



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Gustavo de Queiroz Campos**

Uma Proposta de Experimentos Demonstrativo-investigativos para o  
Ensino de Equilíbrio Químico.

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Brasília – DF**

**1°/2016**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Gustavo de Queiroz Campos**

Uma Proposta de Experimentos Demonstrativo-investigativos  
para o Ensino de Equilíbrio Químico.

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de  
Química apresentado ao Instituto de Química  
da Universidade de Brasília, como requisito  
parcial para a obtenção do título de Licenciado  
em Química.

**Orientador: Roberto Ribeiro da Silva**

**1º/2016**

## DEDICATÓRIA

“Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a  
eletricidade e a energia atômica: a vontade.”

— Albert Einstein

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter sido a minha base durante todo o curso, me dando forças e nunca ter me deixado pensar em desistir.

À minha mãe, motivo pelo qual tenho cada vez mais a vontade de crescer e ser o melhor no que faço. Mulher que me incentivou e me ajudou de maneira única todos esses anos.

Ao professor Roberto, meu orientador e profissional que tenho como referência, que me auxiliou de maneira exemplar na realização deste trabalho.

A todos os meus amigos de curso que fizeram parte da minha graduação e que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal.

## SUMÁRIO

Introdução.....	8
Capítulo 1 – As Dificuldades no Ensino de Ciências.....	10
Capítulo 2 – As Dificuldades no Ensino de Equilíbrio Químico. ....	13
Capítulo 3 – A Experimentação no Ensino de Química.....	17
Capítulo 4 – A Experimentação Demonstrativa-investigativa no Ensino de Equilíbrio Químico. ....	21
4.1 Experimento do Galinho da Chuva .....	22
4.2 - Experimento Garrafa Azul .....	24
4.3 - Experimento: teste da mentira.....	26
4.4 - Experimento Chuva Ácida – Equilíbrio $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ .....	28
4.5 - Equilíbrio Líquido-gás – Água Mineral com e sem Gás.....	30
4.6 - Equilíbrio solvente-soluto .....	32
Referências .....	34

## RESUMO

A experimentação no ensino de Química é um recurso que pode fazer com que os alunos despertem o interesse em determinado conteúdo. A forma em que um experimento é trabalhado com o aluno pode auxiliar também no desenvolvimento de um caráter investigativo, onde além de entender determinado conteúdo, o aluno também conseguirá relacionar o que foi visto com os fenômenos que os cercam em seu dia a dia.

Devido à complexidade e as diversas dificuldades encontradas no ensino de equilíbrio químico, este trabalho propõe a utilização de alguns experimentos para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Esses experimentos permitem que o estudo de equilíbrio químico possa ser abordado por diferentes aspectos, facilitando assim a aprendizagem do aluno.

**Palavras-chaves:** equilíbrio químico, experimentação, ensino de química.

## INTRODUÇÃO

Há algum tempo, o professor era considerado como aquele que possuía o conhecimento, e que esse era repassado aos seus alunos, muitas vezes sem nenhuma reflexão ou análise sobre esse processo. Hoje sabemos que a tarefa de ensinar não é tão trivial como parece e que diversos obstáculos são encontrados durante o processo de ensino-aprendizagem. Esses obstáculos são alvo de inúmeras publicações que são feitas todos os anos por pesquisadores da área de ciências, a fim de ajudar na melhoria aprendizado dos alunos.

Para relacionar alguns dos principais problemas encontrados em sala de aula no processo de ensino-aprendizagem em ciências, com foco no ensino de equilíbrio químico, conteúdo abordado nas turmas de ensino médio, esse trabalho pode ser dividido em duas partes principais: na primeira parte relacionamos os principais problemas encontrados no ensino de ciências atualmente, levando em consideração os aspectos históricos que influenciam na forma de se ensinar nos dias de hoje. Além disso, com um foco maior no ensino de Química, apontamos diversos problemas encontrados no ensino de equilíbrio químico.

Na segunda parte do trabalho, são propostos alguns experimentos que possam ajudar no processo de ensino-aprendizagem, levando em consideração que a experimentação pode auxiliar o professor a minimizar as dificuldades encontradas pelos alunos no entendimento de Química.

Diversas dificuldades são encontradas no processo de ensino-aprendizagem como: a falta de estrutura das escolas, que muitas vezes não possuem salas de aula e laboratórios de qualidade, falta de tempo necessário para se trabalhar todo o conteúdo, etc. Estes obstáculos, atrelado muitas vezes, com a má formação dos professores, que muitas vezes não se preocupam em utilizar as técnicas e metodologias que atendem as dificuldades dos alunos, são um dos fatores que justificam a situação crise no ensino de ciências.

No ensino de Química a situação não é diferente da encontrada nas outras áreas da ciência, além dos diversos problemas relacionados, existe uma série de obstáculos que devem ser enfrentados pelo professor, por exemplo: a abstração necessária para o entendimento dos



conteúdos faz com que os alunos encontrem dificuldades no aprendizado. Alguns conteúdos necessitam de um conhecimento prévio de outros conteúdos para que o aluno possa entender o que está sendo ensinado

Sendo considerado um dos conteúdos mais complexos de se ensinar em Química, devido ao fato de que necessita de um vasto conhecimento prévio de diversos outros conteúdos, para se ensinar equilíbrio químico, devemos considerar inicialmente às diversas concepções prévias dos alunos. Sendo assim, cabe ao professor encontrar a melhor forma de melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Dentro da área de ensino de Química, diversas estratégias são pensadas a fim de tentar ajudar no entendimento do conceito de equilíbrio químico, dentre essas, a experimentação tem tido um maior destaque. Pode-se perceber que por meio da experimentação, o professor pode de maneira mais fácil, abordar o conteúdo, e ao mesmo tempo, orientar o aluno a aperfeiçoar os seus conhecimentos prévios, fazendo com que entenda melhor o conceito científico que está sendo abordado. Sendo assim, a aula com um maior caráter investigativo faz com que desperte o interesse do aluno, ajudando no seu aprendizado.

## **CAPÍTULO 1 – AS DIFICULDADES NO ENSINO DE CIÊNCIAS.**

Um dos maiores desafios para um professor de ciências atualmente, é achar a melhor maneira de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente. Não é difícil falar com alguém sobre Física, Matemática e Química, por exemplo, e perceber que o desempenho da maioria dessas pessoas nessas disciplinas no ensino médio não é considerado bom. Tal problema também foi constatado por Pereira (2008) ao citar Beltran e Ciscato<sup>1</sup>:

É fácil constatar que a maior parte das pessoas, mesmo após frequentar a escola de 1º e 2º graus, sabem pouco de Química. Pouquíssimas delas sabem se posicionar sobre problemas que exigem conhecimento da matéria (1991, p.15).

Os níveis de escolaridade citado pelos autores representam atualmente o ensino fundamental e ensino médio respectivamente. Nesses dois níveis de formação, o objetivo do estudo de ciências não deve ter apenas como objetivo a transmissão de conhecimentos e mera repetição do conteúdo encontrado nos livros didáticos. Deve fazer com que os alunos sejam capazes de refletir sobre os fenômenos que os cercam e se tornarem cidadãos críticos capazes de entender os problemas cotidianos. Porém, não é o que podemos observar com a situação da atual crise no ensino em que vivemos no país e no mundo.

Na segunda metade do século XX, após a segunda guerra mundial, e o início da guerra fria, o Brasil começa a ter uma grande influência dos Estados Unidos, que ao sair perdendo a corrida espacial para antiga União Soviética, investiu na formação de cientistas através de um ensino tecnicista. Até hoje podemos encontrar no Brasil, algumas características no ensino que são reflexos dessa metodologia fortemente utilizada nos anos 60 no país. Esse tipo de metodologia é baseado na mera repetição de conteúdo, no qual o aluno devia ser enquadrado nos moldes em que a indústria e a tecnologia exigiam. A relação entre professor e aluno se dava apenas de forma técnica e, com isso, o aluno distancia o que aprende em ciências com as aplicações no seu cotidiano.

<sup>1</sup>BELTRAN, N. O. e CISCATO, C. A. M. Química (coleção magistério para 2º grau). São Paulo: Cortez, 1991.

O problema da má formação em ciências não é um problema apenas do Brasil, mas também em diversos outros países. Parece que o ensino focado para a formação de cientistas, de caráter eminentemente conteudista, tem levado, na verdade, a uma fuga desta profissão. A Ciência é tratada de forma tão distante do mundo dos alunos, que não os motiva a se aprofundarem em estudos específicos nesta área. (PEREIRA, 2008).

Outro fator que atualmente contribui para esse problema no Brasil, é que o ensino de ciências, muitas vezes, é focado em técnicas para fazer com que o aluno decore fórmulas e conteúdos, com o objetivo principal de prepara-lo para ter uma boa avaliação em exames da própria escola e, principalmente, nos vestibulares. Isso faz com que o aluno tenha um maior desinteresse em ciências, tendo em vista que não consegue ver nenhuma aplicação daquilo que estuda. Diante desse problema, é muito comum encontrar em textos oficiais, pedidos para que os professores contextualizem o conteúdo dado em sala de aula, relacionando também, o conteúdo com uma interface entre ciência-tecnologia-sociedade, visando um maior interesse dos alunos.

Fourez (2003), fala sobre o que ele chama de “a atual crise no ensino de ciências” e que esta, por sua vez, se deve principalmente aos alunos, professores, empresas, empregados e a sociedade em geral. Atualmente podemos perceber que o desejo de ingresso nas universidades e faculdades em geral, em cursos voltados para o estudo da sociedade e a psicologia tem aumentado. Isso se deve por que os alunos estão querendo, primeiramente, entender como aquilo que foi estudado pode ser aplicado, ou qual importância social e econômica. Quanto aos professores de ciências, a sua formação está sendo feita para que eles sejam basicamente técnicos em ciências. Até mesmo na sua graduação, os seus próprios professores também, muitas vezes, não foram formados para serem educadores.

Porém será que nós professores estamos preparados para mostrar para nossos alunos tal importância e aplicação da ciência?

Fourez (2003) em uma análise mais detalhada a respeito da situação atual no ensino de ciências apresenta algumas controvérsias que nos ajudam a entender melhor alguns problemas do ensino, porém, vale ressaltar que, cada professor pode defender diferentes ideias num mesmo tópico, dependendo do seu ponto de vista. A primeira controvérsia se deve pensar sobre, seria a respeito de:

**A quantidade de conteúdo versus a qualidade da formação:** Para o professor, deve estar claro o que é mais importante, passar uma grande quantidade de conteúdo, ou aprofundar os conhecimentos dos alunos numa menor quantidade de temas?

Para que possamos formar pessoas críticas, e ao mesmo tempo, desenvolver no aluno um caráter científico-investigativo, uma maior quantidade de tempo é necessário. Tal condição faz com que muitos professores deixem de trabalhar aquilo com seus alunos, e um dos principais motivos para que isto ocorra é a grande quantidade de conteúdo que se deseja trabalhar. Essa sem dúvida é um dos principais fatores que faz com que a ciência não seja compreendida, uma vez que devido ao não aprofundamento do conteúdo e da falta de discussão sobre determinados fenômenos, levam os alunos a terem uma percepção de uma ciência acabada, onde não há mais nada a ser descoberto.

**Alfabetização científica e técnica versus proezas científicas:** deve se pensar se o objetivo do ensino é a formação de cientistas ou apenas, por um lado mais humanista, alfabetizar os alunos tratando de temas como poluição, aquecimento global, e etc.

**Alfabetização científica individual ou coletiva:** O que temos hoje é uma escola que tem como objetivo formar cidadãos de forma individual, não considerando que todos estão inseridos numa comunidade, na qual as relações entre eles podem aprimorar os seus conhecimentos.

**Ciências de situações e materiais idealizados ou ciências de todos os dias:** esse ponto está diretamente relacionado com a alfabetização científica. Devemos saber se o ensino em que está sendo feito será voltado para que o aluno aplique a ciência no seu dia a dia, ou que veja a ciência apenas como àquela feita em laboratórios.

**Lugar do teórico e da experimentação:** O principal equívoco de professores de ciências quanto à experimentação, é a utilização das práticas como comprovação de alguma teoria. É comum achar professores que defendem a ideia de que se deve ensinar uma teoria e só depois realizar experimentos, para que o aluno veja na prática o que foi estudado. Esse problema faz com que o aluno não se questione sobre os fenômenos que os cerca e passa a ter tal teoria como verdade absoluta. A experimentação deve ter como objetivo fazer com que o aluno busque descobrir respostas para explicar determinados problemas, e só assim, devemos mostrar qual é a melhor teoria aceita pela comunidade científica.

**Lugar da tecnologia:** Os professores ensinam ciências e mostram a tecnologia relacionada com determinado conteúdo como se uma dependesse da outra. Devemos lembrar que a esta forma de saber chamada ciência se formalizou somente a três séculos, enquanto artefatos tecnológicos são conhecidos desde a pré-história. (PEREIRA, 2008).

## **CAPÍTULO 2 – AS DIFICULDADES NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO.**

A dificuldade no processo de ensino-aprendizagem em Química não é um assunto novo. Pesquisadores da área de ensino vêm investigando esse problema no sentido de gerar um aprendizado de qualidade. Fazer com que o aluno entenda determinados conteúdos às vezes demanda muito esforço de quem ensina. O conceito de equilíbrio químico não é uma tarefa fácil para os professores de ensino médio, tendo em vista que para entender bem a sua definição, é necessário ter conhecimento sobre vários outros assuntos da Química como reversibilidade de reações, concentração de soluções, interações intermoleculares etc.

Para se abordar qualquer assunto em sala de aula, o professor deve levar em consideração todo o conhecimento prévio que os alunos têm. Na escola, o conceito de equilíbrio químico está restrito apenas a disciplina de Química. Entretanto, quando esse conceito é introduzido em sala de aula, os alunos já trazem consigo concepções e experiências relacionadas à ideia de equilíbrio, o que pode ocasionar dificuldades na aprendizagem do conceito científico (MACHADO E ARAGÃO,1996); esse portanto, pode ser a primeira dificuldade encontrada pelo professor.

A ideia de equilíbrio que os alunos têm inicialmente muitas vezes está ligada a um senso comum, e seu significado é baseado nas definições encontradas nos dicionários. Por exemplo, o equilíbrio pode ser definido como uma igualdade de forças em um sistema em oposição, ou como algo estático, sem movimento. Com isso, ao analisar a representação de uma reação em equilíbrio, a partir dos conhecimentos já adquiridos, o aluno poderá observar que as setas que indicam o sentido das reações possuem o mesmo tamanho, o que confirma a ideia de igualdade de forças do equilíbrio. Portanto, para muitos alunos a reação para de acontecer quando um sistema está em equilíbrio, pois todas as forças que estão agindo sobre um sistema são iguais, e esse ponto é atingido quando nenhuma mudança macroscópica é observada.

Devido a tal concepção, os professores procuram achar métodos que amenizem este problema no processo de ensino-aprendizagem. Na literatura podemos encontrar, por exemplo, analogias que comparam equilíbrio químico com uma pessoa correndo em um sentido em uma esteira ergométrica, que se movimenta no sentido contrário (Mendonça, Justi e Ferreira, 2005). Tal alternativa nos mostra a preocupação de passar aos alunos a percepção

que o equilíbrio químico é dinâmico, e há a formação de produtos e reagentes numa mesma velocidade, ou seja, que ao mesmo tempo produtos e reagentes são formados, não sendo necessário que haja um consumo completo dos reagentes para que ocorra a reversibilidade.

Outro fator que dificulta o entendimento de equilíbrio químico e a sua reversibilidade. Não é raro encontrar interpretações de como se comporta uma reação no estado de equilíbrio de forma equivocada. Os alunos imaginam que o equilíbrio se dá de forma semelhante a que é representado uma reação, em que reagentes e produtos estão em lados distintos. Desta forma, nota-se que há uma dificuldade para a compreensão de que o equilíbrio possa ocorrer no mesmo frasco, para eles a reação teria compartimentos que separam produtos e reagentes.

Machado e Aragão (1996), também atribuem a esse problema a diversas outras concepções que podem ser feitas pelos alunos, como: é possível alterar a concentração só dos reagentes ou só dos produtos, as colisões ocorrem apenas entre reagentes ou entre produtos, é possível alterar a pressão ou a temperatura apenas em um dos dois ‘lados’ do equilíbrio.

Adotando algumas técnicas experimentais, por exemplo, o professor pode conseguir levar o aluno a compreender a não separação entre produtos e reagentes no estado de equilíbrio. Entretanto, outra concepção equivocada pode ser construída. Se considerarmos que o equilíbrio químico está ocorrendo dentro de um mesmo recipiente, é criada para o aluno a ideia de que as concentrações de produtos e reagentes são iguais. Esse problema é gerado quando tentamos explicar o que é a constante de equilíbrio de uma reação, muitas vezes o aluno não consegue diferenciar o que é constante do que é igual.

Para evitar esse tipo de erro, esse problema deve ser explicitado aos alunos, para que eles possam entender que no equilíbrio, produtos e reagentes podem ter concentrações diferentes. Para isso o uso correto das setas de equilíbrio e o entendimento dos fatores que alteram o estado de equilíbrio como pressão, temperatura e concentração das espécies envolvidas é indispensável.

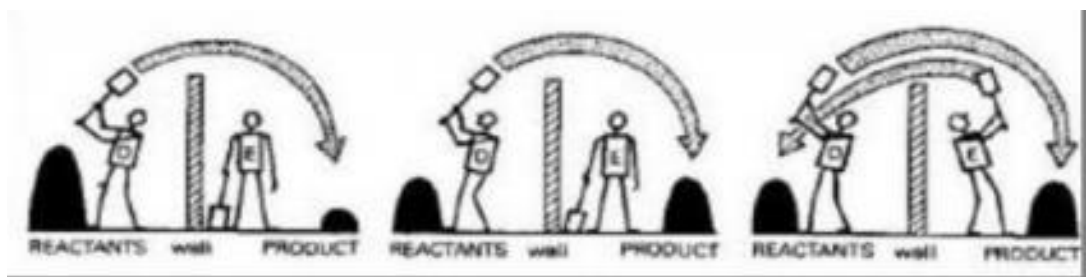
A dificuldade no processo de ensino-aprendizagem de equilíbrio químico não se dá apenas por parte dos alunos, a forma que o professor aborda o conteúdo em sala de aula interfere diretamente no aprendizado do aluno. O sistema de ensino que temos atualmente ainda sofre influência do ensino tecnicista, iniciado nos anos de 1960 e 70. Nessa época o objetivo era voltado apenas para a mera repetição de conteúdo e técnicas para decorar as informações transmitidas pelo professor, mas que nem sempre eram assimiladas. Nesse contexto, a abordagem de equilíbrio químico nas salas de aula muitas vezes é voltada apenas

para o aspecto quantitativo em detrimento do qualitativo, fato que Machado e Aragão também descreveram em 1996.

Com isso, o que se pode observar é que, ao final do ano letivo, os alunos são capazes apenas de saber todos os fatores que alteram o equilíbrio, e a partir de fórmulas matemáticas, calcular constantes de equilíbrio para diferentes casos. Entretanto, não relacionam o valor dessa constante com a extensão da reação ou a concentração das espécies envolvidas.

Durante as aulas, algumas expressões utilizadas pelos professores e que são facilmente encontradas em livros didáticos, também interferem no processo de ensino-aprendizagem do aluno. Ao explicar os fatores que alteram o estado de equilíbrio, comumente é utilizada a expressão: “desloca o equilíbrio pra direita, ou para esquerda”, essa frase nos remete a concepção dos recipientes compartimentados já citados. Tal problema também foi observado por Mendonça, Justi e Ferreira (2005), que comparam essa explicação com o movimento de um pendulo. Essa forma de abordar o conteúdo faz com que o aluno interprete que a reação só acontece em um sentido de cada vez.

Diante de inúmeras interpretações e dificuldades para se ensinar equilíbrio químico, professores procuram sempre diferentes técnicas para ensinar, o uso de analogias é uma das principais delas, mas que muitas vezes, na tentativa de auxiliar no aprendizado, elas podem ser geradas ainda mais interpretações equivocadas. A analogia é a comparação de algo que é de conhecimento do aluno com algo ainda é desconhecido para ele. Na tentativa de uma melhor compreensão de equilíbrio químico, algumas analogias podem ser encontradas até mesmo nos livros didáticos como:



Analogia dos operários em movimento.

Fonte: Raviolo e Garritz (2008, p.17)

Ao analisarmos a figura, podemos observar que ao tentar comparar a ação dos operários com o conceito equilíbrio químico, não estaremos explicitando aos alunos a ideia correta do conceito de uma reação reversível. Pois o aluno poderá interpretar que os reagentes só poderão ser formados quando for atingido um estado de equilíbrio. Além disso, podemos

observar que para essa analogia, o estado de equilíbrio só poderá ser alcançado quando a quantidade de reagentes e produtos forem iguais.



## **CAPÍTULO 3 – A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.**

Diante de diversas dificuldades que podemos encontrar no processo de ensino-aprendizagem em ciências e, sobretudo, em equilíbrio químico, a experimentação é um dos principais recursos utilizados atualmente na busca do aprimoramento do ensino. Isso pode ser observado vendo o número de pesquisas e artigos publicados na área de ensino de ciências, que têm crescido consideravelmente nos últimos anos. Não é incomum encontrar professores que defendam que a experimentação seja uma boa estratégia para motivação do aluno, ou até mesmo os próprios alunos que a consideram como essencial.

Apesar de hoje já ser de conhecimento dos professores que a abordagem experimental estimula o interesse dos alunos de forma significativa, além de desenvolver o pensamento crítico, que o torna capaz de se questionar e refletir sobre os fenômenos que os cercam, ainda há algumas contradições na literatura de onde e quando essa abordagem começou a ser feita. Há informações de que a experimentação foi inserida pela primeira vez no contexto escolar em 1865, no Royal College Chemistry, na Inglaterra (GALIAZZI, 2000). Porém, Gonçalves (2005) salienta que no século XVIII, na França, já existiam pelo menos 600 locais de experimentação e observação.

No Brasil, somente no início do século XX é que os órgãos oficiais começaram a estimular a experimentação no ensino. Essa proposta era inspirada no que o educador John Dewey defendia, na qual o ensino de ciências deveria estar relacionado com o cotidiano do aluno, substituindo o ensino tradicional que era baseado em técnicas de memorização, reprodução de conhecimento e livresco. Mesmo com esse estímulo somente duas décadas depois é que surgem as primeiras tentativas de mudança no ensino de ciências espelhado no sistema de ensino americano.

Na década de 50, em âmbito mundial, a publicação do Biological Science Curriculum Study - BSCS, Chemical Education Material Study - CHEMS, Physical Science Study Committee - PSSC e na Inglaterra os cursos Nuffield de Biologia, Química e Física trouxeram um grande avanço no ensino experimental. Esses projetos eram baseados na ideia de que o professor deveria ser um mediador que conduziria os alunos a chegarem aos conceitos fundamentais a partir da prática, e inspiraram na produção de materiais de ensino no Brasil.

A partir daí diversos programas foram criados com o foco em pesquisa na área de ensino em ciências. Atualmente não há no Brasil programas direcionados a atividades experimentais especificamente, porém, o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência - PIBID, e o Programa Nacional do livro didático - PNLD, entre outros, se preocupam de modo geral com o ensino de ciências no país.

O ensino do conhecimento científico é um conjunto de ideias que tenta explicar os fenômenos que ocorrem no cotidiano e aqueles que podem ser observados em laboratórios. A teoria que embasa essas ideias é aceita quando consegue explicar e prever um maior número de fenômenos já conhecidos, porém pode ser mudada na ocorrência de algum fenômeno novo. Para exemplificar tal fato, podemos citar as diversas teorias que já foram criadas para explicar a constituição da matéria, desde os antigos gregos até o modelo atômico atual, sendo assim o conhecimento científico é considerado como uma “verdade transitória”.

De forma geral, mesmo com todas as teorias que já foram criadas ao longo da história, a ciência moderna possui um alto poder de previsão de fenômenos, nos dando um maior grau de generalização, ou seja, as teorias atuais podem ser comparadas com um grande número de fenômenos. Isso ocorreu devido, por exemplo, ao desenvolvimento da mecânica quântica.

Para que a experimentação possa auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de forma efetiva, ela deve ser planejada pelo professor a fim de fazer com que o aluno se questione sobre o fenômeno que lhe é apresentado, e a partir daí, consiga fazer generalizações, aplicando o que foi aprendido em diferentes situações.

Atividades experimentais que são realizadas com intuito de comprovar alguma teoria já estudada faz com que seja criada a ideia do conhecimento científico como uma verdade absoluta, neste caso, não poderia afirmar que esse experimento seria uma boa estratégia para melhorar o processo de aprendizagem. Além disso, existem outros fatores que impedem que a atividade experimental seja feita de maneira que se tenha um bom aprendizado. Estudos demonstram que até mesmo a forma em que é abordado o experimento, sem que haja uma discussão, seguindo apenas o roteiro, pode causar um grande desinteresse dos alunos.

A realização de experimentos tendo como foco principal apenas nas mudanças macroscópicas é outro fator que pode contribuir para que o objetivo do experimento não seja alcançado, pois limita o aluno de entender os aspectos microscópicos e não produz nenhum significado para ele.

No ensino de Química, a experimentação é fundamental para o aprendizado de determinados conteúdos. Ensinar equilíbrio químico, por exemplo, requer muito esforço dos

professores e alunos, levando em consideração a complexidade do conteúdo. Porém, além das diversas dificuldades encontradas pelo professor, ele ainda pode encontrar diversos obstáculos para conseguir realizar experimentos. Silva, Machado e Tunes (2010) relacionam alguns problemas comumente encontrados nas escolas como:

- a falta de laboratórios,
- a ausência de materiais, tais como reagentes e vidrarias,
- a falta de espaços apropriados para realização dos experimentos,
- a falta de tempo, levando em consideração a grade curricular de ciências,
- o deslocamento dos alunos até o laboratório, que muitas vezes pode não ser bem aceito pela administração, entre outros.

Essa situação ainda é muito comum no Brasil, entretanto, algumas medidas tomadas pelo professor podem ajudar a minimizar esses problemas. As atividades demonstrativo-investigativas, também estudadas por Silva, Machado e Tunes (2010), pode ser uma boa alternativa na busca de um melhor processo de ensino-aprendizagem. Essas atividades são apresentadas pelo professor durante as aulas por meio da demonstração de fenômenos simples, na qual ele poderá relacionar a teoria e a experimentação.

A aplicação de atividades desse tipo pode aperfeiçoar o ensino, tendo em vista que haverá uma maior interação dos alunos entre si e o professor. Ao questionar o aluno e estimulá-lo a investigar determinados fenômenos, poderemos observar as diferentes concepções que os alunos poderão ter, e isso poderá ajudar o professor a orientar os alunos, relacionando a teoria com o experimento. Essa atividade deverá fazer com que o aluno consiga relacionar a prática com alguma teoria, mas não necessitando chegar a dados quantitativos. Geralmente esse tipo de atividade é bem simples e gera resíduos que podem ser descartados na pia ou reaproveitados.

Uma das maneiras em que o professor pode conduzir a atividade é fazendo inicialmente uma pergunta que desperte a curiosidade dos alunos, dessa forma o aluno terá um maior interesse na realização do experimento e na solução para o problema proposto. Esse questionamento pode ser utilizado até mesmo como título do experimento. Muitas vezes o título do experimento encontrado nos roteiros já fornece ao aluno a ideia do que irá acontecer, fazendo com que ele não se interesse.

O passo seguinte seria elaborar o que pode ser definido como observação macroscópica, interpretação microscópica e expressão representacional. A observação macroscópica seria a descrição do que acontece visualmente no experimento como mudanças

de cor, liberação de gases, mudanças de estado físico por exemplo. Em seguida, o professor poderá fazer algum questionamento para que, após levantar as concepções dos alunos, ele possa guiá-los a uma interpretação microscópica, essa por sua vez, refere-se à explicação científica da ocorrência de determinado fenômeno. E por fim, a expressão representacional, que é a forma em que pode ser escrito o fenômeno, seja através de equações químicas, fórmulas, gráficos e etc.

Após o professor interpretar as concepções prévias dos alunos, para poder auxiliá-los a reformular suas ideias, caso esteja muito diferente do conceito científico, o professor poderá utilizar de aspectos históricos, pois muitas vezes pode haver um pensamento paralelo entre os alunos e os que já foram aceitos em outra época. Essa abordagem também possui uma grande importância no processo de ensino-aprendizagem, pois mostra aos alunos como foi construído o conhecimento científico atual. Muitas vezes é ensinada aos alunos a evolução da elaboração de conceitos dando-lhes a ideia de que determinadas teorias foram criadas por mentes geniais, e que no espaço de tempo entre cada teoria nova ser aceita, a ciência esteve estagnada.

Com isso, o aluno já poderá ter uma maior facilidade de entender alguma expressão que represente determinado fenômeno, e o professor poderá fazer uma síntese do que foi dado utilizando da linguagem científica. Após o esclarecimento dos questionamentos dos alunos, o professor também poderá incluir uma abordagem que relacione a ciência com a tecnologia, a sociedade e meio ambiente – a interface CTSA.

## **CAPÍTULO 4 – A EXPERIMENTAÇÃO DEMONSTRATIVA- INVESTIGATIVA NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO.**

Diante da complexidade de se ensinar equilíbrio químico, alguns experimentos podem ser feitos com os alunos a fim de melhorar o processo de ensino-aprendizagem além de, muitas vezes, estimular o interesse dos alunos. Tais experimentos poderão auxiliar o professor a fazer uma melhor avaliação do que foi aprendido e ajuda-lo a entender as concepções prévias dos alunos. Pensando nisso, alguns experimentos sobre equilíbrio químico podem ser realizados com os alunos como:

- Galinho da chuva – equilíbrio entre cloreto de cobalto hexa e tetra hidratado,
- Garrafa azul – equilíbrio de oxirredução
- Teste da mentira – equilíbrio ácido-base na presença do indicador azul de bromotimol;
- Chuva ácida – Equilíbrio  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ ;
- Equilíbrio de um gás em um líquido – água mineral com e sem gás;
- Equilíbrio de fases da água (sólido-líquido) – Gelo e Cloreto de Sódio

## 4.1 Experimento do Galinho da Chuva

Tema: Atmosfera

Subtema: Equilíbrio químico

Título: Como saber se a umidade do tempo está alta ou baixa?

Materiais/Reagentes utilizados:

- Galinho da chuva,
- Secador de cabelo,
- Frasco borrifador de água,
- Frasco com galinho em ambiente úmido,
- Frasco com galinho em ambiente seco.

Procedimento experimental:

- Borrifar água no galinho da chuva e observar a cor do mesmo.
- Com auxílio do secador, assoprar ar quente sobre o galinho e observar a cor.

Observação macroscópica:

- Registrar no quadro as mudanças de cor observadas.

Interpretação microscópica:

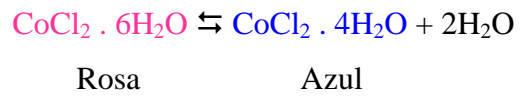
O galinho da chuva é um molde de plástico revestido com uma película de um tecido sintético, o qual foi umedecido com uma solução de cloreto de cobalto e, posteriormente, secado.

A substância cloreto de cobalto ( $\text{CoCl}_2$ ) tem uma propriedade de quando exposta a um ambiente úmido absorver água e apresentar uma coloração rósea, isso ocorre devido à formação do cloreto de cobalto hexahidratado –  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Quando borrifamos água sobre o galinho, ocorre a hidratação do cobalto presente na superfície, favorecendo assim o equilíbrio para a formação do complexo hexahidratado de cor rosa. De forma reversível, quando aquecemos o galinho com o secador, retiramos a água que está ligada ao composto de cobalto, deixando-o desidratado e com a cor original do cloreto de cobalto tetra hidratado -  $\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

Sendo assim, quando o galinho estiver apresentando a coloração rósea, indicará que o ambiente está úmido, indicando uma possibilidade de chuva.

Expressão representacional:



Interface CTS

Em grande parte do ano, as altas temperaturas na maior parte do país juntamente com a pouca umidade do ar podem trazer diversos danos a saúde, crises de asma, infecções bacterianas e virais. Por outro lado, o excesso de umidade dificulta o processo de evaporação do suor, que ajudar a resfriar o corpo, causando sensação de desconforto.

## 4.2 - Experimento Garrafa Azul

Tema: Equilíbrio Químico

Subtema: Equilíbrio de oxirredução

Título: Como fazer para um líquido mudar de cor apenas agitando a garrafa?

Materiais / reagentes utilizados:

- Frasco de vidro ou plástico incolor
- 100mL de solução de dextrosol 3,2% (glicose)
- 100mL de solução de hidróxido de sódio 3.2%
- 3 gotas de azul de metileno 1%

Procedimento experimental:

Em um frasco de 500mL, adicionar a solução de hidróxido de sódio e a solução de dextrosol. Em seguida, adicionar as 3 gotas de azul de metileno, vede bem o frasco e agite o frasco, em seguida, deixe-o em repouso por alguns minutos. Observe o que acontece.

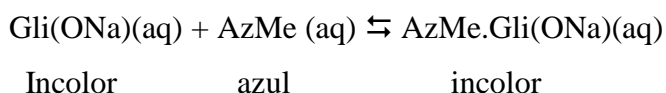
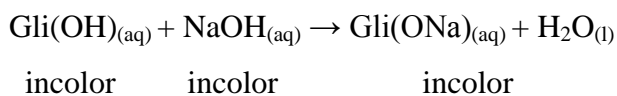
Observação macroscópica

Ao agitar a garrafa, podemos observar que a solução terá a cor azul, ao deixarmos em repouso, observa-se que a solução se torna incolor.

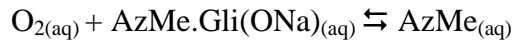
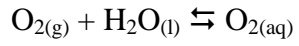
Interpretação microscópica:

A glicose em meio alcalino é uma substancia redutora, ela reduz lentamente o azul de metileno até o leuco-metileno (incolor). Ao agitar a solução, um processo inverso, o gás oxigênio presente no ar oxida novamente o leuco-metileno até o azul de metileno. Este procedimento pode ser repetido algumas vezes, mas somente enquanto o gás oxigênio e a glicose não forem completamente consumidos. Após um longo tempo (cerca de 24 horas), a solução adquire uma cor amarela, não se observando a mudança de cor (incolor/azul).

Expressão representacional:







Incolor

azul

### Interface CTS

O gás oxigênio presente no ar, ao entrar em contato com a água dos rios e lagos, se dissolve na proporção de 8,1mg por litro de água a 25°C. o oxigênio dissolvido na água reagem com substâncias orgânicas presentes, em um processo natural de despoluição

### 4.3 - Experimento: teste da mentira

Tema: atmosfera

Subtema: equilíbrio ácido-base

Título: Por que a água da chuva é ligeiramente ácida?

Materiais/reagente utilizados:

- Erlenmeyer de 1000mL,
- Frasco conta gotas contendo solução de azul de bromotimol em meio básico,
- Frasco conta gotas com vinagre,
- Frasco conta gotas contendo solução de bicarbonato de sódio 5%.
- Canudo

Procedimento experimental:

Colocar cerca de 200mL de água da torneira no Erlenmeyer, em seguida adicionar 3 gotas da solução de azul de bromotimol. Agitar. Em seguida escolher algum aluno e fazer alguma pergunta simples para ele como se ele já colou em alguma prova ou se gosta de estudar química, ele deverá responder e em seguida assoprar dentro do Erlenmeyer. Agite a solução e repita o procedimento com outros alunos. Observe a cor da solução.

Observação macroscópica:

Após assoprar algumas vezes, o frasco, observa-se uma mudança de cor da solução, de azul para amarelo claro.

Interpretação microscópica:

Quando inspiramos o ar, ele vai para dentro dos pulmões com a composição que encontramos no ar. No processo de respiração parte do oxigênio é consumido para a respiração celular. Com isso, o ar que expiramos possui uma quantidade de oxigênio menor do que tinha quando o inspiramos, e com uma maior quantidade de gás carbônico.

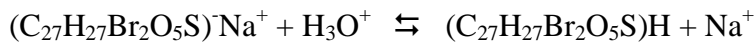
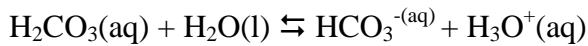
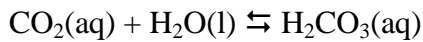
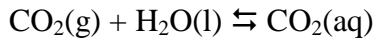
O gás carbônico presente no ar que expiramos e também no ar atmosférico é bastante solúvel em água, logo, quando assopramos dentro da solução que contém água há um aumento na acidez da solução devido a formação o ácido carbônico. Com esse aumento na acidez da solução, o equilíbrio é conturbado e essa alteração pode ser detectada meio de um

indicador ácido-base. Indicadores ácido-base são substâncias que apresentam uma cor no meio ácido e outra cor em meio básico.

Inicialmente a cor da solução era azul, o que nos indica que se tratava de um composto em meio básico, quando assopramos, o gás carbônico reage com a água, aumentando a acidez da solução, fazendo com que a solução mude de cor, tornando-se amarela.

Devido a reversibilidade do equilíbrio, a cor inicial da solução pode ser restabelecida adicionando-se gotas da solução de bicarbonato, que tem um caráter básico.

Expressão representacional:



Indicador de cor azul

indicador com cor amarela

Interface CTS:

Na zona rural, lugares onde não tenha atividades industriais e pouca poluição, é comum se observar que a água da chuva é ligeiramente ácida. Essa acidez natural ocorre devido à dissolução do gás carbônico presente na atmosfera e tem uma grande importância para o meio ambiente, pois permite a solubilização de diversos minerais presentes no solo que serão absorvidos pelas plantas.

#### 4.4 - Experimento Chuva Ácida – Equilíbrio $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$

Tema: atmosfera

Subtema: Equilíbrio Químico no estado gasoso.

Título: O que torna o ar dos grandes centros urbanos poluído?

Materiais/reagente utilizados:

- Cobre metálico,
- Cerca de 1,5 mL de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) comercial concentrado,
- Balão volumétrico de 200 mL com tampa (ou uma garrafa de vidro transparente com rolha de cortiça),
- Béquer ou um vidro de maionese
- Pipeta ou um conta gotas (1mL equivale a 20 gotas),
- Gelo,
- Água fervendo.

Procedimento experimental:

Coloque o fio de cobre dentro do balão volumétrico e adicione com o conta-gotas 1,5mL do ácido nítrico, em seguida tampe o balão. Observe o que acontece. Atingido o equilíbrio, coloque a garrafa dentro do recipiente com água gelada, em seguida coloque em contato com a água fervendo. Observe.

Observação macroscópica:

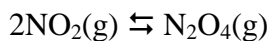
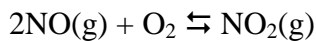
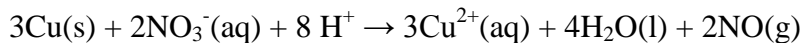
Ao colocar o cobre para reagir com o ácido nítrico, é formado um gás incolor. Quando esse gás é colocado no banho de gelo, observa-se a mudança de cor, passando de incolor para um tom de vermelho escuro. Ao colocar este mesmo gás em contato com a água fervendo, observa-se que ele volta a ficar incolor.

Interpretação microscópica:

Durante a reação do cobre com o ácido nítrico, ocorre a formação do monóxido de nitrogênio (NO), que na presença de oxigênio do ar se oxida rapidamente para NO<sub>2</sub>, um gás vermelho-tijolo. Uma vez formado em ambiente fechado, o dióxido de nitrogênio forma o tetróxido de dinitrogênio, entrando em equilíbrio.

A mudança na temperatura mostra o sentido favorecido da reação. Quando colocamos em contato com o banho de gelo, favorecemos a reação no sentido da formação tetróxido de dinitrogênio (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), que possui cor vermelho escuro. Ao colocarmos o recipiente com o gás em contato com a água fervendo, favorecemos a formação do dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), que é incolor.

Expressão representacional:



Interface CTS

Nas grandes cidades e regiões industrializadas, o ar possui uma série de outras substâncias advindas em sua grande parte de poluentes liberados pelos automóveis, pelas indústrias e etc. Tais substâncias como óxidos de nitrogênio (N<sub>2</sub>O, NO, NO<sub>3</sub>) e enxofre (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>) presentes na atmosfera formam ácidos fortes, aumentando a acidez da água da chuva.

A chuva ácida, fenômeno causado devido a esse aumento da acidez da água é extremamente prejudicial para o meio ambiente, pois ela pode acarretar muitos problemas para as plantas, animais, solo, água, e para construções feitas de mármore e calcário devido a sua capacidade de corrosão.

## 4.5 – Equilíbrio de um gás em um líquido – Água Mineral com e sem Gás

Tema: equilíbrio de solubilidade

Subtema: equilíbrio químico

Título: como é possível verificar o pH de uma solução naturalmente ácida que está perdendo a acidez?

Materiais/reagentes utilizados:

- 2 rolhas de borracha,
- 20 cm de mangueira de silicone (3 mm de diâmetro interno),
- 2 tubos de vidro de 5cm (3mm de diâmetro),
- 1 garrafa de água mineral com gaseificada,
- 1 garrafa de água mineral sem gás,
- Indicador azul de bromotimol

Procedimento experimental:

Fure as duas rolhas de modo que seja possível encaixar nos furos os tubos de vidro. Utilize a mangueira para unir as duas rolhas pelos tubos de vidro inseridos. Em seguida, pingue algumas gotas do indicador azul de bromotimol dentro das garrafas com água com e sem gás. As garrafas devem conter a mesma quantidade de água. Imediatamente após a adição, conecte as duas garrafas por meio da mangueira de silicone. Observe o que ocorre e anote os resultados.

Observação macroscópica

Ao adicionarmos o indicador azul de bromotimol nas garrafas, podemos notar a diferença na coloração da solução. Na garrafa com água gaseificada, observamos a cor amarela, e na garrafa com água sem gás observamos uma coloração esverdeada.

Com o passar do tempo, observa-se que a coloração das duas garrafas se tornam iguais, de cor amarela.

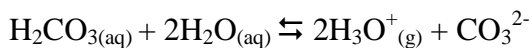
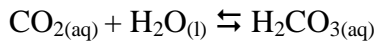
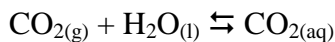
### Interpretação microscópica

O indicador azul de bromotimol possui a cor amarela em meios ácidos e a cor azul em meios básicos. E em soluções com pH próximo a 7, possui a coloração esverdeada. Ao adicionarmos algumas gotas desse indicador dentro da garrafa com água gaseificada, observamos a cor amarela, devido à presença do ácido carbônico, que se dissocia em água e dióxido de carbono, deixando o meio ácido.

Dessa forma, ao adicionarmos na garrafa com água sem gás, observamos a cor verde ou azulada, devido a solução ter um pH próximo a 7.

Com o passar do tempo, ocorre a passagem do dióxido de carbono de uma garrafa para outra por meio da mangueira de silicone. A quantidade de gás carbônico vai diminuindo com o tempo até que seja atingido o equilíbrio químico (e físico, devido a diferença de pressão no início do experimento). No momento em que o equilíbrio químico é atingido, observamos que a coloração do indicador azul de bromotimol é a mesma nas duas garrafas.

### Expressão representacional



### Interface CTS

O gás carbônico está muito presente no cotidiano. Apesar desse gás sempre ser lembrado pelo papel que desempenha no efeito estufa, são muitas as aplicações que podem utilizar as suas propriedades. Um dos exemplos de sua utilização é na produção de bebidas gaseificadas, como refrigerantes e água mineral.

## 4.6 - Equilíbrio de fases da água (sólido-líquido)

Tema: Equilíbrio Químico

Subtema: Propriedades Coligativas

Título: É possível levantar um cubo de gelo com um barbante sem amarrá-lo?

Materiais / reagentes utilizados:

Pedaço de barbante

Cubo de gelo

Sal de cozinha.

Procedimento experimental:

Coloque o pedaço de barbante umedecido sobre o gelo a 0°C, de modo que a superfície do gelo terá uma camada de água no estado líquido. Em seguida coloque um pouco de cloreto de sódio sobre a parte do barbante que está em contato com o gelo. Aguarde alguns segundos e tente remover o barbante

Observação macroscópica:

Ao tentar remover o barbante observa-se que ele fica grudado ao cubo de gelo, de maneira que podemos levanta-lo.

Interpretação microscópica:

No congelamento da água ou na fusão do gelo, existe um equilíbrio entre a água no estado sólido e no estado líquido (solidificação e fusão). Neste ponto de equilíbrio, a velocidade de formação de gelo (água no estado sólido) é igual ao de formação de água no estado líquido.

Quando adicionamos o cloreto de sódio, perturbamos esse equilíbrio, pois as partículas do soluto formam uma barreira, impedindo que as moléculas de água se agreguem ao gelo sólido. Desta forma, a velocidade de fusão passa ser maior que a de solidificação. Lembre-se que no estado de equilíbrio as velocidades nos dois processos devem ser iguais. Logo, a



adição do soluto altera o estado de equilíbrio, e na tentativa de restabelecê-lo, o sistema reage no sentido de diminuir a velocidade de fusão para igualá-la a velocidade de solidificação (que está menor). Isto é feito abaixando-se a temperatura do sistema. Nessas novas condições a água passa a congelar a  $-3^{\circ}\text{C}$ . Assim, a água líquida se congela ao redor do barbante, fazendo com que ele fique grudado ao cubo de gelo, possibilitando que se levante o cubo.

Interface CTS:

Em festas e churrascos de fim de semana é bastante comum se adicionar sal ao gelo para se obter bebidas mais geladas em um menor tempo. O abaixamento da temperatura de congelamento da água produz banhos de água e gelo com temperaturas muito inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, LUIZ H.; HARTWIG, DÁCIO R.; GIBIN, GUSTAVO B.; OLIVEIRA, RICARDO C. DE.; Contém Química: pensar, fazer e aprender com experimentos. p.110, Pedro & João editores, São Carlos, 2011

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? Investigação no Ensino de Ciência, v. 8, n.2, ago. 2003. < Disponível em: [www.if.ufrgs.br/public/ensino/bol8/n2/v8\\_n2\\_a1.html](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/bol8/n2/v8_n2_a1.html)> Acesso em: 16 de outubro de 2015.

GALIAZZI, M.C. Seria tempo de repensar as atividades experimentais no ensino de Ciências? Educação, ano XXIII, n.40, PUCRS, 2000.

GONÇALVES, FÁBIO P.; O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos Pedagógicos e Epistemológicos. Dissertação de mestrado em educação científica e tecnológica. p.11; Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. < Disponível em:

[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/outubro2011/quimica\\_artigos/dissert\\_fabio\\_goncalves.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/outubro2011/quimica_artigos/dissert_fabio_goncalves.pdf) > Acesso em: 08 de maio de 2016

MACHADO, H. A.; DE ARAGÃO, R. M. R.; Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. Química Nova na Escola, nº04, novembro, 1996. <Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/aluno.pdf> > Acesso em: 07 de Dezembro de 2015.

MAIA, DALTAMIR J.; GAZZETI, WILSON A.; CANELA, MARIA C.; SIQUEIRA, ALINE E.; Chuva ácida: Um Experimento para Introduzir Conceitos de Equilíbrio Químico e Acidez no Ensino Médio. Química nova na escola, Nº 21, Maio, 2005.

MENDONÇA, PAULA C. C.; JUSTI, ROSÁRIA S.; FERREIRA, POLIANA F. M.; Analogias usadas no ensino de equilíbrio químico: Compreensões dos alunos e papel na

aprendizagem. Universidade de Minas Gerais, VII Congreso Enseñanza de las ciencias, 2005. <Disponível:[http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp193anausa.pdf](http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp193anausa.pdf)> acesso em: 07 de dezembro de 2015.

MUHLBEIER, H. C.; CARVALHO, DE A. C.; Compreensão do conceito de equilíbrio químico por estudantes de ensino médio, com foco no uso de analogias. Universidade regional de Ijuí, Rio Grande do Sul. <Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/download/2795/2369> > Acesso em: 27 de novembro de 2015

PEREIRA, C. L. N; A História da ciência e a experimentação no ensino de química orgânica. 2008. 125f. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008. <Disponível em <http://repositorio.unb.br>>. Acesso em: 07 de dezembro de 2015.

SILVA, R. R; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Ensino de Química em foco / organizadores: Wildson L. P. dos Santos, Otávio Aloisio Maldaner, Cap. 9 – Experimentar Sem Medo de Errar. p. 230; ed. Unijuí, coleção: educação em Química, Ijuí, 2010.