

A Resolução de Problemas como chave para o desenvolvimento de conceitos de Química na Educação Básica

Problem Solving as a key to the development of chemistry concepts in Basic Education

Flávia Piccoli

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, flaviapiccoli@gmail.com

Tania Denise Miskinis Salgado

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Departamento de Físico-Química – Instituto de Química, tania.salgado@ufrgs.br

Cesar Valmor Machado Lopes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Departamento de Ensino e Currículo – Faculdade de Educação, cesar.lopes@ufrgs.br

Luíza Soares de Aguiar

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Graduanda de Licenciatura em Química – Instituto de Química, luizasoares.aguiar@hotmail.com

Resumo

Este artigo tem por objetivo mostrar a análise dos resultados parciais da aplicação de uma proposta de ensino de química baseada em pesquisa utilizada no ensino médio de uma escola pública de Porto Alegre. Esta proposta utiliza a metodologia de resolução de problemas no desenvolvimento dos conteúdos de interações intermoleculares e propriedades de alguns elementos e substâncias. Neste artigo analisamos qualitativamente o crescimento da autonomia e do desempenho dos alunos nas atividades programadas. A partir desta análise percebemos a melhora na participação dos alunos nas aulas de Química e o aumento de sua autonomia em relação à busca de informações e ao posicionamento frente a alguns assuntos de seu cotidiano que por vezes passam despercebidos.

Palavras chave: resolução de problemas, ensino de química, educação básica

Abstract

This article aims to show the partial results obtained from the analysis of a research based chemistry-teaching proposal implemented in a public high school in Porto Alegre. This proposal uses the problem solving methodology in the development of the contents of intermolecular interactions and some elements' and substances' properties. In this paper we analyzed qualitatively students' autonomy and performance progress in scheduled activities. From this analysis we can see the improvement in students' participation in chemistry classes

and an increase in their autonomy in searching for information and positioning about some everyday issues that sometimes may go unnoticed.

Key words: problem solving, chemistry education, basic education

O ensino por pesquisa em Química: uma estratégia para a construção do conhecimento químico no contexto escolar

Nos últimos anos a preocupação em como ensinar Química na Educação Básica vem crescendo e, com isso, várias estratégias metodológicas vêm sendo utilizadas na busca pela melhoria da aprendizagem e do interesse dos alunos. Entre essas estratégias podemos citar: aulas práticas (GIL-PÉREZ; GONZÁLEZ, 1993); ensino por pesquisa, por meio de estratégias como “Estudos de Caso” (QUEIROZ; SÁ; FRANCISCO, 2007) ou “Resolução de Problemas” (POZO, 1998); e ainda Oficinas Temáticas (MARCONDES, 2008). Nós acreditamos que a inserção da pesquisa no ensino de Química, na forma de casos ou problemas, pode contribuir para que os alunos desenvolvam a capacidade argumentativa e a autonomia na busca de informações para a construção do seu conhecimento. Segundo Echeverría e Pozo (1998) o ato de resolver problemas consiste em fazer com que os estudantes criem hábitos e atitudes para enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta. Nosso trabalho se apóia tanto na metodologia de Estudos de Caso quanto na Resolução de Problemas, por entendermos que ambas são estratégias de ensino por pesquisa, dirigidas pelo professor com um objetivo bem delineado.

Os Estudos de Caso, segundo Queiroz, Sá e Francisco (2007), são baseados na “Problem Based Learning (PBL)” desenvolvida na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, há aproximadamente 30 anos. Ainda conforme os mesmos autores, o uso de casos é a instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas. Utilizando esta estratégia possibilitamos ao estudante a compreensão de conceitos e a inter-relação entre os fatos cotidianos e o conteúdo estudado em sala de aula. Maceno e Guimarães (2013) também ressaltam a valorização de situações de aprendizagem que permitam ao estudante a significação do que aprende, o desenvolvimento de valores e a construção do seu conhecimento a partir de saberes prévios e da reflexão. Os estudos de caso (EC) são baseados em assuntos de relevância para a sociedade e contemplam os conteúdos de Química que estão sendo ou já foram estudados. Para a resolução dos casos os estudantes devem analisar a situação, procurar informações sobre ela, mobilizar os conteúdos de Química e ao final expor sua solução de forma escrita e falada para a turma e o professor. Na maioria das vezes os casos envolvem aspectos de outras disciplinas também, sendo então uma ferramenta de trabalho interdisciplinar.

O ensino baseado na Resolução de Problemas (RP) pressupõe que os alunos desenvolvam, com auxílio do professor, o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar soluções a situações variadas (POZO, 1998). Para Leite e Santos (2010) a resolução de problemas difere das metodologias tradicionais, pois o método apresenta um enfoque que estimula os alunos às pesquisas por investigação com ênfase no engajamento social, o qual é possibilitado pelo trabalho em grupo, e ainda, permite a exploração e o debate através da comunicação e da argumentação. Goi e Santos (2009) consideram que a resolução de problemas tem potencial para a construção de conhecimento e sua transferência a outros contextos, além de possibilitar a transferência de responsabilidade sobre a aprendizagem do professor para o estudante.

Os problemas, assim como os casos, interligam os conteúdos de Química com assuntos do cotidiano e sua resolução também ocorre da mesma forma. Estruturar um ensino baseado em situações problemas (Estudos de Caso e Resolução de Problemas) é planejar situações onde os alunos sejam capazes de buscar estratégias para resolvê-las.

Baseamo-nos nas definições de Problema de Echeverría e Pozo (1998) e também na de Carvalho e Gil-Pérez (2006) para diferenciar situações problema de exercícios. Segundo esses autores o problema difere do exercício, pois para resolvê-lo não se tem um procedimento pronto que leve a uma resposta única e direta, é necessária reflexão e tomada de decisões que envolvem diversos tipos de conhecimentos e habilidades (ECHEVERRÍA; POZO, 1998). Os exercícios convencionais fazem uso de fórmulas e algoritmos para operacionalizar conceitos, treinar regras ou leis e objetivam uma solução que seja aplicável na resolução de outros do mesmo tipo (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006). Ainda segundo esses autores, os problemas são apresentados como situações abertas e sugestivas, com algumas orientações que delimitam se o problema será mais ou menos aberto. Assim pensamos que problemas devem trazer aos alunos situações em que eles se questionem e necessitem de estratégias para resolvê-las e não de simples repetições de fórmulas e algoritmos de resolução.

Buscando um ensino de Química mais contextualizado, no qual o aluno não seja apenas ouvinte, mas sim o protagonista de sua aprendizagem, propomos a utilização de Estudos de Caso e de Resolução de Problemas como estratégias para o desenvolvimento de alguns conceitos químicos no primeiro ano do Ensino Médio. Na primeira etapa da aplicação da proposta, o objetivo foi verificar se os alunos conseguiriam entender um conceito complexo como o de interações intermoleculares sem ter estudado este conceito previamente, a partir da relação desses conceitos com situações problemas cotidianas. Na segunda etapa, o objetivo foi auxiliar os alunos na compreensão de propriedades de elementos e substâncias químicas utilizados em objetos conhecidos, contextualizando o tema por meio de um vídeo.

Metodologia e análise das atividades desenvolvidas

Nosso estudo foi realizado com três turmas de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Porto Alegre, totalizando aproximadamente 90 alunos. Sendo a primeira autora deste artigo a professora destas turmas, o estudo se caracterizou como pesquisa-ação, de acordo com André (2013), pois envolveu um plano de ação, que se baseou em objetivos, no acompanhamento e controle da ação planejada e no relato concomitante desse processo.

Utilizamos nesta pesquisa a metodologia do tipo qualitativa, já que trabalhamos com interpretação da fala, da escrita e das ações dos estudantes durante as atividades propostas. Escolhemos usar a mesma metodologia empregada por Brito e Sá (2010), pois se trata de trabalhos similares que fazem uso dos EC e também porque ela se enquadra em aspectos que caracterizam uma pesquisa qualitativa, de acordo com Lüdke e André (2013): tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; os dados coletados são predominantemente descritivos; a preocupação com o processo é maior que com o produto e; a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

A proposta foi construída em duas etapas, para que pudéssemos avaliar se haveria melhora nos resultados na segunda etapa. A primeira etapa envolveu os conceitos de interações intermoleculares, abordado por meio de temas do cotidiano e a segunda, os conceitos de propriedades dos elementos, trabalhadas a partir de um vídeo com um trecho do seriado *Breaking Bad* mostrando a Reação de Térmite.

Na primeira etapa, após o término da unidade em que foi trabalhado o conteúdo de ligações químicas, os alunos receberam um problema sobre interações intermoleculares. Tiveram uma

aula (dois períodos) para resolvê-lo e concluíram a resolução apresentando-a para a turma. Na segunda etapa, após assistirem um trecho de um episódio do seriado *Breaking Bad*, no qual as personagens utilizavam uma Reação de Térmita para abrir uma porta de aço, eles receberam o segundo problema e também tiveram dois períodos para sua resolução e posterior apresentação para a turma.

Para a primeira etapa foram elaborados oito problemas diferentes. O Quadro 1 apresenta dois exemplares desses problemas.

Exemplos de Problemas:

Adulteração da gasolina:

A guerra contra a máfia da gasolina adulterada ganhou um reforço, o Ministério Público de São Paulo decidiu fiscalizar fraudadores e distribuidoras que abastecem o mercado da adulteração. Em alguns postos da capital paulista, medições revelaram que as bombas forneciam bem menos gasolina do que marcavam os mostradores. Em um posto da Vila Guilherme, na Zona Norte, o teste feito dentro do próprio posto revelou que a gasolina está fora da especificação, pois tem um teor de álcool anidro misturado à gasolina de 61%, quando o máximo permitido seria 26%. Além do álcool, quais outros combustíveis podem ser usados para fraudar a gasolina? Se a água é um líquido mais barato do que o álcool, expliquem, utilizando conhecimentos de ligações químicas e interações intermoleculares, por que os postos não a utilizam na fraude.

Substâncias alisadoras de cabelos:

A procura por produtos e processos capazes de alisar os cabelos é cada vez maior nos salões de beleza. Devido a isso, diferentes produtos e tipos de tratamento são oferecidos às clientes. Contudo, a diferença entre a ação das substâncias ativas, os danos causados por elas e a efetividade do tratamento para cada tipo de cabelo são desconhecidas. Um destes ativos é o tioglicolato (o mais usado pelos produtos de marcas famosas). Pesquisem a fórmula estrutural do tioglicolato, mostrando quais elementos a formam e quais tipos de ligações químicas ela apresenta. Expliquem ainda, utilizando conceitos de ligação química e interação intermolecular, como o tioglicolato age para que o cabelo crespo fique liso.

Quadro 1: Exemplos de problemas da primeira etapa.

Para a resolução deste conjunto de problemas, os alunos foram divididos em oito grupos de 3 a 5 componentes. Para cada grupo foi entregue um problema diferente. Após a entrega dos problemas, os alunos foram levados ao laboratório de informática da escola para buscar as informações necessárias para a resolução do seu problema.

Durante a aula disponibilizada para a pesquisa os estudantes questionavam a professora para saber se sua resolução estava certa, e esta os questionava acerca dos conceitos químicos já trabalhados e que seriam essenciais na resolução dos problemas, sem dar-lhes uma resposta simples como “sim” ou “não”. Atualmente se houve muito que a internet tem todas as informações necessárias aos estudantes, mas pouco se trabalha no sentido de ensiná-los a buscar as informações confiáveis. Quando trabalhamos a resolução de problemas e deixamos que os alunos utilizem a internet como ferramenta de pesquisa, estamos mostrando que eles podem encontrar muitas informações na rede, mas precisam ser criteriosos para não acreditar em qualquer informação ali disponibilizada. Além disso, eles acabam assumindo um papel ativo no desenvolvimento do seu aprendizado, como sugerem Echeverría e Pozo (1998).

No momento em que a professora não responde diretamente a pergunta do aluno e, ao invés disso, utiliza uma nova pergunta, ela passa a ser mediadora do aprendizado e não apenas transmissora de conceitos. Utilizando este tipo de metodologia, o professor, segundo Pinto et.al. (2013), não “ensina” da maneira tradicional, mas permite e estimula a discussão dos alunos, conduzindo-a quando necessário e indicando os recursos didáticos úteis para cada situação.

Na semana seguinte os alunos apresentaram para os colegas a resolução do seu problema. A forma de apresentação era livre, os alunos poderiam apenas explicar, ou também mostrar

vídeos, montar cartazes, utilizar o quadro, etc. Na turma 1, cinco grupos não apresentaram, na turma 2, três grupos não apresentaram e na turma 3, apenas 2 grupos não apresentaram. O problema que os alunos demonstraram maior facilidade em resolver foi o que tratava da adulteração da gasolina (Quadro 1), provavelmente porque conseguiram compreender bem as interações intermoleculares entre o álcool, a gasolina e a água. Já os problemas em que os alunos tiveram mais dificuldade foram os que abordavam as substâncias alisadoras de cabelos (exemplificados no Quadro 1). Acredita-se que tiveram maior dificuldade no entendimento das interações intermoleculares nos compostos existentes nos produtos alisantes.

Para a segunda etapa, foram elaborados seis problemas diferentes. No Quadro 2 apresentamos exemplos desses problemas.

A primeira pergunta era igual para todos os grupos: O que é a Reação de Térmite? Quais os compostos e elementos que participam desta reação?

Exemplos de problemas:

Materiais que resistiriam

1. Quando Jesse questiona se a Reação de Térmite seria suficiente para arrombar uma porta de aço, Walter conta a história da maior arma já feita, a Gustav Gun, e diz que um “saquinho” daqueles seria suficiente para atravessar 10 cm de aço e destruir esta arma para sempre. Se a Reação de Térmite é tão “poderosa” como descrita, explique porque Walter joga o “saquinho” preparado em Jesse e nada acontece? Em que tipo de materiais essa reação não funcionaria? Se o “saquinho” fosse arremessado com força contra a fechadura da porta de aço o que aconteceria?

2. Durante o roubo, Walter e Jesse utilizam a Reação de Térmite para arrombar a fechadura de uma porta de aço. Se a porta fosse feita de outros metais a reação continuaria sendo eficiente? Por quê? Pesquise qual tipo de material poderia resistir a essa reação.

Quadro 2: Exemplos de problemas da segunda etapa.

Antes da entrega dos problemas da segunda etapa, os alunos assistiram a um trecho do episódio 7 da primeira temporada do seriado *Breaking Bad* (2006), no qual uma das personagens abre uma porta de aço utilizando a Reação de Térmite. Consideramos o uso desse vídeo uma boa forma de motivação, principalmente por ser um seriado que os alunos conhecem e costumam assistir.

A utilização de vídeos modifica a postura e as expectativas dos alunos em relação à aula, e cabe ao professor aproveitar essa expectativa positiva para atraí-los para os conteúdos da sua disciplina já que podem ser usados como sensibilização: para introduzir um novo assunto, despertar a curiosidade e motivar os alunos (MORAN, 1995).

A utilização de vídeos auxilia ainda na preparação para a aprendizagem a qual envolve a atenção, a motivação e a expectativa, que conforme Papalia, Olds e Feldman (2009) desencadeiam a recuperação de informações, o armazenamento e, por fim, a generalização.

Ao término do vídeo, os alunos foram divididos em seis grupos e cada grupo recebeu um problema diferente. Eles foram levados para o laboratório de informática da escola, onde puderam realizar a pesquisa para resolver o problema do seu grupo. Durante este período novamente a professora se posiciona como uma orientadora e não uma transmissora de conteúdos.

Na semana seguinte os alunos apresentaram para os colegas a resolução do seu problema. Na turma 1 dois grupos não apresentaram, na turma 2 apenas um grupo não apresentou e na turma 3 todos os grupos apresentaram. Nessa etapa os grupos que se destacaram por terem feito uma ótima apresentação foram os que resolveram o problema 1 mostrado no Quadro 2, e os que tiveram maior dificuldade foram os que receberam o problema 2 exemplificado no Quadro 2. O curioso é que nos dois problemas os alunos necessitavam fazer relações

parecidas, ou seja, relacionar as temperaturas de fusão dos materiais com a temperatura atingida pela reação.

Durante as apresentações, os alunos eram questionados pela professora quando mostravam muitas informações sem seguir uma linha de raciocínio, ou quando terminavam a apresentação sem responder o problema. Muitas vezes, durante o questionamento dos grupos que estavam apresentando, os alunos que assistiam tentavam ajudar a responder às questões da professora. Essa atitude dos alunos demonstrou que, com o uso da estratégia de resolução de problemas nas aulas de química, a aprendizagem se tornou ativa, dinâmica e participativa.

Ao final de cada etapa os alunos produziam um relatório escrito sobre o problema apresentado.

Resultados

Nosso objetivo com a utilização da Resolução de Problemas era trabalhar os conceitos interações intermoleculares e propriedades de alguns elementos e substâncias de uma forma não tradicional, transcendendo a simples memorização e propiciando aos alunos ferramentas para que eles pudessem desenvolver sua argumentação e o questionamento sobre assuntos que por vezes passam despercebidos no seu cotidiano.

Na primeira etapa da aplicação da proposta, o objetivo era ver se os alunos conseguiriam entender um conceito complexo como o de interações intermoleculares sem ter estudado este conceito previamente, a partir da relação desses conceitos com situações problemas cotidianas. Na segunda etapa, o objetivo foi auxiliar os alunos na compreensão de propriedades de elementos utilizados em objetos conhecidos a partir de um episódio do seriado *Breaking Bad* no qual as personagens utilizam uma Reação de Térmite para abrir uma porta de aço.

Na primeira etapa, havia 8 problemas diferentes, os grupos apresentavam seus resultados e, sempre que necessário, a professora intervinha com questionamentos ou acrescentando aspectos importantes relacionados aos casos. Mesmo o trabalho sendo realizado totalmente em aula, na turma 1 apenas três grupos apresentaram o trabalho e quatro grupos entregaram somente o relatório escrito. Na turma 2, cinco grupos apresentaram e seis entregaram o relatório escrito. Na turma 3 seis grupos apresentaram o trabalho, mas apenas quatro entregaram o relatório escrito. O resultado na turma 1 ficou muito abaixo do que era esperado pela professora-pesquisadora, pois eles já conheciam a metodologia e, além da professora, a turma contava com a monitoria de dois bolsistas do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) para auxílio no desenvolvimento do trabalho. Vários fatores referentes ao perfil da turma podem ter contribuído para o baixo rendimento observado: descaso em relação ao estudo, falta de assiduidade e pontualidade, problemas pessoais entre os alunos, muitos alunos com conduta inadequada em sala de aula.

Na segunda etapa, havia seis problemas diferentes, os grupos apresentavam seus resultados e, sempre que necessário, a professora intervinha questionando os grupos ou acrescentando aspectos importantes relacionados aos problemas. Na turma 1, quatro grupos apresentaram e os mesmos quatro entregaram o relatório escrito. Na turma 2 também foram quatro grupos que apresentaram o trabalho e os mesmos entregaram o relatório escrito. Na turma 3, quatro grupos apresentaram o trabalho, mas apenas três entregaram o relatório escrito.

Observando os resultados das apresentações realizadas pelos grupos, percebemos que a participação dos alunos foi melhorando da primeira para a segunda etapa, nas três turmas. Por outro lado, os alunos demonstraram grande dificuldade em expressar na forma escrita o que

explicaram verbalmente. Mesmo os grupos que apresentaram oralmente os trabalhos de forma coerente e explicando as relações, não conseguiram se expressar da mesma forma quando produziram o relatório escrito.

Percebemos também que, mesmo sem ter tido o conteúdo de interações intermoleculares antes da apresentação dos problemas, a maioria dos alunos que participaram ativamente das aulas conseguiu entender os conceitos e explicá-los aos colegas. Para alguns alunos isso foi marcante ao ponto de conseguirem explicar esse conceito no ano seguinte ao desenvolvimento do trabalho. Nesse aspecto, nosso trabalho mostrou resultados que corroboram os apresentados por outros pesquisadores que adotaram a estratégia didática de resolução de problemas (GOI; SANTOS, 2009; LEITE; SANTOS, 2010), para os quais a exposição oral mostrou-se capaz de inserir grande parte dos alunos no contexto do trabalho.

Por sabermos que cada aluno é diferente e que não constrói seu conhecimento de forma igual aos colegas, ao utilizarmos a estratégia metodológica de situações problema, empregamos mais de uma forma de ensino, como a leitura de textos, a formação de questionamentos, a análise das soluções e a necessidade de posicionamento dos alunos. Essa diversificação propicia, também, uma diversidade de formas de avaliação. Isso é interessante para o próprio estudante, pois alguns têm mais facilidade para expressar seus conhecimentos verbalmente do que de forma escrita, por exemplo.

Conclusões

Entendemos que cada vez mais se faz necessária na escola a utilização de estratégias metodológicas em que o aluno seja o protagonista de sua própria aprendizagem e, sendo assim, ele também deve ser responsável por ela. A informação está ao alcance de todos, portanto a utilização da estratégia didática da Resolução de Problemas faz com que o aluno conduza sua aprendizagem e o professor torne-se um orientador e não o detentor de todo o conhecimento.

Os dados aqui analisados mostraram a melhora da participação dos alunos nas aulas de Química e que a utilização da estratégia didática da Resolução de Problemas pode ser considerada uma boa abordagem metodológica para o ensino dos conteúdos de Química. A metodologia possibilita aos alunos a busca de estratégias e de informações para a resolução das situações propostas. Também percebemos que com a utilização dos problemas os alunos demonstraram mais autonomia para buscar informações e para se posicionar frente aos colegas.

Referências

- ANDRÉ, M.E.D.A. **Etnografia da prática escolar**. São Paulo: Papirus, 2013.
- CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2006.
- BREAKING BAD - 1ª TEMPORADA. Produção de Vince Gilligan e Mark Johnson. Sony Pictures, 2006.
- BRITO, J. Q. A.; SÁ, L. P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.

ECHEVERRÍA, M. D. P. P.; POZO J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I.(org). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

GIL-PEREZ, D.; GONZÁLEZ, E. Las practicas de laboratorio en fisica en la formación del profesorado (1) Un analisis critico. **Revista de Enseñanza de la Física**, v.6, n.1, p. 47-61, 1993.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 203-209, ago. 2009.

LEITE, S. L.; SANTOS, F. M. T. Utilização da metodologia de resolução de problemas no estudo de polímeros. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 15., 2010, Brasília-DF. **Anais**. Brasília: UnB, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 2013.

MACENO, N. G.; GUIMARÃES, O. M. A inovação na área de educação química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p 48-56, fev. 2013.

MARCONDES, M.E.R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista em extensão**, v. 7, p. 67-77, 2008.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Revista Comunicação & Educação**, n.2, p. 27-35, jan.-abr. 1995.

PAPALIA, D.; OLDS, A.; FELDMAN, R. (org). **Desenvolvimento humano**. São Paulo: McGraw-Hill, 2009.

PINTO, A.S.D.S.; BUENO, M. R. P; SILVA, M. A. F. D. A.; MENEZES, M. Z, S.; KOEHLER, S. M. F. O projeto do laboratorio de Metodologias Inovadoras: pressupostos e objetivos. **Revista de Ciências da Educação**, Ano XV, v.2, n. 29, p. 67-79, jun-dez. 2013.

POZO, J. I. (org). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

QUEIROZ, S. L.; SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A. Estudos de caso em Química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, mar. 2007.