

Abordando o Conceito de Isomeria por Meio de Situações-Problema no Ensino Superior de Química

José Euzébio Simões Neto (PG)^{1*}; Angela Fernandes Campos (PQ)^{1,2}; Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior (PQ)². joseeuzebio@hotmail.com.

1. Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGEC/UFRPE – Recife – PE.
2. Departamento de Química – Universidade Federal Rural de Pernambuco – DQ/UFRPE – Recife – PE.

Palavras-Chave: Ensino Superior, Isomeria, Resolução de Problemas.

RESUMO: Este estudo procurou investigar como a estratégia resolução de situações-problema pode auxiliar no aprendizado do conceito de isomeria no ensino superior. Para isso, a partir das propostas de Merieu (1998), foram elaboradas duas situações-problema, que tiveram temáticas ligadas ao conceito de isomeria – uma abordou os aspectos históricos da descoberta do fenômeno e a outra uma aplicação medicinal de compostos isoméricos. Durante a intervenção, um texto e modelos moleculares foram utilizados como materiais didáticos visando auxiliar a resolução das situações-problema. A obtenção dos dados foi feita usando, principalmente, questionário e entrevista semi-estruturada. A resolução das situações-problema, mediante as condições sugeridas pelo método do trabalho aos estudantes participantes da pesquisa contribuiu de forma significativa para o entendimento do conceito de isomeria e suas particularidades, tais como o contexto histórico (abordado na primeira situação-problema) e as aplicações destes compostos (segunda situação-problema), como mostram os dados depois de analisados adequadamente.

INTRODUÇÃO

Segundo as Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006, p. 109), para o ensino médio, deve ser possibilitado ao estudante “a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em suas estreitas relações com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas”, ou seja, não somente os conceitos, mas também todo o universo que o rodeia deve ser apresentado e incorporado à estrutura de pensamento do estudante. A possibilidade dessa abordagem não ser realizada pode estar ligada à formação inicial dos professores, que ainda é bastante tradicional, como afirmam Mortimer, Machado e Romanelli (2000):

“Nosso ensino de química tradicional é fruto, na maioria das vezes, de um processo histórico de repetição de formulas que são bem sucedidas do ponto de vista didático – fazer com o aluno aprenda alguns conceitos relacionados à química, transformando a disciplina num manejo de pequenos rituais”. (MORTIMER et al., 2000).

Grande parte dos cursos de licenciatura no Brasil são baseados nessa visão tradicional, que somada a sua formação fundamental e média, também com grandes chances de ter ocorrido desta maneira, pode ser um obstáculo na sua atividade

docente. E é nessa visão que vários permanecem durante toda a sua vida como profissional da educação, sendo, por várias vezes, apenas uma cópia ou reflexo de algum profissional que marcou sua formação.

Parece que a mudança na maneira de encarar a atividade docente deve partir do momento inicial da formação do professor, ainda no curso superior de licenciatura. Desta forma, além de uma mudança de atitude e de melhor preparação dos docentes, esses cursos devem apresentar diversas estratégias didáticas, que aplicadas possam criar um direcionamento positivo à formação do cidadão, de maneira mais ampla, no ensino médio. E entre essas estratégias, está a utilização de situações-problema, que pode ser definida como:

“É uma situação-didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação problema, se dá ao vencer obstáculos na realização da tarefa.” (MERIEU, 1998, p. 192).

O trabalho com situação-problema parece oportuno, pois, se utilizada de maneira adequada, esta tem o poder de gerar no aluno motivação para aprender, além de garantir a aprendizagem, uma vez que, só assim, o obstáculo pode ser vencido e o problema resolvido.

Pensando na necessidade de contribuir para minimizar os problemas relatados nas pesquisas sobre a formação inicial dos estudantes de licenciatura em química, escolhemos o conceito de isomeria – devido a importância e dificuldade na aprendizagem – para ser trabalhado dentro da perspectiva de ensino por situação-problema.

Sendo assim, foi objetivo desta pesquisa investigar as concepções dos estudantes da licenciatura em química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) acerca do conceito de isomeria, bem como analisar como instrumentos auxiliares (material didático, modelos moleculares) contribuíram na utilização das situações-problema propostas e nas respostas obtidas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

a) Isomeria

Compostos diferentes podem apresentar a mesma fórmula molecular, porém diferem na forma em que os átomos estão conectados. A este fenômeno damos o nome de isomeria, sendo os compostos isômeros entre si.

A isomeria surgiu a partir de uma coincidência observada na avaliação de dois trabalhos científicos diferentes enviados a J. J. Berzelius (1779 – 1848), em 1830. Os dois sobre a descoberta de um novo composto, ambos de fórmula AgCNO , mas de propriedades diferentes (SOLOMONS, 2000). Após investigações detalhadas, Berzelius confirmou a veracidade das duas comunicações, e, pela primeira vez,

observou a possibilidade de existir diversos compostos, de propriedades físicas e químicas diferentes, com a mesma fórmula molecular.

Existem dois grandes grupos de isômeros, de acordo com a necessidade de uma visão espacial ou não para observar o fenômeno: **Isomeria Constitucional** – “onde os compostos tem a mesma fórmula molecular, mas, por suas fórmulas estruturais, fica evidente que as seqüências em que os átomos estão ligados entre si são diferentes” (BARBOSA, 2004) – e **Estereoisomeria**, que se divide em isomeria geométrica – propriedades diferentes de acordo com a disposição espacial dos átomos – e isomeria óptica – relacionada com o desvio do plano da luz polarizada.

A isomeria existe tanto em compostos orgânicos como em compostos inorgânicos.

b) Situações-Problema

Segundo Piaget (apud LOURENÇO E PALMA, 2005), quando o sujeito se depara com uma nova situação, tentará usar seus esquemas para entendê-la e atingir um novo equilíbrio. No entanto, se seus esquemas não são suficientes, o sujeito pode entrar em um conflito cognitivo – situação onde o que ele possui em seus esquemas não é suficiente, fazendo com que ocorra um desequilíbrio. Após a superação deste desequilíbrio, um novo equilíbrio é estabelecido, ocorrendo à transição entre duas etapas do conhecimento.

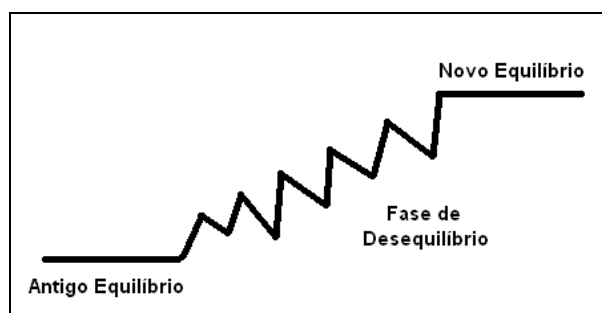


Figura 1: As etapas de desequilíbrio e equilíbrio.

O antigo equilíbrio é quebrado com a introdução do obstáculo, e mediante a superação deste, é atingido um novo equilíbrio, garantindo a aprendizagem. E é na superação de um obstáculo que se baseia o trabalho com **situações-problema**.

Na literatura, encontramos várias definições para situação-problema. Em Meirieu (1998), a situação-problema aparece definida de maneira mais prática, sendo uma situação didática específica onde existe um obstáculo para ser superado e nesse processo ocorre a aprendizagem:

“Situação-problema é uma situação-didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação problema, se dá ao vencer obstáculos na realização da tarefa. Assim, a produção impõe a aquisição, uma e outra devendo ser o objetivo de avaliações distintas. Como toda situação didática, a situação-problema deve ser constituída apoiando-se

em uma tripla avaliação diagnóstica (motivação, competências e capacidades)".(MEIRIEU, 1998, p. 192).

Devido as suas características, a construção de situações-problema não é fácil. Ela exige grande habilidade e competência por parte dos professores-elaboradores. Meirieu (op. Cit.) fornece um direcionamento para a produção de uma situação-problema:

1. Qual o meu objetivo? O que quero fazer com que o aluno adquira e que para ele representa um patamar de progresso importante? 2. Que tarefa posso propor que requeira, para ser realizada o acesso a este objetivo (comunicação, reconstituição, enigma, ajuste, resolução etc.)? 3. Que dispositivo devo instalar para que a atividade mental permita, na realização de tarefa, o acesso ao objetivo? Que materiais, documentos, instrumentos devo reunir? Que instruções-alvo devo dar para que os alunos tratem os materiais para cumprir a tarefa? Que exigências devem ser introduzidas para impedir que os sujeitos evitem a aprendizagem? 4. Que atividades posso propor que permitam negociar o dispositivo segundo diversas estratégias? Como variar os instrumentos, procedimentos, níveis de orientação, modalidades de reagrupamento? (MEIRIEU, 1998, p. 181).

Neste trabalho de pesquisa, a criação, aplicação e avaliação das situações-problema seguirão as idéias de Meirieu.

METODOLOGIA

A intervenção, de natureza qualitativa, ocorreu em duas etapas, com estudantes da Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na disciplina química Inorgânica. Os dados obtidos nas duas etapas da intervenção (curso vespertino, primeiro semestre de 2008 e curso noturno, segundo semestre de 2008) foram discutidos separadamente. Desta forma, chamaremos de **turma A** (vinte e cinco estudantes) o grupo estudado na primeira etapa da intervenção e de **turma B** (quarenta e um estudantes) o grupo estudado durante a segunda etapa da intervenção.

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram: questionário, entrevistas e observação no momento da intervenção. O questionário tinha como objetivo observar as concepções dos estudantes acerca do conceito de isomeria, e apresentava as seguintes questões:

1. O que você entende por isomeria? Comente.
2. A isomeria é um fenômeno exclusivo de compostos orgânicos? Justifique.
3. Você conhece algum caso de isomeria aplicada a compostos inorgânicos? Se sim, fale um pouco sobre ele.
4. O surgimento da isomeria data do século XIX, onde a química experimental teve bastante importância. Como você acha que a descoberta desse fenômeno modificou a forma de pensar dos químicos?

5. Alguns compostos inorgânicos podem ser usados como medicamentos, no tratamento de doenças, tais como o câncer. O conhecimento químico sobre isomeria é importante para esse tipo de desenvolvimento? Comente.

Já a entrevista, feita individualmente, gravada e com alguns trechos transcritos apresentava as seguintes etapas diretivas:

Etapla 1: Mostrar a ficha com suas respostas aos problemas, dando um tempo para ele ler as questões e suas respostas.

Etapla 2: Sondagem, dando nota de 0 até 10 em relação ao nível de dificuldade do conteúdo isomeria. Solicitou-se por parte do entrevistado uma justificativa.

Pergunta 1: Sobre isomeria em compostos orgânicos, o que foi apresentado de novo? E com relação aos compostos inorgânicos?

Etapla 3: Trazer a questão espacial da isomeria, bem como o entendimento do fenômeno por parte desse aluno e dos colegas.

Pergunta 2: De que maneira os materiais utilizados (texto e modelos moleculares) o ajudaram no entendimento de isomeria dos compostos de coordenação?

Etapla 4: Retomar as situações-problema utilizadas

Pergunta 3: De que forma a resolução dos problemas contribuiu para a compreensão da isomeria dos compostos de coordenação?

Pergunta 4: Baseado na sua resposta na situação-problema 02 é possível para você propor uma forma de explicar porque só um dos isômeros se mostrou eficiente?

Pergunta 5: O trabalho de resolução de problemas que usamos foi em grupo. Você acha uma boa metodologia ou seria melhor o trabalho individual? Por quê?

Para auxiliar no momento da intervenção, foram pensadas ferramentas auxiliares, tais como um texto didático (elaborado pelos pesquisadores) e a utilização de modelos moleculares comerciais, para ajudar na visualização das estruturas.

As situações-problema foram elaboradas, com o foco no conceito de isomeria, e seguindo as orientações de Meirieu (1998), citadas na fundamentação teórica. A primeira situação-problema tem como temática a história do conceito de isomeria, enquanto que a segunda versa sobre aplicações medicinais de isômeros na química inorgânica:

Situação-problema: *As origens do estudo químico da isomeria remetem ao século XVIII, quando dois grandes cientistas da época, os alemães Liebig e Wöhler enviam, independentemente, artigos relatando a descoberta de determinado composto de prata (AgCNO) para publicação. Porém, o editor nota que apesar da mesma fórmula proposta nos dois artigos, as propriedades citadas eram bem diferentes. Pensando na estrutura dos compostos, qual explicação você daria?*

Situação-problema II: *Para o tratamento anti-tumoral em pacientes em estado inicial, o diretor-médico de um importante hospital da Região Metropolitana do Recife faz um pedido de determinada substância a um laboratório químico da região, expressando no fax enviado apenas a fórmula "molecular" do composto: $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$. O envio do*

produto químico foi feito, mas apenas algumas amostras se mostraram eficientes no tratamento da doença. O que pode ter ocorrido?

A aplicação da intervenção foi organizada em dois momentos iniciais, em dias seqüenciados, sendo o primeiro momento menor (duas horas de encontro, onde se fez o debate guiado pelos materiais didáticos) e o segundo momento maior (em média, três horas e meia, onde ocorreu a resolução das situações-problema), e um terceiro momento posterior, onde foi realizada a entrevista semi-estruturada com os estudantes selecionados.

Por fim, a análise dos dados se concentrou nas informações obtidas nos momentos da intervenção: **resolução do questionário de levantamento de concepções prévias, resolução das situações-problema e entrevista semi-estruturada.**

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Questionário de Levantamento de Concepções Prévias:

De forma geral, os estudantes se mostraram bons conhecedores do conceito de isomeria, fornecendo respostas coerentes com o conceito retirado da literatura, para a primeira questão. Algumas respostas chamaram a atenção e merecem ser comentadas:

*“São compostos **orgânicos** bem parecidos, que se diferenciam por **posição de algumas moléculas**”.* (grifos nossos). – Turma A.

“Compostos químicos que apresentam a mesma massa molar”. – Turma B.

Na primeira resposta, encontramos um reducionismo da existência de isômeros apenas para compostos orgânicos. No segundo, a definição baseada em massa molecular/molar não é desejável.

Com relação à segunda questão, a maior parte dos estudantes (cerca de 70% do total) afirmam que a isomeria também se aplica a compostos inorgânicos, no entanto, este resultado cai para (17%) quando passamos a terceira questão, onde se pede exemplos de isomeria em compostos inorgânicos. Poucos foram os que conseguiram dar exemplos coerentes, e foi quase unânime a citação de compostos de coordenação para exemplificar. Uma resposta chamou a atenção:

“O caso do NH_3 , que apresenta isomeria do tipo C_3 ”.- Turma B

O interessante desta resposta é a confusão feita entre isomeria e simetria, algo interessante e intrigante.

Com relação à quarta questão, que remete a temática da história da isomeria, tivemos apenas uma resposta interessante na turma A e três respostas satisfatórias na turma B, o que mostra o pouco interesse (ou pouco acesso) em uma abordagem envolvendo a evolução histórica do conceito, que no caso específico do conceito de isomeria, se mostra muito importante, também por salientar a origem inorgânica do conceito, tão atrelado à química orgânica.

Na análise das respostas a quinta questão, mas uma vez, poucas respostas interessantes, em ambas as turmas. A turma B teve mais de 60% de estudantes que não responderam essa pergunta. Algumas respostas merecem atenção especial, como a seguir, entendida como satisfatória:

“Sim. Porque pode-se analisar a isomeria de vários compostos e em um desses pode está a descoberta da cura de doenças como o câncer, que contém células mutantes, a partir da análise destas células pode-se descobrir um isômero com propriedades adequadas à cura da doença (...)”. – Turma A.

Já outra resposta mostra a dificuldade em relacionar teoria e aspectos cotidianos e de aplicação:

“A isomeria dos compostos inorgânicos vai combinar com a isomeria dos compostos orgânicos e facilitar o tratamento do câncer”. – Turma B.

b) Resolução das Situações-Problema:

As duas situações-problema elaboradas (presentes na metodologia deste trabalho) foram entregues simultaneamente para os grupos, e estes respondiam as duas sem distinção de momentos.

Analisaremos os dados das duas turmas em separado, observando se conseguiram superar os obstáculos, e de que maneira lidaram com as situações-problema.

TURMA A

Em síntese, todos os grupos nesta primeira etapa da intervenção forneceram respostas válidas e coerentes acerca das situações-problema. Esses resultados ajudam a fortalecer a metodologia deste trabalho.

Todos os grupos da turma A conseguiram realizar as operações mentais necessárias para garantir o sucesso na superação do obstáculo. O bom relacionamento dos grupos e as respostas coerentes entre os integrantes dos grupos mostram que as operações mentais principais tratadas por Meirieu surgiram durante o processo de resolução das tarefas.

O destaque da turma coube ao grupo 02, que foi o único a tentar encontrar uma explicação baseada na disposição espacial e/ou plana dos átomos.

Situação-Problema I: “A única explicação viável é o fenômeno da isomeria, descoberto um pouco mais tarde. As substâncias descobertas são iguais nas fórmulas químicas, contudo esses compostos iônicos se arranjam de formas diferentes”.



Figura 02: estruturas para o AgCNO sugeridas pelos estudantes do grupo 02.

Situação-Problema II: “O médico designou no fax a substância como sendo [Pt(NH₃)₂Cl₂], dicloreto de aminoplatina, porém, composto apresenta um isômero (...). Então, partindo do pressuposto que o médico pediu apenas amostra do cis-dicloroaminoplatina, logo, as amostras do trans-dicloroaminoplatina não são eficientes no tratamento de doença”.

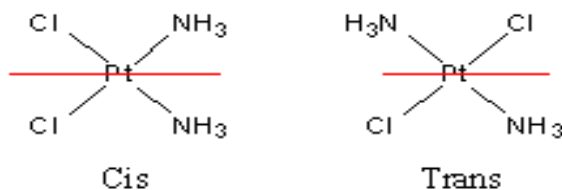


Figura 03: Estruturas para o Pt(NH₃)₂Cl₂ sugeridas pelos estudantes do grupo 02.

TURMA B

A turma B apresentou um caráter mais heterogêneo, com alguns grupos não conseguindo transpor o obstáculo de maneira satisfatória. Conforme mencionou Meirieu (1998), é natural a tentativa de resolver o problema sem transpor o obstáculo de maneira adequada, evitando a aprendizagem. Alguns grupos, como o grupo 05 e o grupo 06 não conseguiram bons resultados na resolução das tarefas, embora tenham desenvolvido bem operações mentais como, por exemplo, a dedução e dialética, vista pelo bom trabalho em grupo e coerência nas respostas entre os elementos do grupo.

O destaque da turma B foi do grupo 07, que deu respostas bem estruturadas e soube transpor bem o obstáculo apresentado:

Situação-Problema I: *“Os compostos obtidos por Liebig e Wöhler são isômeros constitucionais, ou seja, apresentam mesma fórmula molecular, mas por seus átomos estarem ligados entre si de modo diferente, eles tem propriedades químicas e físicas diferentes”.*

Situação-Problema II: *“O Composto deve apresentar isomeria cis-trans. Sendo um deles eficiente no tratamento da doença. Um caso semelhante podemos observar com a talidomida usada por mulheres grávidas para combater o enjôo, mas que uma das suas formas provoca deformação no feto. Hoje a talidomida está proibida”.*

c) Entrevista Semi-estruturada:

Foram escolhidos, de acordo com a disponibilidade e interesse em participar da pesquisa, seis dos estudantes que participaram da intervenção, sendo três da turma A e três da turma B, para a etapa final da obtenção dos dados, a entrevista semi-estruturada. Os estudantes são aqui chamados de **Blondie, Blue, Brown** (turma A), **Orange, White e Pink** (turma B).

Os dados obtidos nessa etapa visavam reconhecer o nível de dificuldade dos estudantes selecionados no entendimento do conceito de isomeria, levantar a opinião dos mesmos sobre a metodologia de trabalho em grupo e entender de que maneira os materiais didáticos (texto criado e modelos moleculares) ajudaram no entendimento do conceito. No entanto, o principal objetivo dessa entrevista é garantir, embora que para apenas uma pequena amostra dos estudantes envolvidos, um momento de retorno à situação-problema.

Quando em contato com as suas respostas (primeira etapa da entrevista), todos passaram bastante tempo observando suas respostas. Alguns fizeram comentários, como: “Eu escrevi isso? Nossa!” e “Eita, nem lembrava disso”.

Na segunda etapa, os seis entrevistados classificaram isomeria como um conteúdo fácil, que só se torna complicado, certas vezes, quando envolvem os compostos de coordenação. O valor numérico dado ao grau de dificuldade oscilou entre um e cinco, sendo um valor sete, dado por **Orange** uma exceção.

Cinco dos entrevistados argumentam que as novidades apresentadas no momento de discussão do material didático foram restritas a química inorgânica. Tudo relacionado aos compostos orgânicos (com exceção de Blue, que afirma que não conhecia o histórico da isomeria em compostos orgânicos) já era conhecido pelos entrevistados.

Com relação às impressões causadas nos entrevistados sobre a importância do uso das ferramentas durante a intervenção, todas as respostas reforçam a importância desses materiais no processo de resolução das situações-problema. Os entrevistados destacaram no material didático textual a linguagem acessível, o bom nível da abordagem e a organização. Muitos afirmam terem estudado para as provas pelo

material. Em relação aos modelos, todos afirmaram sentir dificuldades em visualizações de moléculas em três dimensões, evidenciando a importância da utilização dos modelos.

Ao serem perguntados como a resolução dos problemas pode ter contribuído na compreensão da isomeria em compostos de coordenação, todos forneceram respostas positivas, aprovando a estratégia. White e Orange afirmam que qualquer matéria fica mais fácil quando se usa uma situação-problema.

Com relação à explicação sobre a seletividade isomérica no tratamento do câncer, na segunda situação-problema, alguns dos entrevistados afirmam não estar em condições de tentar explicar (Pink, White e Blondie), enquanto outros tentaram explicar, de maneira um pouco intuitiva: Blue tentou explicar usando conceitos como massa molecular, nuvem eletrônica e “peso do elétron” e Brown afirma que a diferença é estrutural.

A resposta mais interessante foi dada por Orange: “Por causa da formação molecular. Por que você vai explicar, um é o cis e o outro é o trans, então estão em posições diferentes, um funcionaria por estar nessa posição e o outro faria uma ligação diferente dos outros elementos da molécula, porque ele é um medicamento. Porque ele sendo um medicamento, ele pode se ligar ao corpo, e se tivesse outra ligação, não teria o efeito”.

Todos aprovaram a metodologia do trabalho em grupo, expressando a opinião quase sempre com o bordão “duas cabeças pensam melhor que uma”.

CONCLUSÕES

Os estudantes da turma A, pelas características gerais da turma, se mostraram mais homogêneos dentro da classe, fornecendo respostas mais coerentes e semelhantes A turma B era bastante heterogênea.

Alguns resultados merecem uma atenção especial. A confusão feita por um dos grupos entre os conceitos de isomeria e simetria parece ser bastante interessante e carrega uma potencialidade de continuidade desta pesquisa.

Para o professor, a situação-problema pode ser uma potente estratégia didática, pois além de ser desenvolvido para fazer surgir o conflito cognitivo nos estudantes, o cuidado em sua formulação impedem a transposição do obstáculo sem que ocorra a aprendizagem. No entanto, o trabalho com esse tipo de estratégia exige muito do profissional.

A utilização de situação-problema como estratégia didática no ensino superior se mostrou bastante eficiente. Meirieu (1998) afirma que não é a utilização de situações-problema a única forma de aprender, mas que utilizando essa estratégia a

aprendizagem pode ocorrer. E os resultados da nossa pesquisa mostram essa realidade.

Por fim, os bons resultados obtidos na superação dos obstáculos e solução das situações-problema mostram que metodologias alternativas, usando estratégias interessantes como situações-problema, projetos interdisciplinares, tecnologias da informação e comunicação, entre outras, modificam um pouco o ambiente clássico das salas de aula – que mesmo no ensino superior se resumem a quadro-negro e giz.

AGRADECIMENTOS

Profa. Analice Lima, Profa. Márcia Gorette, Prof. Marcelo Carneiro Leão, Cecília Veras-Campos, Professores e Alunos do Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências e a Capes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Luiz Cláudio de Almeida. **Introdução à Química Orgânica**. São Paulo: Editora da Universidade Federal de Viçosa (UFV)/Pearson Prentice Hall, 2004.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília: Ministério da Educação – MEC, 2001.

BRASIL. **Orientações curriculares Nacionais - OCN**. Brasília: Ministério da Educação – MEC, 2006.

MERIEU, Philippe. **Aprender... sim, mas como?** 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H. e ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de minas gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**. v. 23, n.2, p. 273-283, março de 2000.

SOLOMONS, G.; FRYHLE, C. **Química Orgânica**. Volume 1. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos – LTC, 2000.