazer errado para mostrar o que geralmente aparece em prova. O cara vai fazer a polimerização disso. Geralmente ele copia a estrutura...coloca o "n" do lado, o que mais tem que fazer na polimerização, você lembra?

- (76). A: Os parênteses.
- (77). P: No final né?! Então, na estrutura, o que deve ser quebrado?
- (78). Alunos: A dupla.
- (79). P: Quebrava a dupla, escreve a estrutura sem a dupla e coloca o colchete. O que tem de errado nisso?
- (80). A: Tem um CH_3 ali.
- (81). P: Impossível isso acontecer, certo?! Como podemos fazer uma ligação com o CH_3 ? Então, tá errado essa polimerização. Qual o problema nessa forma de escrever? A polimerização deve envolver quem?
- (82). A: Os carbonos...
- (83). P: Somente os carbonos que estão relacionados com a....
- (84). A: Dupla.
- (85). P: Com a dupla, é só essa parte que reage. Então, o que eu vou fazer com isso aqui?
- (86). A: Fora do parênteses.
- (87). P: Fora do parênteses. Ou seja, vou colocar fora da "linha", jogando o CH_3 para cima ou para baixo.
- (88). A: Agora é só completar...
- (89). P: Fica assim (ESCREVE A ESTRUTURA MOSTRADA ABAIXO). Como fica o polímero?
- (90). A: Com ramificação.
- (91). P: Isso, fica com uma ramificação, perceberam a diferença?! Em que caso o polímero ficaria assim (COM A CADEIA LINEAR)?
- (92). A: Se as insaturações estivessem nas pontas.
- (93). P: Sim...e que outro tipo de monômero?
- (94). A: Se fosse eteno.
- (95). P: Isso.
- (96). A: Porque aí você não teria CH_3 .
- (97). P: Agora, se eu polimerizar algo assim, como fica?
- (98). A: Ué, ficaria para baixo.
- (99). P: Exatamente. Então o benzeno ficaria como se fosse uma ramificação, um fenil. Então, percebam que o modo como vocês escrevem em química orgânica faz muita diferença. Se o cara for escrever de modo incorreto, você pode se atrapalhar e fazer a polimerização errada.
- (100). A: Se fosse um buteno, como ia ficar?
- (101). A: Se fosse um buteno, como ia ficar?
- (102). P: Interessante a pergunta, vamos ver esse caso. O que acontece se o cara polimerizar isso (2-buteno)?
- (103). A: As duas pontas...
- (104). P: Opa, isso mesmo. Você não vai desenhar linear. Você pode jogar os carbonos da ponta para cima ou para baixo. Como fica o polímero no final da reação?
- (105). A: Com os CH_3 pendurados embaixo.
- (106). P: Exatamente, todo ele ramificado.
- (107). A: Se a ramificação fosse no começo? Tipo...1-buteno...ficaria etil?
- (108). P: Ah sim, ficaria com radical etil. Tudo bem gente, tranquilo?
- (109). A: Legal.
- 110). P: Agora, vamos fazer o difícil, o PET. O item "b" está assim: polimerização entre o 1,2-etanodiol e ácido tereftálico. Bom, nesse caso, que tipo de polimerização vai ser?
- (111). A: Vai ser...condensação.
- (112). Alunos: Eh...
- (113). P: Vamos lá...

- (114). P: E o segundo motivo é que eu tenho um álcool reagindo com ácido. O PET forma, portanto, um poliéster. Então, vamos montar a estrutura. E aí gente, como reage?
- (115). Alunos: Eh...
- (116). P: Não pode esquecer do balanceamento, o que vai na frente?
- (117). A: O "n".
- (118). P: Isso, eu não estou usando uma de cada e sim muitas moléculas.
- (119). A: Vai sair água.
- (120). P: Como vai sair água daqui?
- (121). A: Sai a ligação "OH" e o "H".
- (122). P: Isso, vamos montar a estrutura.
- (123). A: Qual é o valor do balanceamento da água?
- (124). P: Vocês lembram?
- (125). A: 2n?
- (126). P: Isso, 2n.
- (127). P: Podemos seguir?! Questão 2 fala do kevlar, já ouviram falar do kevlar?
- (128). A: Não.
- (129). P: Kevlar é um polímero famoso, utilizado na fabricação do colete a prova de balas. Um polímero usado em colete a prova de balas por apresentar excepcional resistência física e química tem a unidade básica de repetição representada a seguir. Na reação de condensação, entre os precursores, ocorre a formação do polímero e a eliminação de álcool entre os produtos. Escreva a fórmula estrutural dos dois precursores.
- (130). P: E aí gente? Como é que você consegue saber quem era o reagente utilizado para formar isso?
- (131). A: Ah, tem alguma coisa no C=O...
- (132). A: Tem que achar a parte do ácido....e da amina...
- (133). P: Isso, isso mesmo, muito bom.
- (134). P: Tem que fazer que reação aí, no fim das contas?
- (135). A: Uma quebra...
- (136). P: Uma quebra, que seria uma?
- (137). A: Hidrólise.
- (138). P: Hidrólise. Se o cara for imaginar isso daqui hidrolisado ele vai encontrar o material de origem, certo. Onde você vai fazer a quebra disso daí? Aqui nessa ligação (NH-)
- (139). A: Não, mais para lá.
- (140). P: É no N-C=O. Que função é essa mesma?
- (141). Alunos: Amida.
- (142). P: Então na separação, teremos isso daqui (ESCREVE A ESTRUTURA DOS REAGENTES). Vou ter que colocar a água que foi retirada, então aqui, entre o OH e aqui o H.
- (143). P: Reconheceram esse ácido?
- (144). Alunos: Ah...
- (145). P: Vamos fazer a "3a". Que tipo de polimerização é essa aqui mesmo?
- (146). A: De adição. Ele se repete, "n" vezes.
- (147). P: Como é que você consegue descobrir o monômero dele?
- (148). A: É um haleto...
- (149). P: Não foi que eu perguntei. Eu quero descobrir o monômero, a unidade que repete.
- (150). Alunos: Cloro e as ramificações...
- (151). P: Então você pode fazer essa quebra de várias maneiras. Por exemplo, se você fizer a quebra depois do Cl, tudo bem. Onde será a próxima quebra?

- (152). Alunos: Depois do Cl
- (153). P: Exatamente, tem que manter uma certa coerência. As vezes na prova aparece o cara fazendo isso aqui...
- (154). A: Viajou em professor?!
- (155). P: É viajou, cuidado para não cometerem esse erro.
- (156). A: Professor, mas aí nunca se sabe a molécula que você tinha antes.
- (157). P: Lógico que se sabe, vou fazer dos dois jeitos para você ver que vai dar a mesma coisa.
- (158). A: Ah, dá na mesma.
- (159). P: Percebeu?
- (160). A: Sim.
- (161). P: Então vou montar o monômero...o que está faltando?
- (162). A: A dupla.
- (163). P: Isso, por ser polímero de adição tem que ter uma dupla, onde será a sua posição?
- (164). A: Antes do Cl.
- (165). P: Isso. Vamos finalizar com o último aí gente.
- (166). P: Isso. Vamos finalizar com o último aí gente.
- (167). P: Nesse você não vai ter escolha onde quebrar...Você vai ter que manter uma coerência no local da quebra.
- (168). A: Depois do NH.
- (169). A: Seria antes do O.
- (170). P: Aqui não. Se se trata de uma poliamida, então não é em qualquer lugar.
- (171). A: Ah, você tem que restaurar o ácido e a amina.
- (172). P: É...exatamente. E aqui onde vai quebrar?
- (173). A: No mesmo...
- (174). P: Tem que ser no mesmo lugar. Entenderam isso aí?
- (175). Alunos: Sim.
- (176). P: É isso aí.

ANEXO 4 - TRANSCRIÇÃO DAS AULAS SOBRE REAÇÕES ENVOLVENDO POLÍMEROS – COLÉGIO B

- (1). P: Eu costumo fazer um resumo que é legal o pessoal copiar. Gosto de colocar informações novas sobre esse assunto.
- (2). P: Pode começar gente, vamos lá?
- (3). P: O que seria uma polimerização?
- (4). A: Quebrar uma molécula grande.
- (5). P: Não é isso.
- (6). A: Repetir pedaços.
- (7). P: Exatamente, era uma repetição de pedaços, resultando em uma molécula maior. Então, o que seria um polímero?
- (8). A: Uma macromolécula.
- (9). P: É uma macromolécula, onde ocorre a repetição de uma unidade básica, o monômero. Então, o polímero é uma macromolécula (REGISTRA NA LOUSA), lembram-se de algum exemplo?
- (10). A: Glicose?
- (11). P: Glicose é uma molécula pequena.
- (12). A: DNA
- (13). P: DNA, proteína, o que mais?
- (14). P: A glicose forma o quê?
- (15). A: Amido.
- (16). P: Amido...o que mais? Glicose forma várias moléculas. Glicogênio, amido e....celulose. Que era o quê? Que classe era essa?
- (17). A: Polissacarídeo.
- (18). P: Mais adiante vou falar dessas substâncias, nesse momento vou falar mais do quê?
- (19). A: Plásticos.
- (20). P: De plásticos (REGISTRA NA LOUSA), que são polímeros sintéticos, fabricados pelo Homem.
- (21). P: O que a gente conversou na outra semana é que existem dois jeitos de fabricar um polímero, vocês lembram quais eram esses dois modos?
- (22). A: Condensação...
- (23). A: Adição.
- (24). P: Isso, condensação e adição (REGISTRA NA LOUSA).
- (25). P: O que acontece na condensação?
- (26). A: Hum...
- (27). P: Os polímeros se unem....
- (28). A: Liberam água!
- (29). P: Isso, exatamente, liberam água. Saída de água (REGISTRA NA LOUSA).
- (30). A: CO_2
- (31). P: Isso, CO_2 ...podem sair moléculas pequenas. Vou destacar mais os casos que envolvem saída de água.
- (32). P: Para que saia água, como deve ser a molécula original, o monômero?
- (33). A: Tem que ter ácido.
- (34). P: Tem que ter ácido, isso. O que mais?
- (35). Alunos: Alcool

- (36). P: E álcool, exatamente. Na verdade, podem ter dois casos possíveis. O monômero (REGISTRA NA LOUSA) pode ter álcool e ácido. Se tiver essas duas funções, o que vira o polímero?
- (37). A: Um éster.
- (38). P: Um éster. Só que serão vários ésteres...
- (39). A: Poliéster.
- (40). P: Isso, vai dar um poliéster (REGISTRA NA LOUSA). É legal o cara saber que o poliéster não é nome de plásticos, e sim um tipo de plástico, uma classe tá?! O PET, por exemplo, é um exemplo de poliéster.
- (41). P: Qual a outra combinação possível?
- (42). A: Amina.
- (43). P: Isso, amina...
- (44). A: E ácido.
- (45). P: E ácido. Se eu fizer uma combinação de amina com ácido, o que forma?
- (46). A: Poliamida.
- (47). P: Isso...
- (48). A: Aminoácido.
- (49). P: Isso, formaria também, o aminoácido é formado a partir da reação entre amina e um ácido...o que poderia formar? Uma...em Biologia, como chama isso? Um proteína. Você também pode chamar de poliamida, porque a função amida repete ao longo da cadeia.
- (50). P: Como a Biologia chama essa ligação que leva a formação da amida?
- (51). A: Ligação peptídica.
- (52). P: Vocês conhecem exemplos de poliamida...
- (53). A: O náilon.
- (54). P: Isso, o náilon. Então você consegue perceber pela cara da molécula quando vai ser uma condensação. E os casos mais famosos são esses, que formam poliéster e poliamida, tá?!
- (55). P: Quando vai ocorrer esse tipo de reação aqui (APONTA PARA ADIÇÃO)?
- (56). A: Ham....quando tem dupla?
- (57). P: Isso, quando tem dupla. Como é o monômero para que ocorra isso? O que tem que ter na molécula original?
- (58). A: Dupla.
- (59). P: Como chamamos isso? O fato de ter dupla.
- (60). A: Insaturado.
- (61). P: Insaturado (REGISTRA NA LOUSA). E quando forma o polímero, que tipo de função ele vai ter?
- (62). A: Hidrocarboneto.
- (63). P: Isso mesmo, hidrocarboneto. Eu vou destacar outro tipo de função que também pode aparecer, a função haleto. Tudo bem gente? Vou mostrar um exemplo. Se você pegar um polímero assim...mesmo que você não saiba o nome do polímero, só pela estrutura você consegue saber como ele foi formado. Qual tipo de polimerização que ele sofreu?
- (64). Alunos: álcool...água...éster.
- (65). P: Como é que é? Ele não é um álcool.
- (66). Alunos: Condensação.
- (67). P: Exatamente. A água é o produto da...
- (68). A: Hidratação.
- (69). P: Não é essa palavra, é condensação. Que função tem nesse polímero?
- (70). A: Éster.

- (71). P: Isso, esse polímero forma o que a gente chama de poliéster, concordam? Tudo bem gente? Agora na página 133, olhem os itens “a” e “b”. O que seria o item “a”? Um polímero de adição ou de condensação?
- (72). Alunos: Adição.
- (73). P: Qual a função?
- (74). Alunos: Adição.
- (75). P: E o próximo?
- (76). A: É de condensação.
- (77). P: Condensação, qual a função?
- (78). A: Amina.
- (79). P: Ami...da, amida. Vamos fazer a questão 1 para trabalhar com reações químicas que envolvem esse tipo de polimerização. Pode começar gente? Escreva as reações abaixo classificando os polímeros e fornecendo a função do polímero formado. Item “a”, polimerização do propeno.
- (80). P: Como você montaria isso daqui então (ESCREVE O NOME PROPENO E PEDE A FÓRMULA ESTRUTURAL)?
- (81). A: C dupla...C...C
- (82). P: Certo. Que polimerização é essa?
- (83). Alunos: Adição.
- (84). P: Adição, porque tem a dupla. Vocês lembram como faz essa adição?
- (85). A: Você tem que somar com hidrogênio.
- (86). P: Isso aí é quando você adiciona outra molécula, quebrando a dupla. Na polimerização, é ele com ele mesmo. Se você pegar o propeno e reagir com hidrogênio, você tá fazendo uma adição...convencional. Como é feita esse tipo de reação?
- (87). A: Você pega a molécula e junta com outra do mesmo tipo, quebrando a dupla.
- (88). P: E como a gente escrevia isso?
- (89). A: Tem o colchete....
- (90). P: Isso, exatamente. Além do colchete coloca um “n” embaixo. Vou pegar um exemplo. Vamos polimerizar o eteno (ESCREVE ALGUMAS MOLÉCULAS DE ETENO NA LOUSA). Se nesse sistema eu aquecer e utilizar catalisador etc. O que vai acontecer com a ligação dupla?
- (91). A: Vai quebrar.
- (92). P: E se você não colocou nenhum outro material junto, eles começam a se ligar (MOSTRA NA LOUSA). E aí representava assim, fechando com colchete, colocando o traço e o “n”.
- (93). A: “n” é o número de partes que você tem?
- (94). P: É, representa o número de monômeros que você utilizou para obter o polímero. Tranquilo? Vamos para nosso caso. Rompe a ligação dupla e aí liga um com outro, assim...tá correto (ESCREVE NA LOUSA)?
- (95). A: Ah...não...tem algo errado aí. O CH_3 tá errado.
- (96). P: Tem dois erros aí, o CH_3 e o que mais?
- (97). A: O CH.
- (98). P: Isso. Que parte da molécula não se polimerizará? Essa parte aqui, do CH_3 . Quem irá reagir?
- (99). A: A dupla.
- (100). P: Essa parte aqui reage. Aí surge algo importante. Em química orgânica o modo como você escreve a molécula pode te levar a uma confusão enorme. Já perceberam fazendo exercício, certo?!
- (101). P: A dica é a seguinte, o seu foco é na dupla, é ela que reage. O que não faz parte da dupla você vai colocar para cima ou para baixo, tanto faz. Então por exemplo, o CH_3 vou escrever desse jeito. Mudei alguma coisa?

- (102). A: Não.
- (103). P: Então eu estou usando “n” moléculas disso (PROPENO) e o polímero vai ficar assim (REGISTRA NA LOUSA). Entenderam? Como fica esse polímero aqui, ele vai ser uma linha de carbono reto?
- (104). A: Não, o CH_3 vai estar fora.
- (105). P: Isso, terá uma ramificação. Você formou então o polipropeno, um polímero de adição que pertence à função hidrocarboneto.
- (106). P: Vamos para o item “b”, que envolve o PET. Que nem essa daqui...uma garrafinha de água.
- (107). A: O de refrigerante é mais grosso.
- (108). P: É, precisa...tem que resistir a pressão do gás, tem que ser mais resistente. Vamos lá fazer esse aí.
- (109). P: Polimerização entre o 1,2-etanodiol e o ácido tereftálico. Escreva a reação. Como vocês montariam isso aí?
- (110). A: Dois C...álcool.
- (111). P: Onde ficariam os alcoóis?
- (112). A: Um em cada C.
- (113). P: Exatamente (ESCREVE NA LOUSA). Se tivesse um álcool, iria polimerizar?
- (114). A: Não.
- (115). P: Por quê?
- (116). A: Se não ia parar de um lado.
- (117). P: Isso mesmo, então para polimerizar precisa ter um álcool nas duas pontas, para repetir a unidade do monômero. Vou escrever o ácido.
- (118). P: Que tipo de polímero vai ser esse?
- (119). A: Condensação.
- (120). P: O que vai formar?
- (121). A: Éster e água.
- (122). P: Vamos escrever a equação. Como vamos juntar as moléculas?
- (123). A: Tenta tirar essa água...
- (124). P: Exatamente, um H daqui e o OH daqui (MOSTRA NA LOUSA). São os H's da função. Se você retirou aqui desse jeito, tem que seguir a lógica, do outro lado são os mesmo átomos que saem.
- (125). P: O outro lado da molécula vai reagir com o outro lado do reagente? Não, porque se fosse assim iria formar um anel. Isso pode acontecer, mas não leva a formação do polímero.
- (126). P: Então esse álcool reage com outro ácido e o ácido com outro álcool, assim por diante. Vamos escrever como fica.
- (127). P: $\text{H}_2\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O}-\dots$ Aí você coloca o colchete e o traço para fora. O que está faltando?
- (128). A: O “n”.
- (129). P: “n”. O que mais?
- (130). A: As águas e balancear do outro lado.
- (131). P: Isso, exatamente. Como fica o balanceamento da água?
- (132). A: $2n$.
- (133). P: Exatamente.
- (134). P: Em prova o cara costuma fazer isso daqui. Notaram erro?
- (135). A: Os O's.
- (136). P: Isso, colocou um O a mais.
- (137). P: Polímero de condensação, que função é?
- (138). A: Éster.
- (139). P: Isso, tudo bem?!

- (140). P: Vamos fazer o exercício três. Vou fazer o item “a” e vocês fazem o outro item. Que polímero é esse?
- (141). A: Adição.
- (142). P: E a função?
- (143). P + A: Haleto
- (144). P: Como faço para descobrir o monômero que formou isso?
- (145). A: HCl.
- (146). P: O HCl é o monômero?
- (147). A: Quer dizer...
- (148). P: A molécula de origem tem uma dupla. O monômero deve ter cloro. E aí, conseguem? Quem repete na molécula?
- (149). A: $\text{CH}_2\text{-CH}_3\ldots$
- (150). P: Isso, isso mesmo. Vou explicar melhor. Tem uma parte da molécula que repete, qual é essa parte?
- (151). P: Esse trecho aqui repete. Vejam outra possibilidade, perceberam?
- (152). P: Vou utilizar esses três carbonos e o cloro, tudo bem? Que é esse pedaço aqui. O que tinha nessa molécula para virar um polímero?
- (153). A: Uma dupla.
- (154). P: Tem que ter uma dupla. Onde estava essa dupla? Tava aqui?
- (155). A: Não.
- (156). P: Então tem que estar aqui em cima, concorda? Então é essa ligação que rompe para a molécula ligar com outra, com outra e com outra, assim por diante. Então se o cara for desenhar de outro jeito, ele pode colocar assim (DESENHA NA LOUSA).
- (157). P: Qual o nome desse monômero?
- (158). A: 1- Cloro-propeno.
- (159). P: Isso, 1-cloro-1-propeno. Entre 1 e 2 vou pegar o menor número. Vamos fazer o item “b”, que envolve uma condensação.
- (160). P: E aí gente, como vai ser esse caso?
- (161). A: Pega aquele trecho e quebra no NH.
- (162). P: Por que você escolheu esse trecho?
- (163). A: Porque o NH vem de uma amina.
- (164). P: Isso, exatamente. Que reação tá lembrando isso?
- (165). A: Condensação.
- (166). P: Sim, mas é a oposta que você tá fazendo. É uma hidrólise. Isso aqui é uma poliamida, a função amida está aqui (MOSTRA NA LOUSA). Como fica o monômero?
- (167). P + A: $\text{NH}\ldots\text{CH}\ldots\text{CH}_3\ldots\text{C=O}$
- (168). P: Aqui, o que eu vou ter que colocar novamente? NH_2 e OH, por que?
- (169). A: Para dar água.
- (170). P: Isso, porque quando eu juntar saí água, é uma condensação.
- (171). A: Professor o N se liga a três?
- (172). P: O N se liga a três, faz três ligações. Vamos dar o nome do monômero. Quando você tem mais de uma função, a função ácido manda, tem prioridade. Então vai ser ácido....butanóico.
- (173). A: Tem o NH_2 .
- (174). P: Isso mesmo, tem o NH_2 .
- (175). A: Fica amino.
- (176). P: Isso, ácido-3-amino-butanóico.

ANEXO 5 - TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM O PROFESSOR SOBRE A AULA DE NOMENCLATURA DE COMPOSTOS ORGÂNICOS – COLÉGIO A E B

E: Professor, vamos lembrar como foi a sequência na qual você trabalhou a parte sobre nomenclatura de compostos orgânicos.

E: Vou mostrar trechos das aulas nos colégios (A e B) para você recordar alguns aspectos, na sequência vou pedir para você preencher o questionário (CoRe), ok?

P: Sim, vamos lá.

E: Lembra da aula?

P: Muito pouco...rs

E: Aqui, perceba, você segue a mesma ideia nas escolas, coloca as estruturas na lousa...

P: Sim, eles tem essas estruturas no próprio material, eu mesmo coloquei.

P: Se eu tivesse o projetor de slides iria mais rápido...

E: Conseguiu lembrar um pouco?

P: Ah, sim lembrei.

E: Gostaria que você tentasse preencher as questões do CoRe para darmos sequência, tudo bem?

P: Ata...vou já to fazendo aqui...rs

E: Escolhi alguns trechos para discutirmos. Você parte de uma cadeia não ramificada para introduzir o novo tema, vamos assistir...

P: Certo...

E: Vou te mostrar agora o trecho correspondente no colégio B.

P: Ah, legal assim consigo ver o que fiz lá (colégio B).

E: Aqui (colégio B) você chama atenção deles e demora mais para nomear a estrutura 1, você acha que eles ainda não entraram na aula, ou seja, ainda não estão de prontidão no seu trabalho?

P: Isso geralmente acontece aqui (colégio B).

P: Os alunos do colégio B apresentam maior dificuldade, isso faz que eu tenha que fazer muitas retomadas, dando muitas respostas prontas. Os alunos do colégio A estudam mais, tem mais prontidão em aula, fazem mais exercícios, isso acaba fazendo diferença.

E: Isso faz você adotar diferentes estratégias?

P: Sim, eu tenho que adaptar a forma como dou a aula.

E: Aqui (colégio B) você coloca no canto da lousa as principais ideias que eles precisam saber para nomear uma estrutura.

P: É, faço isso sim, mas eles também tem isso na apostila, faço isso para destacar bem as ideias importantes.

E: Aqui você dá um momento para os alunos do colégio A fazerem as estruturas 3 e 4...no colégio B não, você fez junto com eles.

E: Gostaria que você comentasse o motivo dessa diferença...

P: A questão disciplinar... O pessoal do colégio A é mais focado em relação aos alunos do colégio B. Tem sala que sou obrigado a conduzir todo o processo. No A estava mais confiante que os alunos iam fazer, ao passo que no B preciso coordenar as ações, sempre chamando a atenção.

P: Aqui no B mantenho rédia curta, se não vira zona. No A estava mais confiante que eles iam fazer, não ia virar um shopping como aqui (colégio B).

P: Aqui eu tenho sempre que ficar falando, coordenando o trabalho, tem sala que faço tudo na lousa, se não...

E: Ok, vamos assistir mais um trecho que selecionei para você.

E: Aqui (colégio A), perceba, você já tinha colocado uma estrutura e sentiu a necessidade de colocar mais uma, o que faz você fazer isso?

E: Pergunto isso, pois no colégio B você não utilizou isso, você modificou algo na preparação dessa aula?

P: Não...

P: Isso acontece por causa das perguntas...Os alunos do colégio A vão arrancando de mim, quando perguntam, me instigam e aí eu dou mais. Se as perguntas são simples acabo ficando no arroz com feijão.

P: Se não me questionar eu dou minha aula e pronto, não fico extrapolando. São as perguntas que geram isso. Se a sala fica fazendo perguntas muito simples eu fico no feijão com arroz.

E: Tá...E hoje professor, com a sua prática, são quase 21 anos de experiência, né?

P: É, mais ou menos isso.

E: Você tem um bom repertório né? Veja, nesse momento você usou um exemplo adequado para isso, não era algo planejado, como você percebeu que era o caso de colocar tal estrutura?

P: Ah...dando aula você percebe, os alunos sempre cometem os mesmos erros, por isso já tenho os exemplos adequados para evitar isso. Quando um aluno me faz uma pergunta, eu já sei aonde ele quer chegar. Os exemplos são pensados para evitar os erros comuns dos alunos....

P: Veja que esse exemplo daqui eu coloquei a perninha para baixo, para mostrar que isso aqui faz parte da principal, que não é ramificação. Se não eles bitolam que tudo que está para baixo ou para cima é ramificação.

P: Por isso penso nesses exemplos, para evitar um problema futuro.

E: Tá.

P: Então é isso, os exemplos estão na minha cabeça, pois sei das dificuldades deles. Isso só sei dando aula, então já imagino onde ele quer chegar com as perguntas.

E: Tá, tem um lance aqui que quero mostrar...deixa eu achar...

E: Bem, pode ir preenchendo o questionário enquanto chego no tempo aqui.

P: Tudo bem.

E: Ah, é isso que quero comentar com você.

P: Vixi, virou uma zona a aula...rs

E: Interessante isso aqui, a coordenadora foi entregar os boletins e os alunos pediram para você terminar. Queria que você comentasse esse envolvimento.

P: Ah sim...não sei se você lembra, mas deixei eles fazerem alguns.

P: Quando os alunos fazem sozinhos, eles ficam ansiosos para fazer o resto... se sentem curiosos para fazer o resto. As estruturas têm uma progressão no nível de dificuldade, é como um videogame...eles queriam confrontar as respostas deles com as corretas.

P: Então, eu partir de uma coisa que eles sabiam e fui trabalhando com o que eles tinham o modo como nomear uma estrutura ramificada. Então, eles não precisam ficar presos na regra, tem que entender a lógica.

P: Isso só aconteceu porque eles fizeram alguns. Eles queriam saber se a resposta deles estavam certas, queriam confrontar a deles. Se eu fizesse tudo aí não ia acontecer dessa forma.

E: Legal, vamos ver agora alguns trechos no colégio B para ver o que aconteceu lá.

P: Vê eles trucaam muito a aula, tenho que chamar mais atenção. No colégio A eles também falam, mas não atrapalha a aula dessa forma.

P: Volta ali, quero comentar uma coisa...

P: Oh, sempre procuro trazer uma situação que já me deparei em prova, ajuda nas discussões.

P: É legal isso, você começa a citar erros para evitar que o aluno erre, adiantar o erro. A experiência nesse caso faz diferença.

P: Eu acho que demoro mais para tirar a resposta deles, preciso fazer mais retomadas, tenho que usar um saca rolhas...rs

E: E o seu humor, você percebe a diferença?

P: Ah, no colégio B fico mais sério...por causa da disciplina. Se eu me descontraí a coisa desanda. No colégio A fico mais solto, lá me sinto mais a vontade...

P: Olha, fiz tudo com eles...

E: É muda em relação à outra escola, né!

P: É...

E: Bem, acho que deu para revelar bastante né...

P: É...deu sim.

E: Bem, vamos falar um pouco das diferenças que observamos. Essas diferenças que fazem você modificar as aulas.

E: A questão da maneira de você trabalhar, do humor, o que você acha que influencia nessas mudanças?

P: Isso depende da estrutura toda, aqui no colégio B se exige menos, uma andorinha só não faz verão...rs

P: Desde que ele entra, a escola exige menos.

P: A estrutura da escola influencia, não dá para um professor ser rigoroso e os outros não serem... O colégio precisa funcionar como um todo, no colégio B não funciona, se cobra pouca lição. Uma escola funciona com lição de casa, precisa ser dado, isso faz diferença, no B eu dou lição de classe.

P: Existe um discurso velado para não dar muita lição, apenas eu, matemática e física que ainda dão alguma coisa.

P: Não to querendo criticar a escola, mas aqui é mais fraco.

E: Tá...E em relação aos alunos, por exemplo, lá no colégio A você tinha comentado que alguns alunos são filhos de professores, isso influencia?

P: Ah, interfere. A família procura a escola que casa com a família. Lá no colégio A os pais querem qualidade e sabem que lá é puxado, então a coisa funciona desde casa.

E: Sei...e aqui (colégio B)?

P: O pai sabe que a escola não é puxada, ele sabe que é um colégio caro, bonito, localizado no Morumbi, tem mais uma questão de status aí...do que a procura por uma escola boa.

P: Eles não estão muito preocupados se esse aluno vai entrar numa universidade boa, uma pública...

P: O objetivo deles é outro, se começar a da muita lição os pais vem reclamar comigo.

E: Você tem que facilitar?

P: Olha, os alunos procuram facilidade, se puxar muito eles não fazem e aí? Vou brigar? Não adianta ir na coordenação, não tem respaldo da escola.

P: Então, você se adapta, é um jogo, tem que dançar conforme a música.

P: Aqui é meu emprego, acho que tem escolas piores, mas o colégio A é mais forte, veja a posição deles no Enem, é bem diferente...

P: Claro, não vou me pautar só por esses resultados, mas isso indica algumas coisas da escola.

E: Bem, você quer comentar alguma coisa sobre a aula, as dificuldades deles?

P: Ah, creio que a maior dificuldade deles é em reconhecer a cadeia principal, até coloquei aqui no questionário...numerar a cadeia também é algo que eles tem dificuldade.

E: E essa ideia de montar as estruturas para ensinar?

P: Ah, isso vem desde que fui aluno, sempre achei mais fácil aprender a partir de problema, segui essa ideia...

P: Veja que depois faço o fechamento, dou as regras, sistematizo...mas fiz o inverso, mostrei o exemplo e fui mostrando o caminho, ensinei a consultar a tabela, tem que entender a lógica por trás da coisa.

P: não precisa decorar, tem que saber consultar, usar a lógica para montar a estrutura...

E: Ok, bem fechamos, se quiser rever o questionário fique a vontade.

ANEXO 6 - TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM O PROFESSOR SOBRE A AULA DE REAÇÕES ENVOLVENDO POLÍMEROS – COLÉGIO A E B

E: Professor, vamos lembrar como foi a sequência na qual você trabalhou as reações de polimerização.

P: Tudo bem.

E: Vou mostrar trechos da aula para lembrá-lo como foi, assim você pode ir preenchendo o questionário (CoRe), ok?

P: Pode ser.

P: Ah, já tinha trabalhado esse assunto, to fazendo um fechamento com eles, deixa eu assistir...

A: Tudo bem.

P: A tua filmagem não é chata...

E: Ah?

P: Ah, você acompanha, volta, da zoom, tem gente que deixa a câmera parada.

P: Acho legal que eles nunca associam a palavra poliéster com o material, engraçado isso?!

P: Quando eu faço a associação aí eles falam: "Nossa, verdade, poliéster!"

E: E eles já devem ter ouvido outras vezes.

P: É, mas quando eu falo sobre éster, ele nunca associa a palavra éster a poliéster.

E: Bem, após essa lembrança de como foi a aula, você gostaria de preencher alguma coisa do questionário ou comentar algo que viu no decorrer da filmagem?

P: Ah, tem umas coisas aqui que quero responder.

E: Ok, fique a vontade.

E: Bem, agora quero te mostrar alguns trechos em que você faz exercícios.

P: Nossa, como eles tem dificuldade de montar uma estrutura simples como o propeno.

P: Até eles lembrarem que tem três carbonos...demora muito.

A: Você acha que eles não dominam bem essa parte que envolve nomenclatura?

P: Aqui (colégio B), eles não fixam o conteúdo, estudam pouco, para lembrar estruturas simples fica difícil.

E: E no colégio A como é?

P: Aqui (colégio B), eles demoram mais para responder, para fazer relação, demora para lembrar que eu já tinha falado o nome, o pessoal é mais travado. No colégio A a aula flui melhor.

P: Você acha que o pessoal do colégio A vai mais rápido?

E: Bem...vou te mostrar esse mesmo trecho aí você me diz o que acha...rs

E: Você acha que os problemas que você percebe no colégio B tem relação com o gostar da disciplina? Quero dizer...o fato de eles não gostarem influencia?

P: Acho que como a pessoa domina pouco, não lembra direito, tem muita lacuna, a coisa na cabeça dele não faz muito sentido...Porque a química tem um problema, como qualquer outra matéria, tem que integrar muita coisa, para o cara dominar essa parte de polimerização, tem que dominar muita coisa, função, nomenclatura, reações... E como não estuda, ficam lacunas na cabeça do moleque.

P: Uma coisa tá ligado a outra, é consequência.

E: Bem, vamos assistir a mais um trecho da aula nas escolas.

P: Olha lá, o cara tá dificuldade numa coisa muito básica, escrever a estrutura do propeno (colégio B). Ele tem que lembrar a estrutura do propeno, lembrar que a dupla tem relação com a adição...você não faz uma condensação com algo que tenha a dupla, entendeu?

P: Como eles estudam pouco (colégio B), só estudam para prova e olha lá, demora para resgatar as informações.

P: Você vê, diferente do colégio A, aqui eu tenho que ativar as coisas na cabeça do menino.

E: No colégio A você...

P: É, a aula flui melhor, eles gostam mais...

P: A impressão que eu tenho aqui (colégio B) é que o pessoal daqui é frio, não se envolvem com a matéria. Isso acontece porque também eles não conseguem se envolver com o estudo em si. Não é uma questão do aluno com a química, é uma questão do aluno com o conhecimento em geral.

P: Isso se deve a sua relação com o conhecimento, não estão acostumados a colocar a mão na massa.

E: Você tenta outras estratégias?

P: Eu tento viu...mas aqui eu faço o melhor que eu posso...chega um ponto que não dá mais, tem um limite dá próxima classe. Eu tenho um limite de atuação né.

P: É difícil você trabalhar em um bom nível como no colégio A, aqui no colégio B eu esperaria que esses alunos do 3º ano tivessem uma sacasse mais rápido, participasse mais.

P: Veja que nesse trecho tive que resgatar a polimerização do eteno para eles lembrarem como ocorre um a polimerização. Isso eu não foi preciso no colégio A.

E: Vou te mostrar outros trecho em ambas as escolas, sempre que quiser vá comentando.

E: Ah, uma coisa aqui que gostaria que você comentasse. Você traz sempre na aula situações que você já se deparou, por exemplo, em provas. É intencional ou acontece ao acaso?

P: Não, sempre procuro fazer isso. Aqui (colégio B) teve uma discussão na semana passada sobre esse lance de adiantar erro, foi uma palestra. Disse que não era bom fazer isso, o aluno tinha que descobrir o erro. Não sei se concordo muito com isso, até é interessante, só que o processo demora muito, não tenho um espaço para isso.

E: Precisaria de mais espaço e mais tempo para reflexão?

P: É, precisa, sabe aquele lance meio GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Ensino de Química), você traz texto, o cara lê, vai construindo...aqui não temos abertura para isso.

P: Até em alguns momentos do curso faço isso, mas com coisas mais fáceis, não dá para fazer com o curso tudo. Se o colégio não focasse o vestibular, o conteúdo, aí é viável...só que não conseguiria dar tudo, visando uma FUVEST, por exemplo.

E: Onde você consegue realizar algo mais diferente do tradicional?

P: No colégio A, tenho mais abertura.

E: Perceba que aqui no colégio A você resolveu os exercícios na sequência, faz o 1, 2 e 3 bonitinho. No Colégio B, veja o que aconteceu, você pulou, por quê?

P: Ah, tá! Modifiquei a ordem para manter os alunos comigo, sem se dispersar, algo que geralmente ocorre quando eles lidam com exercícios mais complexos.

P: Perceba que para ele entender a 2 em relação ao 3 precisa lembrar coisas anteriores, de função e nomenclatura. No colégio A não faz diferença, pois eles dominam melhor o assunto.

E: Aqui, nesse trecho (colégio A), você ao comentar sobre o exercício a aluna sentada na frente já responde a toda questão, impressionante a precisão dela, mostrou ter domínio do assunto, queria que você comentasse...

P: Essa aluna é muito boa, ela tá fazendo Unicamp. Dominava muito a parte de exatas, entrou sem cursinho.

P: Na sala dos professores a gente brinca, dizemos que os alunos do colégio A acreditam em educação...rs

E: E aqui no colégio B é diferente?

P: Sim, bem diferente. No A os próprios pais e a escola tem um papel importante nisso.

E: Os alunos (colégio A) são bem falantes hein...

P: É, eles se ajudam, veja...

E: Bem, vamos acompanhar mais da aula...

P: Perceba que essa parte aqui, que é para montar o quadro resumo é bem mais rápido aqui (colégio A) do que no colégio B.

P: Aqui faço oralmente (colégio A), não preciso ficar escrevendo a estrutura como no colégio B, porque é muito óbvio. Eles resolvem oral, não precisa ficar desenhando a molécula, colocar mais exemplos, como no B.

E: Quero que você fale sobre o material, os exercícios...

P: Ah, os exercícios daqui são mais complicados (colégio A), tive que adaptar o material. Acho que não te contei isso né, no B não coloco os piores exercícios, ficam frustrados, aí eu limpei...

E: Em relação aos pais como é professor? Os pais participam do processo, como você percebe isto nas escolas?

P: Os pais de ambas as escolas me procuram. Eles não são largados...

P: No colégio B o pai que saber se o filho vai passar ou não, não tem aquilo: 'vim saber do seu curso'. No colégio B você conhece gente da própria área, tem mais troca, os pais do B valorizam o estudo.

P: É legal, as vezes se fala uma coisa na sala e moleque lembra que o pai mexe com aquilo...por exemplo, polímeros, entende?!

E: sim.

P: Esse ano uma aluna veio falar comigo que o pai trabalhava com plásticos. Até o pai veio depois, isso é bom.

E: Vamos ver mais um trecho, tempos tempo.

P: Viu, ele disse coloca fora (polimerização do propeno), no colégio B eles nem cogitam isso.

E: Você aproveita para ampliar, né?

P: É, coloca exemplos mais difíceis para eles (colégio A).

E: Você se mostra mais solta, parece mais bem humorado...

P: Como a aula fui melhor, não preciso me preocupar com disciplina, por isso me solto mais, até conversam, mas a aula flui, eles estão fazendo...

E: Aí nessa aula, você fez a diferenciação entre reação de adição e de condensação, mostrou as diferenças entre polímeros naturais e sintéticos. Resgatou ideias sobre nomenclatura e funções orgânicas.

P: Aqui no colégio A é legal, eles relacionam com coisas que to falando. No B eles trazem coisas sem relação, futebol, Big Brother...

E: Como você percebe a sua aula?

P: Ah, o contexto modula a forma como dou a aula...

P: Aqui no B eu não peço para eles resolverem, pois eles não fazem. Tenho receio da indisciplina, no colégio A eu solto, pois a maioria faz.

E: E as provas professor, são as mesmas?

P: Não dá para ser igual...

P: As provas no colégio B tem que ser mais simples, eu adapto as provas. Tem questões iguais, mas no geral a prova é mais simples.

P: O que muda é o tempo. Aqui no B eles tem a semana de provas, então tem mais questão, mas a prova é mais fácil.

E: Bem, é isso, você gostaria de finalizar algo do questionário, ver algum trecho para discutir?

P: Tá bom isso, lembrei bastante coisa.

Anexo 7 – Modelo de autorização para a coleta de dados

AUTORIZAÇÃO

Prezado (a) diretor(a):

O grupo PEQuim (Pesquisa em Ensino de Química) do Instituto de Química da Universidade de São Paulo é um grupo de pesquisa que atua no Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da USP.

Nosso foco de pesquisa é o professor de Química, mais especificamente sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo de professores de Química e, para tanto, necessitamos filmar algumas aulas do professor de Química de sua escola.

Durante a coleta de dados alguns alunos poderão ser filmados e, sendo assim, necessitamos de sua autorização. Gostaríamos de salientar que essas imagens serão utilizadas apenas para fins de pesquisa acadêmica e farão parte dos dados para dissertações de mestrado e teses de doutorado do nosso grupo de pesquisa. Segue, em anexo, modelo para autorização dos responsáveis.

Eu, _____ diretor(a) da
Escola _____ autorizo a gravação da aula
do(a) professor(a) _____.

Assinatura do professor(a)

Assinatura do diretor(a)

Anexo 8 – Termo de responsabilidade do uso das imagens

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, Aroldo Nascimento Silva, Registro de Identidade nº _____ e CPF nº _____, aluno regularmente matriculado no programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, assume toda responsabilidade relativa a qualquer uso indevido do material autorizado que possa infringir o direito de terceiros, como, por exemplo, a veiculação das imagens em projetos ou em qualquer meio de divulgação (blogs, sites, Orkut, Facebook, etc.).

São Paulo, ____ de _____ de 2010

Aroldo Nascimento Silva