

MODELO CINÉTICO MOLECULAR: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Maria Cecília da Silva Soares Pereira*¹ (FM), Angélica Oliveira de Araújo² (PQ)

mceciliassp@yahoo.com.br

1 Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte – MG CEP 31270-901

2 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM.) Campus JK - Diamantina/MG Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000 Alto da Jacuba CEP 39100-000

Palavras-Chave: *Ensino de Química, Ensino por Investigação, Modelo Cinético Molecular.*

RESUMO: Este trabalho buscou propor, aplicar e avaliar uma sequência didática sobre Modelo Cinético Molecular em turmas do 1º ano do Ensino Médio, visando à construção do conhecimento desse modelo pelos alunos. A sequência didática foi elaborada utilizando atividades focadas em Ensino por Investigação e na valorização da argumentação, e foi aplicada buscando valorizar os discursos dialógicos e de autoridade. Nosso principal objetivo foi tentar vencer obstáculos da subjetividade no ensino do Modelo Cinético Molecular; e despertar o espírito científico e investigativo na sala de aula, contribuindo para a formação desse conceito tão fundamental para a construção de outros modelos mais sofisticados no Ensino de Química. Ao final do trabalho desenvolvido, os alunos se mostraram mais motivados às sequências didáticas, evidenciando o êxito do trabalho desenvolvido. A aplicação da sequência didática também demonstrou resultados satisfatórios na utilização desse modelo para a resolução de problemas pelos alunos. Desse modo, acreditamos que uma sequência didática proposta nos levou à valorização dos diferentes tipos de discurso na sala de aula e colaborou para o processo construção do conhecimento pelos alunos.

INTRODUÇÃO

A proposta deste trabalho foi propor uma sequência didática e analisar seu desenvolvimento, avaliando o envolvimento e o interesse dos alunos durante o desenvolvimento do conceito de Modelo Cinético Molecular. Aplicamos atividades práticas e experimentais para construir o modelo Cinético Molecular.

Existem dificuldades e obstáculos vinculados ao ensino e à aprendizagem da Química e acreditamos que muitas destas dificuldades estão agregadas ao fato de que a Química é uma ciência abstrata que lida com aspectos intangíveis aos nossos sentidos. Por este motivo, usaremos os modelos como uma ferramenta para que o aluno possa compreender e fundamentar suas ideias e, a partir daí, construir outros conceitos.

Em 25 de janeiro de 2012 houve uma readequação do CBC (Currículo Básico Comum) de Química à estrutura curricular do Reinventando o Ensino Médio para o Estado de Minas Gerais. O currículo anterior era organizado em três eixos, modelos, energia e materiais. Com a nova carga horária, foi proposto, entre outras modificações, que o conteúdo de Modelo Cinético Molecular não mais estivesse agregado ao eixo Modelos e sim no eixo temático Constituição e a Organização dos Materiais, em função de sua importância no processo de elaboração conceitual em química, Modelos atômicos e Tabela Periódica, Ligações Químicas e constituição das substâncias. Esta modificação no CBC gerou um olhar mais atento à importância do estudo de Modelo Cinético Molecular como um aspecto estruturante para a compreensão outros conteúdos.

O conteúdo de Modelo Cinético Molecular, em geral, não é abordado explicitamente em livros de Química do Ensino Médio. Tendo em vista atender à proposta do CBC e suprir essa lacuna nos livros didáticos e por considerarmos importante a construção de um modelo com estrutura básica que possibilite ao estudante entender outros modelos mais sofisticados da Química, realizamos este trabalho. O nosso objetivo é apresentar uma proposta para o desenvolvimento do conteúdo de Modelo Cinético Molecular para o Ensino Médio de forma que alguns fenômenos sejam entendidos, percebidos e explicados por meio da investigação. Desta forma, os aprendizes poderão adquirir conhecimentos e experiências nas ciências naturais adotando procedimentos similares àqueles que cientistas adotam de forma desvinculada ao ensino de Química tradicional onde se utiliza transmissão, repetição e aplicação de uma série de conhecimentos previamente memorizados.

A proposta de ensino elaborada relatará o desenvolvimento de uma sequência de atividades investigativas experimentais e demonstrativas com uma postura crítica-investigativa e interações discursivas, a fim de que o aluno construa um conhecimento científico.

ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO

A ausência dos fenômenos nas salas de aula pode fazer com que os alunos tomem por “reais” as fórmulas das substâncias, as equações químicas e os modelos para a matéria (MORTIMER et. al., 2000, p. 277).

A produção de conhecimento em Química resulta sempre de uma associação entre teoria e experimento, pensamento e realidade. Mesmo porque não existe uma atividade experimental sem uma possibilidade de interpretação. Ainda que o aluno não conheça a teoria científica necessária para interpretar determinado fenômeno ou resultado experimental, ele o fará com suas próprias teorias implícitas, suas ideias de senso comum (PROMÉDIO, 1997).

Neste trabalho, não objetivamos atribuir à experimentação apenas um caráter motivador, lúdico e essencialmente vinculado aos sentidos, como propôs Giordan (1999). Nós queremos que convívio diário dos alunos com as atividades experimentais torne possível uma maneira de pensar em Química como um conjunto de teoria e realidade, onde os alunos possam ser capazes de desenvolver um pensamento científico, aproximando assim a ciência escolar e a ciência dos cientistas.

A partir do momento em que apresentamos para o aluno uma situação problemática na qual ele possa ter a oportunidade de agir, refletir, discutir e buscar explicações, este trabalho passa a ter um caráter investigativo e acreditamos que esta problematização é um ponto de partida para a aquisição de um novo conhecimento.

A atividade de caráter investigativo é uma estratégia utilizada para diversificar a prática do professor no cotidiano escolar. Tal estratégia engloba atividades, possibilitem ao aluno o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas, apropriando-se de conceitos e teorias das Ciências da natureza.

No ensino de Ciências por investigação, os estudantes interagem, exploram e experimentam o mundo natural, mas não ficam restritos a uma prática puramente lúdica. Eles envolvem-se na própria aprendizagem, constroem questões, elaboram hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões, comunicam resultados (FERREIRA DE SÁ, 2009). Nesse contexto o professor desempenha o papel de guia e de orientador das atividades – é ele quem propõe e discute questões, contribui para o

planejamento da investigação dos alunos, orienta o levantamento de evidências e explicações teóricas, possibilita a discussão e a argumentação entre os estudantes, introduz conceitos e promove a sistematização do conhecimento.

Sendo assim, estamos de acordo com Borges (2002) quando diz que em uma atividade investigativa o estudante deve ser colocado frente a uma situação em que ele seja solicitado a fazer mais do que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução já utilizada em situação semelhante.

METODOLOGIA

Este trabalho propõe uma sequência de atividades práticas investigativas, como ferramenta para auxiliar na construção do conhecimento científico de Química, mais especificamente, no ensino de Modelo Cinético Molecular e sua execução em sala de aula. Posteriormente, fizemos a análise dos resultados alcançados. O objetivo deste trabalho é analisar de forma qualitativa e quantitativa a motivação e a aprendizagem do Modelo Cinético Molecular por meio de observação, registro, análise e interpretação de atividades experimentais, atividades demonstrativas, simulações e aplicação de questionários.

O estudo foi desenvolvido em três turmas de 1º ano do ensino médio de uma escola da rede estadual de ensino de Minas Gerais na cidade de Capim Branco do turno matutino, cada uma delas contendo aproximadamente 40 alunos, sob supervisão da professora da turma, autora deste trabalho.

Foi elaborada e aplicada uma sequência didática com atividades que contemplavam vários aspectos do modelo cinético molecular com o objetivo de possibilitar a elaboração de um modelo de partículas para explicar os estados físicos e as transformações dos materiais, particularmente as mudanças de estados, as dissoluções e o comportamento dos materiais sólidos, líquidos e gasosos, com o intuito de que os alunos compreendam que a matéria (i) é constituída de partículas; (ii) que existe espaço vazio entre essas partículas; (iii) que as partículas possuem movimento intrínseco e dimensões infinitamente pequenas e (iv) que as partículas não se dilatam e não se fundem. Esta estrutura básica do modelo de partículas também permite que os alunos entendam outros modelos mais sofisticados da Química.

Os procedimentos utilizados para alcançar o objetivo deste trabalho consistem nas seguintes etapas de pesquisa: a aplicação de uma sequência didática com atividades que contemplavam vários aspectos do modelo cinético molecular com o objetivo de possibilitar a elaboração de um modelo de partículas que possua uma estrutura básica que permita que os alunos entenderem outros modelos mais sofisticados da Química. Foi realizada uma pesquisa em cinco livros didáticos de Química do utilizados no Ensino Médio a fim de averiguar com que frequência o estudo de Modelo Cinético Molecular é abordado explicitamente. O critério para a escolha dos livros a serem analisados foram os livros que fazem parte do PNDL e os que são os mais utilizados nas escolas públicas de Minas Gerais.

A sequência didática proposta foi elaborada com base nos resultados da análise dos livros didáticos, de forma a dar ênfase aos aspectos não abordados na maioria dos livros didáticos analisados. Procurou-se contemplar os vários aspectos do Modelo Cinético Molecular nas atividades desta sequência.

Foi elaborado e aplicado um questionário com cinco questões para os alunos respondessem com o objetivo de avaliar e validar a sequência didática proposta. Para a elaboração deste questionário, a professora levou em consideração os vários

aspectos e características do Modelo Cinético Molecular que foram abordados durante a aplicação da sequência didática, bem como as discussões desencadeadas ao longo das aulas.

Quadro 1 : Etapas do desenvolvimento do trabalho

Sequência de ensino	Atividade
Etapa 1: Análise dos livros didáticos	Foi realizada uma análise de cinco livros didáticos de Química do 1º ano com a finalidade de verificar como os autores destes livros abordam em seu conteúdo o ensino de modelo cinético molecular.
Etapa 2: Aplicação da Sequência Didática	Atividade 1: Ajudar os alunos a entender o que são modelos e a importância deles para a ciência. Atividade 2: Caracterizar o modelo cinético-molecular. Atividade 3: Propor um modelo para os materiais gasosos e observar durante a prática de um experimento o que ocorre com um gás quando é aquecido. Atividade 4: Observar a dilatação de um líquido durante uma prática experimental. Atividade 5: Demonstrar através de uma simulação que o movimento das partículas aumenta à medida em que a temperatura do sistema é elevada. Atividade 6: Explicar fenômenos diversos usando o modelo cinético de partículas. Atividade 7: Entender através da realização de uma atividade experimental, que as partículas que possuem maior massa possuem menor velocidade.
Etapa 3: Aplicação e análise da sequência didática proposta	As atividades elaboradas foram aplicadas em diferentes aulas, onde algum fenômeno foi demonstrado, discutido ou simulado. Os alunos realizaram o que lhes era solicitado em cada atividade utilizando os seus conhecimentos prévios e em seguida a professora realizou o fechamento

	das discussões utilizando um discurso de autoridade considerando o ponto de vista de vista da Ciência a fim de efetuar o fechamento da concepção da ciência para o medelo.
Etapa 4: Elaboração e Aplicação do questionário	Realização de um conjunto de atividades em forma de questionário, que preveem que os alunos expliquem as conclusões alcançadas ao longo da realização das atividades propostas.
Etapa 5: Análise e discussão dos questionários	Apresentação dos resultados alcançados com a pesquisa por meio da análise das respostas fornecidas pelos alunos nos questionários.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De um modo geral, a maioria dos livros apresentam as propriedades do estado gasoso, mas se limitam a abordar apenas o estado gasoso deixando de lado os aspectos relacionados aos demais estados de agregação da matéria, sólido e líquido, além de não utilizar o modelo de partículas para explicar as mudanças de estado, a energia envolvida nestes processos e dissolução dos materiais e a densidade. Os livros são bem ilustrados, mas a abordagem do tema se restringe à aplicação de fórmulas matemáticas e memorização de conceitos e definições, o que impede o aluno de exercer autonomia no processo de processo de ensino e aprendizagem e afasta da ciência escolar da ciência dos cientistas. Já um dos livros analisados traz uma base explicativa simples e a ao mesmo tempo abrangente, afim de que as ideias dos alunos sejam confrontadas com os conceitos científicos.

ANALISE QUALITATIVA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA

ATIVIDADE 1: IMAGINANDO O INVISÍVEL

Nesta primeira atividade foi desenvolvida uma atividade em que os estudantes deveriam descrever um objeto presente em uma caixa fechada sem vê-lo. O objetivo foi mostrar aos alunos que evidências indiretas podem ser imprescindíveis para a descoberta de propriedades e características do que não se pode ver nem pegar. Por meio desta atividade os alunos foram capazes de entender como foi possível que os cientistas tivessem certeza da existência do átomo, sendo que nem mesmo é possível vê-lo, nem tocá-lo.

Durante a realização desta atividade foi previamente preparada uma caixa se sapatos que continha 3 cliques de metal, a caixa foi lacrada e entregue aos alunos para que descobrissem qual era o objeto que estava dentro da caixa sem que os alunos abrissem a caixa. Esta atividade foi realizada nas três turmas de 1º ano diferentes e em todas as três turmas os alunos conseguiram descobrir que havia cliques de metal dentro das caixas, inclusive quantos eram apenas pelo barulho que os cliques faziam ao

balançar a caixa. Os alunos acharam a atividade interessante e pediram para que ela fosse repetida usando outros objetos diferentes na caixa.

ATIVIDADE 2: MODELOS EXPLICATIVOS PARA A CONSTITUIÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

Nesta aula o objetivo foi utilizar uma atividade demonstrativa para ajudar os alunos a compreenderem que os materiais são constituídos por partículas muito pequenas e que se movimentam pelos espaços vazios existentes nos materiais. Durante esta atividade foi utilizado um modelo concreto para que os alunos pudessem imaginar um mundo abstrato, ou seja, utilizamos a visão da matéria da forma macroscópica para conseguir compreendê-la da forma microscópica.

ATIVIDADE 3: PERCEBENDO UM GÁS

O objetivo desta aula foi abordar as propriedades dos materiais gasosos, expansão e compressibilidade e a teoria cinética dos gases. A atividade consistiu na demonstração de dois experimentos. No primeiro experimento o professor utilizou uma seringa com o êmbolo puxado e a ponta tampada pelo dedo, em seguida o professor pedia que os alunos apertassem o êmbolo e os alunos perceberam que o êmbolo da seringa se moveu muito pouco, com isto eles concluíram que o ar que ocupava o interior da seringa ofereceu resistência, não se deixando esmagar tão facilmente. No segundo experimento a professora acoplou um balão de aniversário no gargalo de uma garrafa PET de água mineral vazia, em seguida colocou a garrafa na água quente e observou-se que o balão inflou. O objetivo desta demonstração foi mostrar ao aluno que o volume do balão aumentou devido ao aumento da energia cinética do gás presente dentro do sistema composto pela garrafa e o balão que fez com que o gás sofresse expansão do seu volume pois agora as partículas estão mais afastadas umas das outras ocupando agora um volume maior.

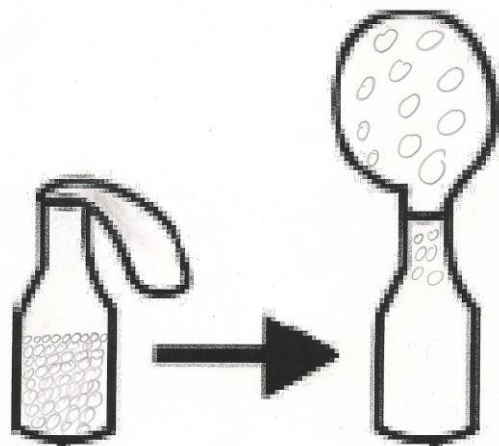


Figura 1. Concepção prévia dos alunos sobre o comportamento de um gás ao ser aquecido.

ATIVIDADE 4: COMO CONSTRUIR UM TERMÔMETRO DE ÁGUA

Nesta atividade o professor propõe a construção de um termômetro caseiro utilizando água, uma garrafa PET pequena, um canudo e massa de modelar. Após a confecção do termômetro, ele foi colocado dentro de uma vasilha com água quente (na sequência didática foi proposto levar os alunos ao pátio da escola para observar o que ocorreria com o termômetro quando colocado no sol, mas como o dia estava nublado,

utilizou-se uma vasilha de água quente para que o fenômeno pudesse ser observado) e os alunos observaram o líquido do interior da garrafa subir no canudo até ser entornado e quando a garrafa era retirada da água quente o líquido descia novamente. O objetivo desta atividade foi demonstrar a dilatação dos materiais líquidos sob aquecimento, para que o aluno possa visualizar que assim como no gás quando submetido ao aquecimento ocorre o afastamento das partículas, isto também ocorre nos materiais líquidos. Em seguida foi pedido aos alunos que fizessem uma representação em forma de desenho das partículas do líquido antes e depois do aquecimento.

ATIVIDADE 5: SIMULAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA DOS GASES ATRAVÉS DE UMA ANIMAÇÃO

Nesta atividade foi mostrado aos alunos dois vídeos. O primeiro simulava a energia cinética das partículas antes e depois do aquecimento e o segundo demonstrava a difusão do vapor de bromo no ar e no vácuo, para que os alunos pudessem perceber a diferença na velocidade do espalhamento do gás que ocorreu mais rapidamente no vácuo, pois na ausência de matéria as partículas de gás bromo não tiveram que enfrentar nenhum obstáculo para se espalharem. Este processo foi comparado ao espalhamento de um perfume em um ambiente. Foi questionado aos alunos em que situação um perfume se espalharia mais facilmente, no inverno ou no verão.

ATIVIDADE 6: O MUNDO MUITO PEQUENO

Nesta atividade foi feita a demonstração da dissolução do permanganato de potássio em água gelada e água à temperatura ambiente sem agitação. O objetivo desta atividade foi mostrar aos alunos que mesmo um líquido estando em repouso, as suas partículas estão em movimento constante e ao entrar em contato com as partículas de sólido, contribuem para que elas se espalhem por todo líquido.

ATIVIDADE 7: UTILIZANDO A DEMONSTRAÇÃO DE UMA REAÇÃO QUÍMICA PARA COMPREENDER A TEORIA CINÉTICA MOLECULAR

Nesta última atividade proposta aos alunos foi exibido um vídeo onde foi realizado um experimento utilizando Nitrato de chumbo (II), $Pb(NO_3)_2$, e Iodeto de Potássio, KI, que são incolores e solúveis em água, mas, ao reagirem entre si, levam a formação de iodeto de chumbo (II), PbI_2 , amarelo e insolúvel em água, como um dos produtos da reação.

O experimento foi realizado da seguinte forma: adicionou-se simultaneamente, usando espátulas, pitadas dos dois reagentes sólidos em uma placa de Petri –, em que foi colocada água em quantidade apenas suficiente para cobrir o fundo do recipiente, formando uma película muito fina de líquido. Os reagentes foram colocados separados e em lugares diametralmente opostos.

Depois de algum tempo, houve a formação de uma fina linha amarela de precipitado, mais próxima do lugar original, onde foi colocado o nitrato de chumbo (II) sólido.

Após os alunos terem assistido à exibição do vídeo a professora explicou que o vídeo se tratava de uma reação química entre os dois reagentes sólidos que formavam um precipitado amarelo chamado iodeto de chumbo e perguntou aos alunos por que a linha amarela foi formada mais próxima ao lugar onde foi colocado o nitrato de chumbo (II). Os alunos responderam que havia “uma força parecida com a força de um ímã” que atraiu o precipitado para o nitrato de chumbo. Então a professora explicou que a energia cinética dos íons iodeto é maior que a energia cinética dos íons chumbo,

pois a velocidade com que as partículas se movem pode ser influenciada pelo peso molecular da substância. No caso em estudo os íons de chumbo tinham peso molecular maior do que os íons de iodeto e por isso eles se deslocaram menos do que os íons iodeto.

Os alunos receberam um questionário com duas perguntas. A primeira indagava se a energia cinética dos íons chumbo era menor, igual ou maior que a dos íons iodeto. A segunda questão pedia que os alunos explicassem por que a linha do precipitado se forma mais próximo ao lugar onde foi colocado o nitrato de chumbo. Os alunos registraram suas respostas com o auxílio da professora.

ANÁLISE QUANTITATIVA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA

Por meio das análises qualitativas das atividades propostas pôde-se observar que os alunos foram estimulados e induzidos à construção do raciocínio científico. Apesar de, durante esse processo, terem sido constatadas conclusões errôneas por parte dos mesmos, a aprendizagem foi mediada pela intervenção docente, garantindo a construção do conhecimento científico no que se refere ao tema abordado.

Após análise, identificamos que, de um modo geral, grande parte dos alunos responderam às questões do questionário pós-testes de forma satisfatória. Isto nos revela que houve um grande progresso se compararmos os resultados da aplicação do questionário com a análise do desenvolvimento da sequência didática bem como as concepções prévias dos alunos. Ao final do trabalho os alunos também se mostraram mais motivados, constatando-se a viabilidade didática dessa proposta.

Desse modo, concluímos que a aplicação da sequência didática com base nos conteúdos de Modelo Cinético Molecular demonstrou resultados satisfatórios e contemplou um ensino por investigação e isto nos leva a acreditar que, a interação dialógica utilizada no espaço da sala de aula representa um processo construção do conhecimento, bem como a utilização de atividades investigativas e argumentativas. Todo este conjunto possibilitou a tomada de consciência das ideias individuais dos alunos, permitindo que os mesmos possam utilizar os conceitos aprendidos em outras ocasiões, assim os alunos se sentem inseridos nos processos de ensino aprendizagem na sala de aula de ciências e isto intensifica a ideia de que a ciência é construída, e não encontrada pronta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na história da educação escolar, cada época se caracteriza pelo surgimento de novas questões e novos problemas, em função de mudanças no entendimento dos desafios a serem enfrentados. Desta forma, entendemos que este trabalho veio como resposta a uma situação problema que é a valorização da sala de aula e dos discursos que nela circulam.

A aplicação da sequência didática com base nos conteúdos de Modelo Cinético Molecular contemplou um ensino por investigação e isto nos leva a acreditar que, a interação dialógica utilizada no espaço da sala de aula representa um processo construção do conhecimento, bem como a utilização de atividades investigativas e argumentativas. Todo este conjunto possibilitou a tomada de consciência das ideias individuais dos alunos, permitindo que os mesmos possam utilizar os conceitos aprendidos em outras ocasiões, assim os alunos se sentem inseridos nos processos de

ensino aprendizagem na sala de aula de ciências e isto intensifica a ideia de que a ciência é construída, e não encontrada pronta.

Os aspectos discursivos abordados nesse trabalho mostraram-se visíveis entre a professora e os alunos ao longo da realização das atividades propostas. Acreditamos que as atividades e as discussões promovidas pela professora conseguiram que esses alunos avançassem nos significados de suas concepções e favoreceram a internalização do conhecimento, já que ao final do desenvolvimento da sequência proposta houve uma melhora significativa da utilização dos conceitos utilizando o Modelo Cinético Molecular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico. **Rio de Janeiro: Contraponto**, p. 7-37, 1996.

BORGES, A. Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

DE CASTRO LIMA, Maria Emília Caixeta; DE AGUIAR JUNIOR, Orlando Gomes; PAULA, Helder de Figueiredo. Formação e Evolução dos Conceitos. **Apostila ENCI**, 2014.

Energia Cinética de um gás (animação)

Disponível em: <http://youtu.be/oP7LjGgCxsl>

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 32-36, 2008.

Formação de PbI_2 a partir de $Pb(NO_3)_2$ e KI

Disponível em: http://youtu.be/gIPEXP_8FK4

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa / Paulo Freire. – São Paulo: Paz e Terra, 1996. – (Coleção leitura).

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. Stretching models too far. In: **Annual conference of the american educational research association, San Francisco**. 1995. p. 18-22.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

LISBOA, Júlio Cezar Foschini. **Ser Protagonista–Química**. SM. São Paulo, v. 1, 2010.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química**. Scipione, v.1, 2014.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química Manual do Professor**. Scipione, v.1, 2014.

NACIONAIS, Curriculares. PCN+ Ensino Médio. **Brasília: MEC, SEMTEC**, 2002.

NACIONAIS, Parâmetros Curriculares. ensino médio. **Brasília: Ministério da Educação**, p. 538-545, 1999.

PERUZZO, Francisco Miragaia; DO CANTO, Eduardo Leite. **Química na abordagem do cotidiano**. Moderna, v. 1, 2010.

PIAGET, Jean; BRAGA, Ivette. **Para onde vai a educação?** José Olympio, 1973.

Piaget for chemists. Explaining what "good" students cannot understand. **Journal of Chemical Education**, v. 52, n. 3, p. 146, 1975.

PIAGET, J. (1978a). **A Tomada de Consciência**. Trad. Edson Braga de Souza. Ed. Melhoramentos, São Paulo (original publicado em 1974).

REIS, Martha. **Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia**. São Paulo: FTD, v.1, 2010.

SANTOS, Wilson Luiz Pereira; MÓL, Gerson de Souza. **Química cidadã**. São Paulo: Nova Geração, v. 1, 2010.

SÁ, EF de. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação**. 2009. Tese de Doutorado. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Teoria molecular de la matéria

Disponível em: <http://youtu.be/vLGjOga0ctQ>