

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA**

FRANCIELLE SIQUEIRA

**UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE *SOFTWARE* EDUCACIONAL PARA  
O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO**

MARINGÁ - PR  
2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA**

FRANCIELLE SIQUEIRA

**UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE *SOFTWARE* EDUCACIONAL PARA O ENSINO  
DE EQUILÍBRIO QUÍMICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

Área de concentração:  
Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Ourides Santin Filho.  
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino.

MARINGÁ - PR  
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

S618u Siqueira, Francielle  
Utilização e avaliação de software educacional  
para ensino do equilíbrio químico / Francielle  
Siqueira. -- Maringá, 2017.  
216 f. : il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Ourides Santin Filho.  
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-  
Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática,  
2017.

1. Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC).  
2. Software educacional. 3. Equilíbrio-químico -  
Ensino. 4. Química - Ensino. 5. Teoria da Ação  
Mediada. I. Santin Filho, Ourides, orient. II.  
Cirino, Marcelo Maia, coorient. III. Universidade  
Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas.  
Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência  
e a Matemática. IV. Título.

CDD 23.ed. 540.7

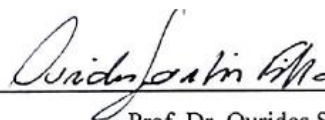
GVS-003743

**FRANCIELLE SIQUEIRA**

**UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL PARA  
O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO**

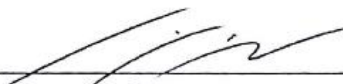
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Ourides Santin Filho

Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof. Dr. Aguinaldo Robinson de Souza

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP



Profa. Dra. Polônia Altoé Fusinato

Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maringá, 22 de fevereiro de 2017



*Dedico este trabalho...*

*Aos meus filhos, Murilo e Heitor, porque depois deles,  
tudo é por eles.*

## AGRADECIMENTOS

A minha sogra, **Vilma Nurnberg** (em memória) por ser a primeira pessoa a me dizer:  
vá e faz.

Ao meu marido **Davi**, por ser o melhor companheiro em todos os momentos, pela compreensão silenciosa da minha ausência, e por dividir comigo cada alegria e angústia desta conquista.

A minha mãe **Luzia** por acreditar em mim e por me apoiar em todos meus projetos.

Ao meu orientador, professor Dr. **Ourides Santin Filho**, pelo tempo dispensado, pela atenção dedicada, pela sabedoria e paciência que muito contribuiu para minha evolução durante este processo.

Ao meu coorientador, professor Dr. **Marcelo Maia Cirino**, por me permitir participar de seus próprios projetos, experiência que me preparou para conclusão do meu.

Aos professores membros das bancas de avaliação no colóquio, qualificação e defesa, **Profa. Ma. Debora de Piai, Profa. Ma. Jheniffer Cortez, Profa. Dra. Dulcinéia Ester Pagani Gianotto e Prof. Dr. Aguinaldo Robinson de Souza**, obrigado pela valiosa contribuição.

Aos meus alunos participantes dessa pesquisa, pela disposição e comprometimento.

Ao meu trio de biólogas preferido, minhas grandes amigas, **Giovanna Caputo Ferreira, Joici de Carvalho Leite e Verônica Fassina Fecarotta**, por me ouvirem, aconselharem e apoiarem. A positividade de vocês me ajudou nos momentos de desânimo. Obrigado por tudo!

As amigas do curso de mestrado **Angélica Colombo e Crhistiane Rossi Sbardellati**, companheiras nas disciplinas, nos trabalhos em grupo e na troca de ideias. A vocês minha eterna amizade e gratidão pelos momentos e cafés compartilhados!

Aos colegas do grupo de estudo "**Os Ouridianos**", cujas discussões regadas ao bom humor tornaram as horas de leituras muito mais agradáveis.

Por fim, a todos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e Matemática que contribuíram para realização deste trabalho.

*“Ousarei expor aqui a mais importante, a maior, a mais útil regra de toda a educação. É não ganhar tempo, mas perdê-lo”.*

*Jean-Jacques Rousseau*

# UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO

## RESUMO

Vivenciamos uma época em que é grande a demanda por respostas rápidas, e que as formas de comunicação sofrem constantes modificações. Convivemos com uma geração de estudantes habituados às transformações tecnológicas e que não são atraídos pela escola tradicional. O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), em especial no ensino de Química, pode despertar nos estudantes um maior interesse pelo conteúdo científico, em particular pela utilização de *softwares* educacionais que permitam a interação entre aluno e conteúdo, promovendo uma postura mais ativa na construção do conhecimento. Apresentamos aqui uma investigação de caráter qualitativo que propõe como objetivo de estudo a utilização e avaliação uso do *software* educacional “*The Law of Mass Action*”, caracterizado como Recurso Educacional Aberto (REA), no ensino do Equilíbrio Químico para alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública da rede estadual de ensino. O conteúdo escolhido, equilíbrio químico, apresenta enfoque na construção dos conceitos de reversibilidade das reações químicas e na relação entre uma reação química e sua constante de equilíbrio. A aplicação da pesquisa ocorreu em quatro intervenções durante as aulas de encerramento do ano letivo de 2015. As atividades desenvolvidas aconteceram na seguinte ordem: práticas experimentais sobre reversibilidade e equilíbrio químico; apresentação e interação com REA; interação orientada com REA; discussões e avaliação final. A constituição dos dados compreendeu os questionários aplicados em todos os encontros, gravações em áudio e observação da pesquisadora. A análise e interpretação dos dados foram executadas a partir dos pressupostos da Análise Textual Discursiva de Moraes e Galiazzi (2011) e da Teoria da ação Mediada de James Wertsch (1999). Os resultados apontam um processo de evolução por parte dos estudantes da compreensão de conceitos envolvidos no tema, com indicadores de ocorrência de domínio e de apropriação desses conceitos.

**Palavras-chave:** TIC; *Softwares* Educacionais; Teoria da Ação Mediada

## UTILIZATION AND EVALUATION OF EDUCATIONAL SOFTWARE FOR CHEMICAL EQUILIBRIUM EDUCATION

### ABSTRACT

We are experiencing a time when there is a great demand for quick answers, and the forms of communication are constantly changing. We live with a generation of students who are accustomed to technological change and who are not attracted to the traditional school. The use of Information and Communication Technologies (ICT), especially in Chemistry teaching, can awaken in students a greater interest in scientific content, in particular through the use of educational software that allows interaction between student and program, promoting a more active in the construction of knowledge. We present here a research of qualitative character that proposes as objective of study the use and evaluation use of educational software "The Law of Mass Action", characterized as Open Educational Resource (OER), in the teaching of Chemical Equilibrium for students of the second year of teaching Of a state school system. The chosen content, chemical equilibrium, focuses on the construction of the concepts of reversibility of chemical reactions and on the relationship between a chemical reaction and its equilibrium constant. The research was applied in four interventions during the closing lessons of the 2015 academic year. The activities developed were in the following order: experimental practices on reversibility and chemical equilibrium; Presentation and interaction with OER; Interaction oriented with OER; Discussions and final evaluation. The data consisted of the questionnaires applied in all the meetings, audio recordings and observation of the researcher. The analysis and interpretation of the data were performed based on the assumptions of the Moraes and Galiazzi Textual Analysis (2011) and the Theory of Mediated Action by James Wertsch (1999). The results point to a process of evolution on the part of the students of the understanding of concepts involved in the theme, with indicators of occurrence of mastery and appropriation of these concepts.

**Keywords:** ICT; Educational Software; Theory of Mediated Action

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface inicial do <i>software The Law of Mass Action</i> . (Fonte: <a href="http://www.demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/">http://www.demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/</a> em 22/12/2016). .....	29
Figura 2 - Representação detalhada das funcionalidades do <i>software</i> . (Fonte: <a href="http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/">http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/</a> ) .....	30
Figura 3 - Resumo das atividades desenvolvidas na Escola. (Fonte: Autora) .....	49
Figura 4 - Teste do experimento equilíbrio ácido-base. (Fonte: Autora) .....	61
Figura 5 - Interface do programa para quantidades máximas de reagentes. (Fonte: <a href="http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/">http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/</a> em 22/12/2016).....	72
Figura 6 - Interface do programa para valor máximo do $K_{eq}$ . (Fonte: <a href="http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/">http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/</a> em 28/12/2016).....	74
Figura 7 - Interface do programa numa condição de equilíbrio onde há máximo valor de $K_{eq}$ visto sob ângulo levemente inclinado. (Fonte: <a href="http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/">http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/</a> em 28/12/2016).....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Representação do Pentagrama Terminístico de Keneth Burke.....	36
Tabela 2 - Primeiras orientações para uso do <i>software</i> .....	53
Tabela 3 - Orientações de Uso do <i>Software</i> - Aula 03.....	54
Tabela 4 - Respostas relacionadas à experimentação do sulfato de cobre .....	58
Tabela 5 - Respostas relacionadas ao "Equilíbrio Ácido Base" .....	62
Tabela 6: Concepções sobre reversibilidade após primeiro contato com <i>software</i> .....	68
Tabela 7: Primeiras Observações sobre Constante de Equilíbrio .....	70
Tabela 8 - Posição dos alunos em relação ao consumo total dos reagentes. ....	73
Tabela 9 - Constante de equilíbrio e quantidade de produto formado. ....	76
Tabela 10 - Noções de Domínio e Apropriação para equilíbrio químico numa garrafa de refrigerante .....	82
Tabela 11- Noções de Domínio e Apropriação para o Significado da Constante de Equilíbrio .....	85

## LISTA DE SIGLAS

CELEPAR	Companhia de Tecnologia da Informação e Comunicação do Paraná
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
MEC	Ministério da Educação
PCM	Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática
PNLD	Plano Nacional do Livro Didático
PSS	Processo Seletivo Simples
RDD	Recurso Didático Digital
REA	Recursos Educacionais Abertos
SEED	Secretaria de Estado da Educação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UEM	Universidade Estadual de Maringá
CRTE	Coordenação Regional de Tecnologia na Educação
NRE	Núcleo Regional de Educação
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1. AS TECNOLOGIAS E DESAFIOS PARA O PROFESSOR .....</b>	<b>19</b>
1.1 Imigrantes Digitais e Nativos Digitais .....	20
1.2 TIC e Formação do Professor.....	21
1.3 <i>Softwares</i> Educacionais e o Ensino de Química .....	25
1.4 Descrição do <i>Software The Law of Mass Action</i> .....	28
<b>2. MEDIAÇÃO EM VYGOTSKY E EM WERTSCH .....</b>	<b>31</b>
2.1 Considerações Sobre Mediação Segundo Vygotsky .....	31
2.2 A Teoria da Ação Mediada .....	34
<b>3. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>43</b>
3.1 Os Sujeitos da Pesquisa.....	43
3.2 A Constituição do Dados .....	45
3.3 A Análise Textual Discursiva.....	46
3.4 Registro e Transcrição do Áudio .....	47
3.5 Testando o Uso do <i>Software</i> na Escola.....	49
3.6 O Espaço Físico Utilizado .....	50
3.7 Descrição Detalhada dos Encontros .....	51
3.7.1 Primeiro Encontro: Atividades Práticas.....	51
3.7.2 Segundo Encontro: Conhecendo o <i>Software</i> .....	52
3.7.3 Terceiro Encontro: Uso Orientado do <i>Software</i> .....	54
3.7.4 Quarto Encontro: Equilíbrio de Alguns Sistemas. ....	55
<b>4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
4.1 Atividades Experimentais e Compreensão dos Fenômenos Químicos .....	57
4.2 Uso Livre do Software e as Concepções sobre Reversibilidade e Constate de Equilíbrio .....	67
4.3 Uso Orientado do <i>Software</i> e Construção de Conceitos sobre Constante de Equilíbrio .....	71
4.4: Construção e Reconstrução de Significados .....	77
4.4.1 Sobre Reversibilidade.....	77
4.4.2 Sobre Equilíbrio Químico – Nível Macroscópico .....	78
4.4.3 Sobre Equilíbrio Químico – Nível Submicroscópico.....	84
4.4.5 Sobre a Constante de Equilíbrio .....	85

4.4.6 Sobre as Percepções dos Participantes .....	86
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE A – ENCONTRO 1 .....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE B – ENCONTRO 2 .....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE C – ENCONTRO 3 .....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE D – ENCONTRO 4 .....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE E – TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>146</b>
<b>ANEXO A – QUESTIONÁRIO Q1 .....</b>	<b>146</b>
<b>ANEXO B – QUESTIONÁRIO Q2.....</b>	<b>167</b>
<b>ANEXO C – QUESTIONÁRIO Q3.....</b>	<b>188</b>
<b>ANEXO D – QUESTIONÁRIO Q4.....</b>	<b>196</b>

## INTRODUÇÃO

Iniciaremos a apresentação desse trabalho expondo brevemente nossa trajetória com o ensino de Ciências, em particular de Química, e as motivações que nos conduziram a fazer pesquisa de Mestrado.

Enquanto acadêmica do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM), participei de um projeto de extensão e pesquisa chamado “Sala Ambiente para Ensino de Ciências e Química”, sob a coordenação da minha então professora de prática de ensino, Vilma Nurnberg. Posso afirmar que foi este o meu primeiro contato com a escola pública e com o desafio de ensinar. Foi uma experiência nova e um tanto assustadora, mas que contribuiu para minhas primeiras percepções sobre ensinar e aprender.

Embora tenha cursado uma licenciatura e gostado de estar na escola, demorei quase uma década após a formatura para decidir lecionar. Quando iniciei, em 2010, vivenciei, logo nos primeiros anos, o incômodo diário de um ensino que não motiva nem os alunos e nem os educadores, além da realidade da baixa qualidade da educação básica no país, como atestado pelo IDEB<sup>1</sup> (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), que faz de nosso ensino médio um dos piores da América Latina.

Reconhecendo a necessidade de repensar a minha própria prática, e certa de que a docência é minha verdadeira vocação, decidi voltar a estudar e concorrer a uma vaga no mestrado.

Em contato com o professor Dr. Marcelo Maia Cirino, na época professor da área de ensino de Química na UEM, e responsável pelos estagiários que acompanhavam minhas aulas, soube do Programa de Pós-graduação em Educação para o Ensino de Ciências e Matemática (PCM) na Universidade Estadual de Maringá, e me interessei em conhecer o curso, o que fiz em 2013, a princípio como ouvinte.

---

<sup>1</sup> O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica foi criado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais em 2007 e representa em um só indicador dois conceitos igualmente importantes para a qualidade da educação: fluxo escolar e médias de desempenho nas avaliações. Para ensino médio o IDEB das últimas três pesquisas manteve-se com média 3,7 enquanto a meta é de 4,3. Vale lembrar que muitos países da América Latina apresentam média acima de 5,0. (fonte: <http://portal.inep.gov.br/web/portal-ideb/o-que-e-o-ideb>)

No ano seguinte ingressei como aluna não regular no referido programa e em 2015, já como aluna regular, conheci meu orientador, professor Dr. Ourides Santin Filho, iniciando o projeto de pesquisa com uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na educação.

E por que trabalhar com as TIC na educação básica? Porque identifiquei, desde os primeiros dias como docente, alunos muito mais interessados em manusear seus *smartphones* do que os livros didáticos, e porque acredito que esse interesse por tecnologia deve ser aproveitado de maneira orientada, visando enriquecer seus conhecimentos.

O Brasil, como o resto do mundo, vem experimentando desde o final do século XX, grandes mudanças no campo socioeconômico, político, cultural, científico e, em especial, tecnológico. A rede internet e os dispositivos a ela conectados vêm proliferando em escala inimaginável e hoje nas salas de aula raros são os alunos que não têm celulares e *tablets* conectados com todo o planeta.

Tal período ficou caracterizado como “Era da Informação” ou “Pós-Industrial”, principalmente pela inserção dos microprocessadores, das redes de computadores, da fibra óptica e dos computadores pessoais no cotidiano das pessoas. A ascensão da internet modificou não somente a maneira dos indivíduos se comunicarem, mas principalmente a maneira de buscarem informações.

Neste contexto, é possível considerar o avanço tecnológico, em especial a rápida transmissão de informações através da internet, como um dos propulsores de uma nova sociedade, conhecida como “Sociedade do Conhecimento”.

Ainda dentro desta nova sociedade encontramos jovens que vivenciam suas experiências de maneira “conectada”, são os “nativos digitais”. Nativos Digitais e Imigrantes Digitais são termos criados pelo americano Marc Prensky (2001), consultor educacional e designer de jogos educativos, para diferenciar aqueles que nasceram inseridos no contexto digital daqueles que viram surgir e popularizar tais tecnologias. Em suas publicações, Prensky (2001, p.1) ressalva que os índices educacionais apresentam queda, pois o perfil do estudante de hoje mudou, logo, o modelo de ensino também deve mudar.

Os Nativos Digitais constituem a maioria dos jovens que frequentam nossas salas de aula. A pesquisa TIC2013<sup>2</sup> do Comitê Gestor da Internet no Brasil indica que 74% dos indivíduos habitantes na região sul do país utilizam diariamente o computador; a mesma pesquisa indica que entre os jovens de 16 a 24 anos de idade esse percentual é de 71%. Nesta faixa etária, 75% destes jovens acessam a internet diariamente através de algum dispositivo multimídia e 67% utilizam a internet com a finalidade de realizar atividades e pesquisas escolares.

O interesse por tecnologia é crescente e quase incontável entre os estudantes. A novidade tecnológica que os acompanha diariamente é um aparelho de telefonia móvel (*smartphone*) com acesso à internet e, conseqüentemente, acesso às redes sociais, substituindo facilmente livros e cadernos. No entanto, ter acesso à internet e utilizar o computador diariamente não garante que este jovem saiba utilizar as Tecnologias da Informação e Comunicação em benefício de sua formação educacional. Assim, torna-se um desafio para o professor não apenas competir com essas tecnologias, mas incorporá-las em sua prática docente bem como orientar os nativos digitais a aproveitar de forma consciente e responsável tamanha fonte de informação.

Uma boa opção para utilizar as TIC no ensino de Ciências, aqui em especial no ensino de Química, são os programas ou *softwares*<sup>3</sup> educacionais. Trata-se de recursos educacionais abertos (REA) que compreendem simuladores e animações e que estão disponíveis gratuitamente em diversas plataformas *online*. Tais recursos podem ser aproveitados como ferramenta pedagógica e facilitar a abordagem dos conteúdos científicos.

O estudo da Química envolve a compreensão de uma linguagem própria da disciplina, na qual o uso de representações simbólicas é frequente. Por mais que o professor esteja habituado a estas representações, para o aluno esses símbolos podem não fazer sentido algum. Uma proposta didática envolvendo REA justifica-se por acreditarmos que a utilização desses *softwares* pode servir

---

<sup>2</sup> A pesquisa TIC Domicílios é realizada anualmente desde 2005 com o objetivo de mapear o acesso à infraestrutura TIC nos domicílios urbanos e rurais do país e as formas de uso destas tecnologias por indivíduos de 10 anos de idade ou mais. A partir de 2013 a TIC Domicílios também incorporou em seu escopo a TIC Crianças, que investiga o uso de TIC entre indivíduos de 5 a 9 anos, e era realizada separadamente desde 2009. (<http://cetic.br/pesquisa/domicilios/>)

<sup>3</sup> Adotaremos aqui o termo *software* como equivalente a programa de computador que seja um Recurso Educacional Aberto (REA)/ Recurso Didático Digital (RDD).

como ferramenta de mediação na formação de significado da linguagem química, contribuindo assim para a aprendizagem.

Pesquisas relacionadas comprovam que é possível incorporar as TIC no ensino de química, permitindo assim que o estudante possa aprender de maneira diferenciada, como afirma Cirino (2012, p.213): “(...) a utilização de uma ferramenta sociocultural como os Objetos de Aprendizagem, em ambientes de ensino, não apenas facilita a ação e aumenta sua eficácia, como também pode modificar de maneira substancial a forma e o caráter dessa ação e a própria estrutura das funções mentais empregadas”.

Ainda nessa perspectiva apontamos a pesquisa realizada por Oliveira, W. (2015), que disserta sobre a utilização de dois REA no ensino dos Gases Ideias. A proposta aplicada a estudantes do segundo ano do ensino médio evidencia a interferência positiva dos *softwares* na construção de significados por parte dos pesquisados:

(...) entendemos que houve uma notável interferência dos REA na significação dos enunciados relacionados ao nosso tema de estudo. Com base na evolução dos significados conceituais, ficou evidente, tanto no emprego do gênero discursivo – que se modificou ao longo do desenvolvimento da unidade didática – como nos níveis de elaboração conceitual. (OLIVEIRA, W., 2015, p. 157)

Um ponto em comum nas duas investigações acima citadas é que ambas fazem uso da Teoria da Ação Mediada de James V. Wertsch para análise dos dados obtidos. Wertsch, por ser estudioso de Vygotsky, buscou explicar e entender como ferramentas culturais colaboram para a aprendizagem através da ação do homem. Neste contexto, o computador, em especial, os *softwares* de simulação e animação, são as ferramentas culturais que servem para mediar a construção do conhecimento.

Martins e Moser (2012, p. 12) ao citar Wertsch, ressaltam que “os meios ou ferramentas que constituem a mediação não produzem o significado nem a aprendizagem, que é algo próprio da ação de cada indivíduo, uma vez que a ferramenta ou o meio apenas possui uma ação na medida em que os indivíduos os usam”. Desta forma o uso de simuladores como ferramenta não garante a aprendizagem; ela irá depender da maneira como o estudante se relaciona com a ferramenta e quais ressignificados consegue estabelecer a partir deste uso.

Diante das considerações acima, este trabalho destina-se a investigar o uso do *software* educacional *The Law of Mass Action*<sup>4</sup> como ferramenta de mediação entre estudante e o conteúdo Equilíbrio Químico, através de uma proposta didática aplicada a um grupo de estudantes do segundo ano de ensino médio da Escola Estadual do Jardim Independência, em Sarandi, no Paraná.

A proposta didática visa elucidar questões como: pode o *software* educacional “*The Law of Mass Action*” contribuir para a compreensão do conteúdo Equilíbrio Químico? Como o professor pode incorporar o uso dessas tecnologias em suas aulas? Qual é a aceitação do público alvo diante da nova abordagem?

Acreditamos que todas as formas de incorporar as TIC no ensino já são por si atrativas aos estudantes, por estimularem sua imaginação. Concordamos com Lévy (1993, p.77) na premissa: “A simulação, que podemos considerar como uma imaginação auxiliada por computador, é, portanto, ao mesmo tempo uma ferramenta de ajuda ao raciocínio muito mais potente que a velha lógica formal que se baseava no alfabeto”. Elaborar uma proposta sistematizada com uso de um *software* específico e focado num determinado conteúdo torna-se não apenas um desafio, mas também uma forma de reavaliar a própria prática docente.

Sendo assim, o objetivo geral dessa pesquisa é verificar o potencial pedagógico do *software* Educacional *The Law of Mass Action* para o ensino do Equilíbrio Químico na construção dos conceitos de Reversibilidade de Reação e a relação entre Constante de Equilíbrio e formação de produtos numa reação química.

Dentre os objetivos específicos estão: estimular os alunos a utilizarem simuladores e animações como ferramenta de interação entre aluno e construção de conhecimento, e analisar o processo de aprendizagem sob a luz da Teoria da Ação Mediada de James Wertsch<sup>5</sup>, com base na noção de domínio-apropriação.

---

<sup>4</sup> Recurso Educacional Aberto disponível na plataforma Wolfram for Education em <http://demonstrations.wolfram.com/>

<sup>5</sup> James V. Wertsch é o professor *Marshall S. Snow* de *Arts & Sciences* e diretor do programa *International and Area Studies* da Washington University em St. Louis, Estados Unidos, autor da Teoria da Ação Mediada, apoiada nos subsídios de Vigotski sobre psicologia da Educação.

Este texto encontra-se organizado em quatro capítulos, sendo o primeiro destinado as TIC e desafios encontrados pelos professores em seu uso, com ênfase no ensino de química. O segundo capítulo traz uma breve revisão dos pressupostos de Vygotsky para o conceito de mediação, bem como a Teoria da Ação Mediada. Já o terceiro capítulo descreve o percurso metodológico, com detalhamento da proposta didática aplicada e meios utilizados para coleta dos dados. No quarto e último capítulo descrevemos a análise dos dados, segundo a perspectiva da análise textual discursiva<sup>6</sup> e também da Teoria da Ação Mediada. Por fim, nas Considerações Finais, retomamos os objetivos e conclusões obtidas, discutimos a viabilidade desta pesquisa e o leque que se abre para uma possível continuidade do trabalho.

---

<sup>6</sup> Análise Textual Discursiva de Roque Moraes e Maria do Carmo Galiazzi – obra a ser explanada no Encaminhamento Metodológico deste trabalho.



## 1. AS TECNOLOGIAS E DESAFIOS PARA O PROFESSOR

A estrutura escolar atual continua sendo um campo aberto para a manutenção de um ensino tradicional e pouco produtivo. O professor tem seu espaço à frente, os alunos sentados em filas rigorosamente organizadas, um quadro negro à disposição, e a expectativa de que o mínimo de ensino e aprendizagem possa acontecer. Se essa estrutura um dia mostrou-se eficiente, hoje já não o faz. Muitos são os atrativos que a sociedade oferece e a escola não é um deles. Existe uma nova geração atenta às mudanças sociais e esses jovens não se interessam pelo ensino tradicional.

Para educar esta nova geração, Dowbour (2013, p. 04) faz um alerta: “[...] a educação tradicional, sentada em cima deste vulcão de transformações, começa a sentir um calor crescente, por enquanto apenas acomoda-se o melhor possível”. Pensar em uma educação diferenciada e que atenda aos interesses desse novo público é uma necessidade inevitável pois, segundo o autor, “as transformações terão de ser sistêmicas”.

Para Leite (2015, p.81), “Os jovens estão acostumados a obter informações de forma rápida e costumam recorrer primeiramente a fontes digitais e à *Web* antes de procurarem em livros ou na mídia impressa (...)”. Esta afirmação não nos permite negar a realidade de que para se “preparar um novo homem é necessário conhecer esse novo homem, o novo estudante não é aquele que aceita calmamente uma escola tradicional e autoritária.” (ALARCÃO, 2001).

A escola tal qual a conhecemos não atrai nem estimula o estudante, no entanto não deixa de ser vista pela sociedade como principal acesso à educação, e a educação por sua vez é apontada como fator fundamental para mudança de vida, para a progressão do indivíduo.

Dada a importância da escola no desenvolvimento humano, cabe também a ela passar por modificações que atendam ao novo perfil da humanidade, como ressalva Alarcão (2001, p. 21): “Se a escola como instituição não quiser estagnar, deve interagir com as transformações ocorridas no mundo e no ambiente que a rodeia.”

Nesse contexto, a educação como processo permanente de interação entre o âmbito educacional e a sociedade participa e sofre modificações. Assim, acreditamos que a mesma deve apropriar-se das TIC e incluir essas tecnologias em seu contexto para possibilitar novos caminhos para o sistema de ensino.

Apropriar-se das TIC não significa colocar o aluno frente a um computador para realizar pesquisas, mas usar o computador como ferramenta de mediação entre este aluno e o conteúdo. A esse respeito, Leite (2015, p. 29) alerta: “(...), contudo, não é o fato de utilizar ferramentas TIC nos processos que permitem o aluno aprender melhor e sim como utilizamos esses meios e como promovemos a construção desses processos”.

Apesar de todo o quadro de informatização das escolas, Gadotti (2000) acredita que mesmo frente ao crescente movimento tecnológico, o campo educacional ainda não aderiu significativamente às novas tecnologias. O motivo se dá principalmente pela enraizada “cultura do papel” e a linguagem com a qual ela opera: a escrita. O autor afirma que será necessário haver mudanças tanto nas metodologias de ensino quanto na nova linguagem que essa concepção adota, o que coaduna com as ideias de Philippe Perrenoud:

(...) A escola não pode ignorar o que se passa no mundo. Ora, as novas tecnologias da informação e comunicação (TIC ou NTIC) transformam espetacularmente não só as nossas maneiras de comunicar, mas também de trabalhar, de decidir, de pensar. (PERRENOUD, 2000, p.125)

Concordamos com os autores sobre a influência das tecnologias da informação e comunicação no marco de uma nova geração de estudantes, que têm à disposição muita informação ao alcance das mãos e que pensam e aprendem de maneira diferenciada; logo a escola deve aceitá-los e atendê-los de maneira diferenciada.

### **1.1 Imigrantes Digitais e Nativos Digitais**

Como já apontado, a necessária mudança na maneira de ensinar se deve ao fato da incontrolável mudança nos sujeitos predispostos a aprender. Para Prensky (2001) “todos os nossos estudantes são Nativos Digitais”, e dominam

claramente a linguagem digital. Leite (2015, p.80), ao falar dos Nativos Digitais esclarece: “Os jovens com idade de até 25 anos nasceram marcados pelas tecnologias, crescendo em meio à revolução das comunicações e se adaptaram a todas estas mudanças naturalmente”.

Uma comparação pode ser feita entre os estudantes, Nativos Digitais, e seus professores, Imigrantes Digitais. Enquanto os Nativos Digitais nasceram na era da informação e dominam as tecnologias com grande facilidade os Imigrantes Digitais tiveram de se adaptar às mudanças e incorporar essas tecnologias em suas vidas, alguns com maior facilidade que outros.

Embora a diferença temporal entre nascimento do Imigrante Digital e do Nativo Digital seja de poucas décadas, nasce dessa diferença a dificuldade que muitos professores encontram em dominar as TIC, conseqüentemente incorporá-las a sua prática docente, ato justificado pela fala de Prensky uma vez que estes não praticaram essas habilidades ao longo de sua formação: “Digital Immigrants don’t believe their students can learn successfully while watching TV or listening to music, because they (the Immigrants) can’t (...)”<sup>7</sup>. (PRENSKY, 2001, p.3).

Diante dessa realidade, torna-se inevitável apontar a formação inicial e continuada dos professores como alternativas mínimas para aceitação do novo perfil do estudante “Nativo Digital” e mudança na postura do professor “Imigrante Digital”.

## **1.2 TIC e Formação do Professor**

Existe um consenso entre diversos autores de que a formação inicial e continuada dos professores é imprescindível para que ocorram transformações epistemológicas e de conduta. Nas palavras de Carvalho (2011, p.22): “Ele precisa sentir e tomar consciência desse novo contexto e do novo papel que deverá exercer na classe. Essas transformações não são tranquilas. Há resistências às mudanças”.

---

<sup>7</sup> “Imigrantes Digitais não acreditam que seus alunos possam aprender com sucesso enquanto assistem TV ou escutam música, porque eles (os imigrantes) não podem”

Assumir nova postura significa dar ao estudante maior liberdade para protagonizar sua aprendizagem e é natural que isso gere receios, como relata Maldaner: “Pude constatar muitas vezes o temor dos professores em não saber responder às perguntas que os alunos fazem e, principalmente, em deixar que eles manifestem suas percepções, suas dúvidas (...).” (MALDANER, 2000, p.46).

Ainda que o professor seja tomado pelo receio de perder o controle de sua aula, a formação continuada é importante para mostrar exatamente o contrário, que é dever do professor assumir o controle, decidir o que fazer e como fazer com muita clareza, com preparo e responsabilidade, ir além do livro didático e da exposição oral, e fazer isso permitindo a participação ativa de seus alunos.

Os processos de formação continuada já testados e que podem dar respostas positivas tem algumas características relevantes: os grupos de professores que decidem “tomar nas próprias mãos” o tipo de aula e o conteúdo que irão ensinar (...) (MALDANER, 2000, p.25).

A formação continuada pode auxiliar na desmistificação de que o aluno já vem pronto para aprender. Essa visão é constatada por Becker (1993, p.105) ao investigar a epistemologia do professor: “Talvez a mais clássica concepção pedagógica iluminada pela epistemologia empirista encontra-se na concepção de ensino como transmissão de conhecimento”.

Maldaner também aponta que a mudança na concepção epistemológica sobre ciência pode gerar mudança na postura profissional:

Penso que professores de química, e de outras ciências da natureza, assumem uma posição aristotélico-empirista, e mesmo positivista ou outra mais complexa e confusa, de forma tácita, influenciados pelo entorno escolar e acadêmico pois, geralmente, as reflexões epistemológicas não fazem parte da formação dos nossos professores. (MALDANER, 2000, p.105)

Uma vez que neste texto destacamos o uso das TIC como alternativa para um ensino diferenciado, Leite aponta que não falta à maioria dos professores conhecimento sobre como utilizá-las, mas falta-lhes formação para aplicá-las: “(...) os futuros professores não se sentem familiarizados com o uso das TICs no ensino, eles têm em alguns casos, o domínio das ferramentas tecnológicas,

porém o uso aplicado na construção do conhecimento de seus alunos é falível”. (LEITE, 2015, p.30).

As tecnologias hoje disponibilizadas nos permitem acrescentar dinamismo às aulas, aproximando professor e aluno. A utilização dos recursos tecnológicos pode ser um forte aliado do professor que, através de atividades de simulação e tendo como suporte o computador, estimule a participação dos alunos; estes, por sua vez, em uma aula tradicional não se sentiriam à vontade para participar com suas contribuições. Além disso, disciplinas afins como Física e Biologia podem estabelecer relações entre seus conteúdos, culminando em um resultado muito mais proveitoso e satisfatório.

Ao falar sobre utilização dos *softwares*, Perrenoud aponta como competência para o professor, ser “um conhecedor dos *softwares* que facilitam o trabalho intelectual, (...), com familiaridade pessoal e fértil imaginação didática, para evitar que esses instrumentos se desviem de seu uso profissional”. (PERRENOUD, 2000, p.134)

Portanto, é necessário criar propostas de formação inicial e continuada que forneçam subsídios para utilização das TIC no ensino. Existe um leque grande de recursos educacionais que podem ser utilizados no ensino que não são aproveitados. Além disso, o uso de *softwares* sem objetivos claros tende apenas a reproduzir o que acontece em sala com utilização do livro didático.

A esse respeito, Valente (1998, p.1) ressalva que o ensino com utilização de um computador pode ocorrer por duas vias: computador–*software*–aluno, ou aluno-*software*-computador. Essas vias diferenciam-se pela abordagem, sendo que na primeira o computador apenas substitui o professor ou o livro, fornecendo instruções ao aluno. “Quando o computador ensina o aluno, o computador assume o papel de máquina de ensinar e a abordagem educacional é a instrução auxiliada por computador. ” (VALENTE, 1998, p.2)

O autor classifica a abordagem em que o computador “ensina” o aluno como instrucionista e a abordagem em que o aluno utiliza o computador para construção do conhecimento como construcionista. Sobre a abordagem construcionista Valente enfatiza: “(...) nesse caso o computador pode ser visto como uma ferramenta que permite o aprendiz resolver problemas ou realizar tarefas como desenhar, escrever, comunicar-se, etc.” (VALENTE, 1998, p.3).

Ao discutir o uso das tecnologias na educação, Valente (1998) também considera a formação do professor como essencial para que seja adotada um paradigma construcionista, no qual o papel do professor, enquanto mediador, tem maior relevância.

(...) o mediador necessita conhecer sobre a ferramenta computacional (linguagem de programação ou banco de dados), conhecer sobre os processos de aprendizagem, ter uma visão dos fatores sociais e afetivos que contribuem para a aprendizagem (...). Esse conhecimento não é adquirido através de um treinamento. É necessário um processo de formação. ” (VALENTE, 1998, p.140)

Em pesquisa recente realizada com um grupo de professores de ciências da rede pública do estado do Paraná, Frederico e Gianotto (2016) evidenciaram a dificuldade encontrada pela maioria dos professores em utilizar recursos de informática, inclusive os mais simples, como sistema operacional *Linux*. “A maioria dos professores de Ciências entrevistados argumentaram que apresentam dificuldades em utilizar o sistema operacional *Linux*, presentes nos laboratórios de informática da rede estadual paranaense. ” (FREDERICO, GIANOTTO, 2016, p.152)

Os autores constataram que diante de tal cenário, fica ainda mais difícil a utilização das TIC enquanto recurso pedagógico. “Diante das respostas dos professores entrevistados, percebemos que dificilmente ao utilizar o laboratório de informática conseguiriam desenvolver uma abordagem construtivista se não possuírem o mínimo domínio do computador. ” (FREDERICO, GIANOTTO, 2016, p.152).

Criou-se, em 2004 no Estado do Paraná, a Coordenação Regional de Tecnologia na Educação (CRTE), com intuito de promover formação continuada aos professores da rede. Frederico e Gianotto (2016, p.156) levantaram dados da ação do CRTE no Núcleo Regional de Educação (NRE) de Campo Mourão: “(...) no período de 2011, o total de professores atendidos pela CRTE, 504 (quinhentos e quatro), representa uma taxa de 22% dos 2300 (dois mil e trezentos) professores desse NRE e, destes, 160 (cento e sessenta) participaram de alguma oficina de *software*. ”

Apesar da iniciativa de criação da CRTE, os autores apontam que “(...) o percentual de 22% ainda é pequeno, especialmente se considerarmos o número de professores atendidos nas oficinas de *softwares*”, e reforçam que “adesão dos professores ainda é pequena”. (FREDERICO, GIANOTTO, 2016, p.156).

### **1.3 Softwares Educacionais e o Ensino de Química**

Uso das TIC vem se firmando como recurso pedagógico inerente à educação básica. O Ministério da Educação, através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2015), definiu em seu edital de abertura que as obras deverão ser oferecidas através de livros impressos e livros digitais, destacando-se os itens:

[...] 4.2.2. Os livros digitais deverão apresentar o conteúdo dos livros impressos correspondentes integrados a objetos educacionais digitais, e 4.2.3. Entende-se por objetos educacionais vídeos, imagens, áudios, textos, gráficos, tabelas, tutoriais, aplicações, mapas, jogos educacionais, animações, infográficos, páginas web e outros elementos (MEC–FNDE, 2013).

A incorporação de recursos educacionais digitais tornou-se, então, parte do material didático ofertado pela União aos estudantes do Ensino Público e a adoção exclusiva dos livros digitais é uma tendência para um futuro próximo. Tal tecnologia está disponível não só como recurso didático, mas também como agente transformadora, pois o professor passa de detentor do conhecimento para mediador e organizador, aquele que incentiva a pesquisa e analisa criticamente.

Muito além do material digital que acompanha o livro didático, existem à disposição dos professores diretórios que disponibilizam recursos com considerável potencial pedagógico, são os Recursos Educacionais Abertos (REA) ou Recursos Didáticos Digitais (RDD).

De acordo com Leite (2015, p.239), compreendem os recursos didáticos digitais “todos os objetos de aprendizagem, produzidos com o uso das tecnologias digitais, que auxiliam no processo de aprendizado do indivíduo.” Ainda sobre esses recursos, o autor destaca que sua utilização “faz com que o

aluno desenvolva sua criatividade, tornando-se ativamente participante de construções cognitivas” (LEITE, 2015, p.239), por estimular a criatividade através de mecanismos audiovisuais.

Neste trabalho, adotamos por *Software* Educacional o RDD utilizado na pesquisa para a elaboração de significados a respeito do conteúdo Equilíbrio Químico. Do ponto de vista conceitual, *softwares* “são programas que fazem a mediação de comunicação entre um sistema informático e seus usuários. É a parte lógica do computador”. Já o “software educacional é aquele que pode ser usado para algum objetivo educacional qualquer que a natureza ou finalidade para a qual tenha sido criado”. (LEITE, 2015, p.175-176).

Existem uma vasta quantidade de RDD. Valente (1993, p.9-11) os classifica em: programas tutoriais, programas de exercício e prática, jogos educacionais, simulações e animações. Os programas tutoriais e de exercício e prática, não permitem, na visão do autor, uma abordagem construcionista, uma vez que apenas reproduzem informações. Tal qual o livro didático, esses *softwares* não propiciam a participação ativa como ocorre com os simuladores.

Para Giordan (2008, p.196) “(...) o desenvolvimento de aplicativos computacionais para atividades de ensino apresenta-se como uma alternativa potencialmente transformadora das práticas escolares (...)”. Ao destacar as potencialidades dos *softwares* de animações e simulações, Giordan os define e esclarece que a diferença entre esses recursos esteja basicamente na forma de visualizá-los.

Animações computacionais são geradas a partir de aplicativos gerais de edição gráfica, sem necessariamente incluir valores empíricos de propriedades das substâncias ou das transformações obtidos em pesquisa científica, e intencionam enfatizar determinadas características superficiais macroscópicas ou submicroscópicas sem considerar escalas de tempo ou de tamanho. Já as simulações computacionais são geradas a partir de aplicativos específicos para estudo de propriedades de substâncias e transformações químicas que estão intimamente relacionados ao ambiente de pesquisa científica. Para realizar estas simulações são utilizados valores teóricos ou empíricos de propriedades químicas (...) (GIORDAN, 2008, p.197)



Ao citar Johnstone<sup>8</sup>, Giordan (2005, p.177) afirma que “o conhecimento químico é construído pela articulação de três dimensões da realidade: macroscópica, submicroscópica e representacional”. Operar o conhecimento nessas três dimensões, conhecidas por Triângulo de Johnstone, parece ser claro para o professor de química, porém o estudante enfrenta dificuldades especialmente no campo representacional. “Parece existir uma dificuldade maior por parte dos estudantes em compreender o nível simbólico, pelo fato de os mesmos serem, respectivamente invisíveis e abstratos”. (GIORDAN, 2008, p.180).

Assim, uso de simuladores no ensino de Química é importante para elucidar essas confusões apresentadas pela maioria dos educandos, além de melhorar a capacidade de abstração. Muitos deles são programados para permitir ao estudante, nas palavras de Giordan (2008), “a representação imagética da entidade molecular do que supomos ocorrer na dimensão submicroscópica da matéria”.

A respeito dos softwares educacionais, Leite afirma que eles podem direcionar para duas formas distintas de aprendizagem, algorítmica ou heurística.

No modelo algorítmico o desenvolvedor de software tem o papel de programar uma sequência de instruções planejadas para levar o educando ao conhecimento. Já em um software orientado pelo modelo de aprendizagem heurística predominam as atividades experimentais em que o programa produz um ambiente com situações variadas para que o aluno as explore e construa conhecimentos por si mesmo. (LEITE, 2015, p.177)

No que compete ao ensino de Química, destacamos aqui três repositórios que reúnem simuladores e animações extremamente úteis como ferramenta de aprendizagem. O portal dia a dia educação <[www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)> disponibiliza recursos didáticos digitais divididos por disciplinas e que podem ser utilizados *online* por alunos e educadores. O portal PhET <[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](http://phet.colorado.edu/pt_BR/)>, vinculado à Universidade de Colorado,

---

<sup>8</sup> Alex Johnstone (1982) propôs um modelo para explicar a relação entre os níveis de representação do conhecimento químico baseado em três níveis: macroscópico (sensorial), submicroscópico (molecular ou atômico) e simbólico (representacional). Estudos apontam que a maioria dos estudantes transitam bem entre os níveis macroscópicos e submicroscópico (quando dispõem de equipamentos), existindo maior dificuldade de compreensão no nível simbólico devido a abstração.

Estados Unidos, disponibiliza gratuitamente uma ampla diversidade de simuladores. Por fim, a plataforma Wolfram Education, <http://demonstrations.wolfram.com/index.html>, escolhida por nós neste trabalho, que reúne simuladores nas diversas áreas de conhecimento, inclusive para o ensino superior.

Considerando que o objetivo de nossa investigação não é o de avaliar a aprendizagem como um todo, optamos, a partir de uma Sequência Didática ampla, por trabalhar com um *software* de simulação, considerado heurístico (segundo as considerações de Leite), que permite a interação ativa do aluno. Uma descrição detalhada do *software* escolhido será dada em seguida.

#### **1.4 Descrição do *Software The Law of Mass Action***

O *software* educacional escolhido para investigação foi o *The Law of Mass Action*, um recurso educacional aberto disponível no repositório *Wolfram Alpha*, no sítio da *Wolfram Demonstration Projects* (<http://demonstrations.wolfram.com/index.html>), projeto desenvolvido pela Wolfram Research, empresa criada em 1987 e especializada no desenvolvimento de softwares e incubadora de inovações técnicas e científicas.

A plataforma conta com uma seção inteiramente dedicada a educação, a *Wolfram Education*; dentro desta existe um campo voltado aos simuladores educacionais de aplicação tanto na Escola Básica quanto no Ensino Superior. Há enorme variedade de simuladores, que podem ser acessados virtualmente por usuários através de diferentes dispositivos, computadores de mesa, computadores portáteis e também dispositivos móveis iOS.

Os programas da Wolfram adotam a linguagem aberta *Mathematica*, e os REA disponíveis são desenvolvidos pelos próprios usuários. A empresa dispõe de programas virtualmente em todas as áreas educacionais abordadas em diversos níveis de ensino. Particularmente, o programa aqui utilizado pertence à grande área das *Physical Sciences; Chemistry; Chemical Kinetics*.

Para os programas serem executados é necessária a instalação de outro programa específico, o *CDF Player*. O *CDF Player*, também desenvolvido pela

empresa Wolfram, realiza a leitura de arquivos de extensão *cdf* (*computer document format* ou formato de documento de computador).

Arquivos deste tipo podem conter gráficos interativos e outros materiais visuais, além de texto estático e formatação da página. Elementos multimídia e principalmente objetos visuais podem ser integrados com funcionalidade interativa, tornando-se especialmente úteis na programação dos simuladores.

A figura 1 mostra a tela de apresentação do programa, com seus botões e recursos principais. Existe logo abaixo do *software* uma breve explicação de suas funcionalidades em língua inglesa, porém, por se tratar de um programa relativamente simples, tal explicação não foi relevante para seu manuseio. Ao lado direito, o sítio de hospedagem traz programas relacionados ao *The Law of Mass Action*, como sugestões para o usuário.

The screenshot shows the Wolfram Demonstrations Project website. The main content area is titled "The Law of Mass Action" and features a central interactive diagram. The diagram shows two cylindrical containers. The left container, labeled "initial", contains a blue liquid at the bottom. The right container, labeled "equilibrium", contains a stack of three liquids: red at the bottom, green in the middle, and blue at the top. Above the containers, the chemical equation  $A + B \rightleftharpoons C$  is displayed, along with the equilibrium constant expression  $K_{eq} = \frac{[C]}{[A][B]}$ . A yellow callout box says "Interact Now! Get the free Wolfram CDF Player". Above the containers, there are sliders for initial concentrations  $[A]_0$ ,  $[B]_0$ , and  $[C]_0$ , and a logarithmic scale for the equilibrium constant  $\log_{10} K_{eq}$ . Below the diagram, there is a detailed text explanation in English. To the right of the main content, there are sections for "Share" (with social media icons), "Embed Interactive Demonstration", "Download Demonstration as CDF", and "Download Author Code". Below these are "Related Demonstrations" and "Related Topics" lists.

Figura 1 - Interface inicial do *software The Law of Mass Action*. (Fonte: <http://www.demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/> em 22/12/2016).

A figura 2 exemplifica detalhadamente cada parâmetro do *software*. Na parte superior aparecem barras de controles deslizantes que permitem variar as

concentrações dos reagentes A e B e do produto C, além do valor do logaritmo na base 10 do valor da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ). No centro, em destaque, os cilindros que representam um único reservatório de reação, que mostra sempre a situação inicial e a situação final de uma hipotética reação química, após terem sido ajustados convenientemente os parâmetros de concentrações. Os diferentes participantes da reação: A, B e C são identificados por diferentes cores, vermelho, verde e azul respectivamente. Estão representados também a equação química genérica da reação em equilíbrio bem como a expressão algébrica da constante de equilíbrio.

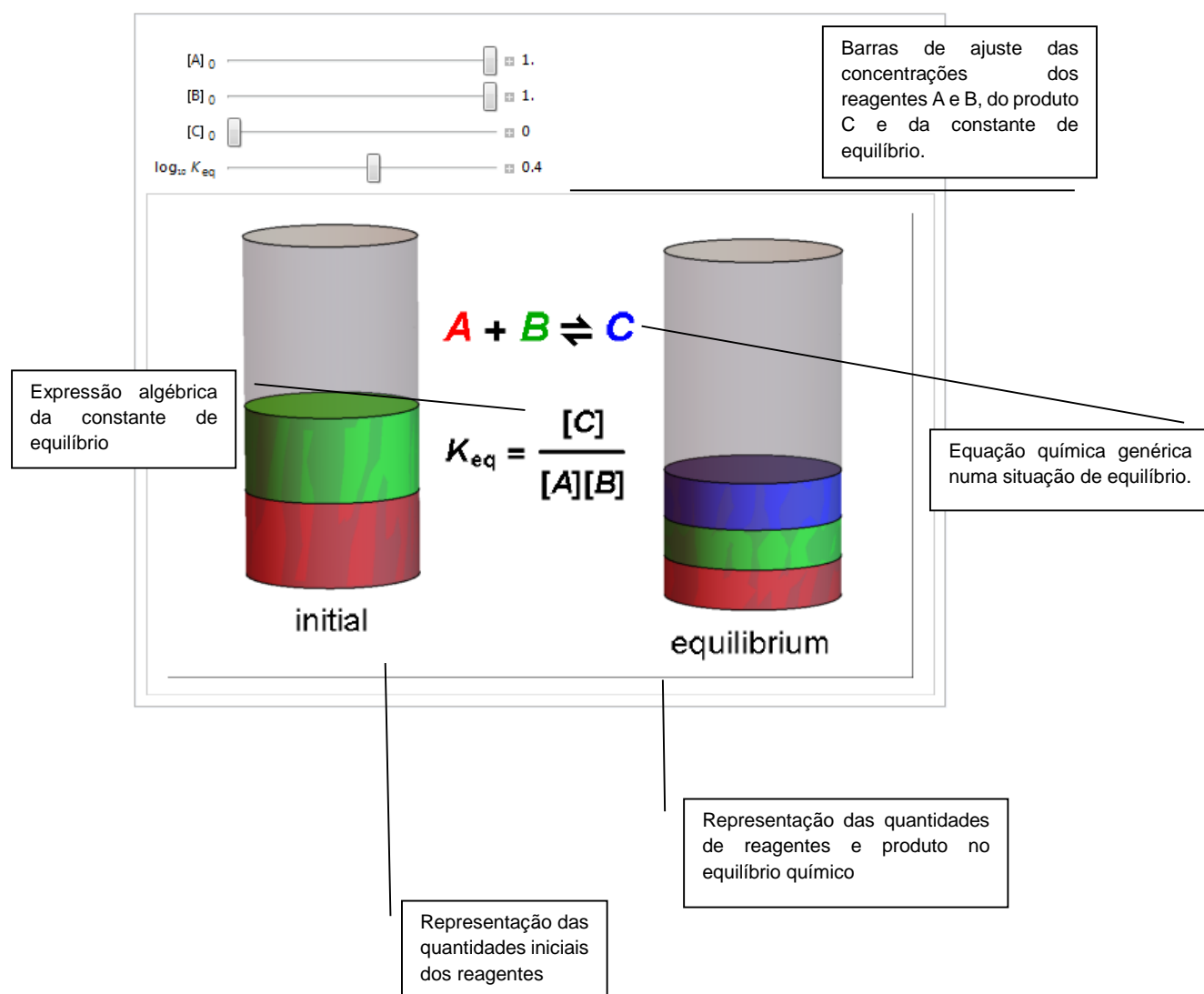


Figura 2 - Representação detalhada das funcionalidades do software. (Fonte: <http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/> em 20/12/2006)

## **2. MEDIAÇÃO EM VYGOTSKY E EM WERTSCH**

Este capítulo apresenta os conceitos de mediação conforme as ideias de Levi Vygostky e de James Wertsch, reconhecendo o sociointeracionismo como papel principal no desenvolvimento do ser humano.

Ambos admitem que grande parte da ação das pessoas no mundo é mediada pela experiência dos outros (herança sócio cultural), e pela ação de ferramentas culturais.

### **2.1 Considerações Sobre Mediação Segundo Vygotsky**

Para Martins e Moser, (2012, p.11): “Se falarmos de meios, significa que o acesso do homem ou de sua mente ao mundo não se dá de modo direto, mas por uma mediação que lhe permite um acesso indireto”. Assim, uma criança conhece o mundo em que nasceu por meio de outros indivíduos, estes vão lhe apresentando objetos variados e a linguagem materna, e a criança aprende por um processo de mediação.

Segundo Marta Kohl de Oliveira, nas obras de Vygotsky prevalece a preocupação com o desenvolvimento psicológico do ser humano e os processos de aprendizado que o diferem dos demais animais.

Existe um percurso de desenvolvimento, em parte definido pelo processo de maturação do organismo individual, pertencente à espécie humana, mas é o aprendizado que possibilita o despertar de processos internos de desenvolvimento que, não fosse o contato do indivíduo com certo ambiente cultural, não ocorreriam. (OLIVEIRA, M., 2010, p.58)

Sem as interações sociais ou suporte de outros indivíduos de sua espécie o sujeito não se desenvolve, não importa se é dotado de todas as características inatas para isso. Um exemplo citado por Oliveira, M. seria a de que uma criança normal biologicamente não aprenderia a falar se crescesse entre surdos/mudos.

Para Oliveira (2010, p.58) o aprendizado: “É o processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores, etc. a partir de seu contato com a realidade, com o meio ambiente e com as outras pessoas”. A autora enfatiza que o conceito de aprendizado em Vygotsky é muito abrangente, porém sempre ligado às interações sociais, e envolve os níveis de desenvolvimento real e potencial propostos por Vygotsky.

O nível de desenvolvimento potencial corresponde à capacidade do indivíduo de realizar tarefas com o auxílio dos outros, por exemplo, uma criança de cinco anos pede ajuda para amarrar os sapatos ou o faz seguindo instruções de um adulto. Já o nível de desenvolvimento real corresponde à capacidade do indivíduo de realizar tarefas sem necessitar da ajuda de outras pessoas, como uma criança de sete anos que amarra os próprios sapatos.

Todavia não é todo indivíduo que é capaz de se beneficiar da ajuda de outros. É necessário o mínimo de desenvolvimento. “Uma criança que ainda não sabe andar sozinha, só vai conseguir andar com a ajuda de um adulto que a segure pelas mãos a partir de um determinado nível de desenvolvimento.” (OLIVEIRA, M, 2010, p.62).

A autora enfatiza que a mesma criança, aos três meses de idade, não seria capaz de andar nem com alguém que lhe segure as mãos, pois não se encontra no nível de desenvolvimento necessário para essa habilidade. Desta forma, o nível de desenvolvimento potencial sempre antecede o nível de desenvolvimento real, “caracteriza uma etapa do desenvolvimento que ainda não foi alcançada, uma etapa de desenvolvimento posterior, mas que pode ser alcançada através de uma interação social”. (OLIVEIRA, M., 2010, p.62)

Um dos principais pressupostos de Vygotsky ao tratar do desenvolvimento é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). “A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário”. (VYGOTSKY, 1991, P.58).

Se uma criança necessita de ajuda para caminhar aos doze meses de idade, aos quinze ela já o fará sozinha. Aos doze meses, a ação de caminhar

encontra-se no nível de desenvolvimento potencial, aos quinze meses quando a criança não mais necessita de ajuda, a ação passou para o nível de desenvolvimento real, e é o processo intermediário a esse caminho que se chama *zona de desenvolvimento proximal*.

Ao passar do nível de desenvolvimento potencial para o real, a criança realizou um processo de internalização. Para Vygotsky (1991, p.40): “Chamamos de internalização a reconstrução interna de uma operação externa. ” Giordan, referenciando Vygotsky, complementa: “qualquer função no desenvolvimento cultural da criança aparece em cena duas vezes: primeiro no plano social, depois no psicológico (...)” (GIORDAN, 2013, p.35).

A esse respeito, Giordan (2013) traz o exemplo de uma criança que inicialmente tenta agarrar um objeto (ação natural despertada pelo interesse da criança no objeto); ao não o alcançar, a criança passa a apontá-lo para obter ajuda de outros, (ação de interação social). Com seu desenvolvimento natural, a criança passará a alcançar o objeto sozinha. “Aqui está a determinação do social sobre a função mental que não elimina a função biológica, mas supera-a, transformando-a sob a influência do sentido que produz na interação social. ” (GIORDAN, 2013, p.38).

De acordo com Oliveira, M. (2010, p. 64): “O processo de ensino-aprendizado na escola deve ser construído, então tomando como ponto de partida o nível de desenvolvimento real da criança (...)”, e ressalva que o bom ensino adianta-se ao desenvolvimento: “O professor tem papel explícito de interferir na zona de desenvolvimento proximal”.

Martins e Moser também relacionam mediação e aprendizagem segundo Vygotsky no trecho:

Se toda ação humana supõe uma mediação, do mesmo modo a aprendizagem se faz com a mediação semiótica ou pela interação com o outro, na interação social, na qual as palavras são empregadas como meio de comunicação ou de interação. (MARTINS E MOSER, 2012, p.10).

A palavra, ou linguagem é de extrema importância nos pressupostos de Vygotsky; o desenvolvimento da linguagem é a característica inerente da

espécie humana capaz de resultar em aprendizado e constitui um signo culturalmente construído. Vygotsky trabalha com duas funções básicas da linguagem: a primeira função é a comunicação com membros da espécie, e a segunda função da linguagem é onde se encaixa o pensamento.

É através da linguagem que o indivíduo desenvolve as funções mentais superiores, o pensamento é a expressão das palavras. “A mente forma os conceitos pela mediação de signos, e a linguagem passa a ser o meio ou o modo mais importante que os seres humanos possuem para formar conceitos e para aprender, mas sempre no contexto da interação social”. (MARTINS, MOSER, 2012, p.14)

## 2.2 A Teoria da Ação Mediada

James V. Wertsch é estadunidense, professor nos departamentos de antropologia, psicologia e departamento de educação da Washington University em St. Louis, Estados Unidos. Graduou-se bacharel em Psicologia, realizou mestrado na área da educação e tornou-se doutor em Psicologia da Educação na Universidade de Chicago em 1975.

Wertsch realizou um ano de pós-doutorado em Moscou, onde aprofundou seus estudos no sociointeracionismo de Vygotsky, Leontiev e Luria. Na atualidade dedica seus estudos à compreensão de como as escolas e outras Instituições do Estado são utilizadas para criar e manter a memória coletiva oficial. Em 1998 publicou a obra *Mind as Action* na qual apresenta e discute sua Teoria da Ação Mediada.

O termo *sociointeracionismo* é muito comum entre os revisores de Vygotsky, Wertsch por sua vez, adota o termo *análise sociocultural*, especialmente para desvincular sua teoria da de Vygotsky. Ainda que a análise sociocultural considere as concepções de Vygotsky, a diferença encontra-se na maneira como ocorre a ação, como afirmam Pereira e Ostermann (2012, p.24): “a aproximação sociocultural de Wertsch difere substancialmente de outras abordagens, sobretudo com relação à ênfase dada à noção de “ação mediada”.



Para Wertsch, a ação mediada difere-se do sociointeracionismo de Vygotsky pois admite um sistema de memória compartilhada com a ferramenta cultural; além disso, Wertsch não apenas discute os processos de internalização de Vygotsky como também incorpora os pressupostos de Mikhail M. Bakhtin quanto à dialogia e gêneros do discurso, e Keneth Burke quanto às múltiplas perspectivas da ação humana.

A ação mediada pressupõe que a “ação humana”, incluindo a ação mental, tipicamente emprega meios mediacionais, ou ferramentas culturais que estão disponíveis em um cenário sociocultural particular. Tais ferramentas culturais, como a linguagem e os instrumentos de trabalho, moldam a ação humana de maneira essencial. E devido ao fato de que essas ferramentas são fornecidas por um cenário sociocultural particular, a ação humana é inerentemente “situada” em um contexto cultural, histórico e institucional. (PEREIRA, OSTERMANN, 2012, p.26).

Em relação às perspectivas da ação humana, Giordan (2005) aponta Keneth Burke como principal influenciador nas ideias de James Wertsch, ao formular a Teoria da Ação Mediada. “Wertsch foi buscar em Burke os estudos sobre a “ação humana” e seus “motivos”, desenvolvidos para descrever o dramatismo, dos quais se destacam cinco focos de análises”. (GIORDAN, 2005, p. 281).

Os cinco focos de análise a que se refere Giordan, são chamados de pentagrama da tela terminística de Burke. Trata-se da relação entre agente, motivo, e local em que ocorre determinada ação. Tal pentagrama, reproduzido na tabela 1, permite nortear investigações sobre a ação humana.

Tabela 1 - Representação do Pentagrama Terminístico de Keneth Burke.

<b>Elemento</b>	<b>Pergunta</b>	<b>Natureza da pergunta</b>
Ato	O que foi feito?	Ontológica
Propósito	Por que foi feito?	Ontológica
Agente	Quem fez?	Metodológica
Agência	Como ele fez?	Metodológica
Cena	Quando e onde foi feito?	Metodológica

Fonte: (GIORDAN, 2005, p.281)

Wertsch reduz esses cinco elementos do pentagrama de Burke a apenas dois: agente e ferramenta cultural. O objeto de estudo de Wertsch é, portanto, a ação humana mediada por uma ferramenta cultural como expressa em sua obra traduzida *La Mente en Acción* (1999):

Una afirmación fundamental del análisis sociocultural que se plantea en este libro es que su foco de atención adecuado es la acción humana. Como se la entiende aquí, la acción puede ser tanto exterior como interior y puede ser realizada por grupos, ya sean pequeños o grandes, o por individuos (...)<sup>9</sup>. (WERTSCH, 1999, p.47)

Wertsch (1999) enfatiza que a noção específica de “ação” a que se refere é a ação mediada por ferramentas culturais; em sua visão, quase toda ação humana é uma ação mediada, o que não descarta a existência de uma dimensão psicológica individual, mas que esta dimensão se passa em um episódio individual, ou momento de ação.

Para exemplificar a Teoria da Ação Mediada, Pereira e Ostermann (2012, p.26) trazem o exemplo de um professor de física que deseja lembrar-se de um livro para indicar a seus alunos. O professor então recorre a um computador da escola com acesso à internet e pesquisa um catálogo de livros e reconhece no catálogo a obra que procurava.

<sup>9</sup> Uma afirmação fundamental da análise sociocultural que se apresenta neste livro é que seu foco de atenção adequado é a ação humana. Como se entende aqui, a ação pode ser tanto exterior como interior, e pode ser realizada por grupos, sejam pequenos ou grandes, ou por indivíduos.

Dessa premissa, os autores questionam: Quem se lembrou? O professor ou a ferramenta de busca no computador? Segundo a Teoria da Ação Mediada ambos, agente (professor) e ferramenta (buscador) se lembraram da obra num sistema de memória distribuída. O professor sozinho não foi capaz de lembrar o nome da obra, já o buscador sozinho não é capaz de pesquisar e reconhecer o livro dentre as diversas opções no catálogo.

Dentre os exemplos apresentados por James Wertsch em *La Mente em Acción* para ilustrar a relação entre agente e ferramenta cultural, trazemos o bastante conhecido da "vara de saltar". Wertsch (1999) aponta que a adoção de uma vara (ferramenta cultural) permitiu ao agente (homem) saltar alturas cada vez maiores. Ainda decorre que desde a criação dos jogos olímpicos modernos, em 1896, os recordes olímpicos têm crescido exponencialmente na medida em que o material que constitui a ferramenta evolui.

Neste exemplo, o atleta (agente) sozinho não é capaz de saltar grandes alturas, a vara (ferramenta) também não é capaz de projetar o atleta por conta própria, deste modo, torna-se impossível pensar agente e ferramenta cultural de maneira isolada. *“En realidad, herramientas culturales como las garrochas (...) son incapaces de hacer nada por sí mismas. Solo pueden tener efecto cuando las usa un agente.”*<sup>10</sup> (WERTSCH, 1999, p.58).

Wertsch propõe cinco formulações básicas para as ferramentas culturais: 1- a materialidade dos modos de mediação; 2- os múltiplos objetivos da ação; 3- restrições e recursos; 4- as transformações da ferramenta; 5- associação da mediação ao poder e autoridade.

Parece muito clara a materialidade de uma vara de saltar no exemplo de Wertsch, porém, como lembra Pereira e Ostermann, a Teoria da ação Mediada vai além, e considera também a linguagem como um meio material de mediação:

Embora a materialidade de itens como computadores, livros e calculadoras seja bastante evidente, (...) essa mesma propriedade resulta menos óbvia quando consideramos meios mediacionais

---

<sup>10</sup> Na realidade, ferramentas culturais como as varas de salto (...) são incapazes de fazer algo por si mesmas. Só podem ter efeito se usadas por um agente.

semióticos, tais como a linguagem (...) inclusive a linguagem falada que desaparece logo após sua produção. (PEREIRA, OSTERMANN, 2012, p.30)

A segunda formulação resulta de que muitas vezes uma ferramenta cultural é criada para um propósito diferente ao qual a ação é realizada. Por exemplo, os computadores de mesa foram criados para outros fins que sua utilização no ensino ou utilização doméstica. De acordo com Pereira e Ostermann (2012, p.31) “as ferramentas culturais são, com frequência, produzidas por razões outras que não a facilitação da ação”.

O fato de as ferramentas culturais restringirem, ao mesmo tempo em que possibilitam, a ação, pode ser exemplificado, segundo Pereira e Ostermann (2012, p.31), no exemplo da internet discada, que antes da existência da banda larga era vista como meio eficiente para proporcionar acesso rápido à internet. Só após acesso a banda larga uma década depois é que os agentes se deram conta das limitações da internet discada.

O próprio exemplo da vara de saltar discutido anteriormente pode elucidar a quarta formulação: as transformações na ferramenta transformam a ação, com as melhorias realizadas no material que constitui a vara de saltar os recordes olímpicos foram sendo melhorados.

Por fim, a quinta formulação contrasta com a concepção na qual a linguagem e outros meios mediacionais constituem instrumentos neutros de pensamento e comunicação, exemplificada pelo poder autoritário da argumentação na dialogia.

Essa propriedade deriva de Bakhtin sobre sua formulação acerca dos tipos de discurso “autoritário” e “internamente persuasivo”. O pressuposto geral é de que o poder e a autoridade não são atributos do indivíduo, considerado em isolamento, mas sim da tensão irreduzível entre os agentes e as ferramentas culturais. (PEREIRA, OSTERMANN, 2012, p.31)

A “tensão irreduzível” entre agente e ferramenta configura a interdependência entre um e outro. Trata-se de um termo utilizado por James

Wertsch para explicar que agente e ferramenta não são capazes de operar isoladamente.

Proveniente dessa relação entre agente e ferramenta, surgem dois conceitos criados por Wertsch para definir de maneira diferenciada o processo de internalização. No primeiro deles, segundo Wertsch (1999, p.89), determinadas ações mais simples não resultam num processo de internalização; para essas ações é preferido uso do termo “domínio” ou “saber como”.

De acordo com Giordan (2005, p 281): “Trabalhar com os conceitos de “domínio” e de “saber como” nos permite eliminar algumas noções que o conceito de internalização encerra, como por exemplo, trazer para o plano interior. ” Isto significa que Wertsch admite que a maioria das ações realizadas pelo homem não resulta num processo de internalização.

Términos menos cargados y confusos, como “dominio” o “saber cómo” me parecen preferibles y precisamente por eso uso esas palabras, en lugar de internalización, para analizar procesos tales como andar en bicicleta o hablar un idioma.<sup>11</sup> (WERTSCH, 1999, p.92)

A ideia de apropriação relaciona-se a tomar para si, tornar próprio, trazer algo do outro e tornar seu. Trata-se de um processo de internalização mais complexo, e não se resume a apenas operar com habilidade a ferramenta cultural, mas pensar em conjunto com ela. “É possível que alguém domine, mas não se aproprie de uma ferramenta cultural, como é possível, também, que domínio e apropriação estejam correlacionados em alto ou baixo grau”. (GIORDAN, 2005, p. 282).

Cirino (2012) e Oliveira, W. (2015) realizaram pesquisas em que utilizar computadores como meio mediacional permite avaliar, através das noções de domínio e apropriação, se a ferramenta cultural, em especial os REA, provoca algum processo de internalização no seu agente. Ambos obtiveram resultados satisfatórios de análise por meio da Teoria da Ação Mediada.

---

<sup>11</sup> Termos menos confusos e carregados como “domínio”, ou “saber como”, me parecem preferíveis e precisamente por isso uso essas palavras no lugar de internalização, para analisar processos tais como andar de bicicleta ou falar um idioma.

Ao pesquisar como um *software* educacional pode colaborar na construção de significados sobre radioatividade, Cirino (2012) elaborou uma unidade didática em que estudantes do ensino médio utilizaram um RDD que simula a emissão radioativa por átomos de elementos radioisótopos. Vale ressaltar que a escolha desse RDD pelo autor é extremamente interessante, dada a impossibilidade da realização de tal experimentação. Sobre a evolução na construção de significados e a respeito de “domínio” e “apropriação” Cirino conclui:

Mesmo de maneira tácita, a organização do ensino com auxílio do computador ajudou a integrar os alunos em torno de um propósito comum e, além disso, as atividades virtuais no computador favoreceram o domínio e a apropriação de conceitos que foram significados e ressignificados várias vezes na bancada do laboratório de informática e em sala de aula. A articulação destas atividades ao longo da sequência didática proposta permitiu aos alunos reconhecerem funções, valores e propósitos das formas de representação na resolução de problemas e propiciaram uma ampliação de seus horizontes conceituais. (CIRINO, 2012, p.215)

Oliveira, W. (2015) também realizou estudos sobre as potencialidades dos RDD, neste caso de dois *softwares* educacionais, o Propriedades dos Gases do grupo PhET e também o Geogebra. Nesta pesquisa, alunos do segundo ano do ensino médio interagiram com o primeiro *software* para coleta de dados empíricos sobre pressão, volume e temperatura de um gás ideal e utilizaram o segundo *software* para construção de gráficos a partir desses dados. Analisando os questionários com base na Teoria da Ação Mediada, Oliveira, W. afirma:

Nossas análises apontam que houve domínio das ferramentas culturais pela metade dos estudantes participantes da investigação em relação aos conceitos estudados (as variáveis de estado e as transformações gasosas) mediante o desenvolvimento das atividades da unidade didática, enquanto houve apropriação das ferramentas culturais por uma minoria desses mesmos estudantes, e nas mesmas condições de estudo. (...) podemos afirmar que a maioria dos estudantes investigados conseguiram transitar sobre a rede conceitual, de maneira aceitável, entre o maior grau de abstração (plano intrapsicológico) e, de maneira apenas razoável, para o menor grau de abstração (plano interpsicológico), pois poucos estudantes não dominaram os conceitos e/ou se apropriaram deles durante o desenvolvimento da unidade didática. (OLIVEIRA, W. 2015, p. 158).

De maneira semelhante, procuramos, por meio dessa pesquisa, investigar o potencial didático de um software educacional em facilitar que os estudantes de ensino médio adquiram domínio ou apropriação de um conceito químico considerado difícil: o conceito de equilíbrio químico.

Para tanto, elaboramos e aplicamos uma sequência didática que contemplou aulas expositivas e dialógicas, observações experimentais e o uso do *software* que permite controlar as condições de concentração e da constante de equilíbrio de uma reação genérica.





### 3. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Neste capítulo será detalhado o percurso metodológico que endossa esta pesquisa, caracterizada como qualitativa. Segundo Suassuna (2008, p.348), “numa abordagem qualitativa, o pesquisador coloca interrogações que vão sendo discutidas durante o próprio curso da investigação” além de estar atento à “multiplicidade de dimensões de uma determinada situação ou problema e após a análise dos dados, ele lança possibilidades de explicação da realidade” (SUASSUNA, 2008, p.350).

O foco será a interpretação dos dados e não a sua quantificação. Flick (2009) releva a importância dos aspectos a serem observados como “a apropriabilidade de métodos e teorias; as perspectivas dos participantes e sua diversidade; a reflexibilidade do pesquisador e da pesquisa; além da variedade de abordagens e métodos na pesquisa qualitativa.” (FLICK, 2009, p.23).

Carvalho (2011) também propõe certos cuidados a serem tomados na pesquisa qualitativa, em especial no ensino de ciências: “Precisamos lembrar que qualquer estudo científico pode e deve ser replicado, e as pesquisas em ensino de ciências precisam dar aos seus leitores todas as condições para uma possível réplica (...)” (CARVALHO, 2011, p.14).

Para assegurar tais aspectos, propusemos uma sequência didática de observação e coleta de dados que contemplou diferentes etapas, na tentativa de garantir a boa condução da pesquisa, validar os dados coletados, permitir aplicabilidade e atender ao problema de pesquisa que, particularmente em nosso caso, consiste em investigar de que maneira o *software* educacional *The Law of Mass Action* (A Lei da Ação das Massas) pode contribuir no ensino de noções de equilíbrio químico.

#### 3.1 Os Sujeitos da Pesquisa

Além da pesquisadora, participaram desta pesquisa dez alunos do segundo ano do ensino médio do Colégio Estadual do Jardim Independência, na cidade de Sarandi, Paraná. Trata-se de adolescentes entre dezesseis e dezoito

anos de idade, moradores do bairro que nomeia a escola, e que se conhecem desde as primeiras séries do ensino fundamental.

Antes de convidar os participantes, foi feito contato com a direção e equipe pedagógica, para apresentar o projeto de pesquisa e obter permissão para utilizar as dependências da instituição ao realizá-la. Tanto a direção quanto a equipe pedagógica aceitaram a realização da pesquisa, porém pediram atenção especial aos alunos que iriam fazer provas de recuperação final, que não poderiam participar da pesquisa caso ela ocorresse em horário concomitante.

Por ser professora das três turmas de segundo ano do período matutino, a pesquisadora convidou de forma livre todos os alunos. Com data prevista de realização da pesquisa na penúltima semana do ano letivo, que excepcionalmente ocorreu em fevereiro de 2016<sup>12</sup>, estava previsto que o número de interessados seria reduzido, todavia, cerca de vinte alunos demonstraram interesse em participar voluntariamente da pesquisa, com os quais a pesquisadora manteve contato durante as férias de janeiro a fim de manter a motivação dos mesmos.

No retorno às aulas para encerramento das atividades, a pesquisadora se reuniu com os alunos no dia primeiro de fevereiro para reforçar o convite e confirmar suas presenças. Um total de doze alunos mostrou-se interessados, vindos de duas das três turmas de segundo ano convidadas. Nessa ocasião, a pesquisadora contou com a colaboração dos demais professores da escola na troca de horários, possibilitando assim a realização dos encontros em horário regular de aula.

Embora o primeiro encontro tenha se iniciado com os doze alunos, apenas dez participaram em todas as atividades, portanto são esses dez que constituem os sujeitos da pesquisa. Para preservar suas identidades, eles estão identificados pela letra inicial de seus nomes, seguidas de números em caso de

---

<sup>12</sup> O ano letivo de 2015 teve seu encerramento adiado para fevereiro de 2016 devido a greve geral dos professores e funcionários das escolas estaduais no Estado do Paraná. A paralisação durou 44 dias entre os meses de março a maio de 2015.

letras coincidentes, desta forma os sujeitos da pesquisa encontram-se aqui denominados: D, E1, E2, I, K, L1, L2, M, R, e W.

### 3.2 A Constituição do Dados

A coleta de dados foi realizada em todos os quatro encontros descritos no item 3.7, tendo sido utilizados questionários (Apêndices A, B, C, D), observação por parte da pesquisadora, e gravação de áudio com auxílio de aplicativo do smartphone (Apêndice E). Uma vez que cada encontro contou com questionário próprio e extensos registros de áudio, foram considerados como dados da pesquisa os questionários aplicados em todos os encontros, trechos das gravações de áudio que permitiram identificar as principais ideias dos alunos sobre o tema, além das observações da pesquisadora.

A organização das respostas foi feita através de planilhas das questões julgadas essenciais para atender ao problema de pesquisa. Dois pressupostos teóricos orientaram a análise e interpretação dos dados, a Análise Textual Discursiva (levantamento das categorias a partir de fragmentos de textos) e a Teoria da Ação Mediada (análise dos dados).

A opção pela Teoria da Ação Mediada nos permitiu avaliar o potencial pedagógico do *software* adotado, por meio das noções de *domínio* e *apropriação*. Nas palavras de GIORDAN (2005), os conceitos de domínio e apropriação estão claramente diferenciados por Wertsch, considerando que o agente (aluno) domina a ferramenta (objeto de mediação) quando apresenta a capacidade de operá-la com destreza. Por sua vez, o conceito de apropriação surge quando o agente utiliza a ferramenta cultural como “sua”, ou seja, apropria-se dela no sentido de dar-lhe significado, podendo relacionar seu uso em outras situações, preferencialmente fora do contexto da qual foi utilizada inicialmente.

Após o término das atividades, todo o material produzido pelos estudantes foi transcrito pela pesquisadora e submetido à Análise Textual Discursiva (ATD), a fim de se buscar as categorias presentes nas suas respostas.

Segue uma breve explicação sobre a ATD.

### 3.3 A Análise Textual Discursiva

Consideramos a Análise Textual Discursiva pertinente a esta investigação uma vez que Moraes e Galiazzi (2011, p.11) afirmam que este tipo de pesquisa: “Não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão, reconstruir conhecimentos existentes sobre os temas investigados”.

Na ATD buscou-se destacar *unidades de significado* nas diferentes respostas dos participantes. Sempre que necessário, realizou-se o confronto das respostas escritas com o registro em áudio, uma vez que o discurso dos participantes pode se manifestar por diversos meios, como afirmam Moraes e Galiazzi (2011, p.61): “Este esforço de captar mensagens conscientes e inconscientes implica um movimento de ultrapassagem de uma leitura de primeiro plano para outra de maior profundidade”.

De modo simplificado, a ATD consiste na desconstrução e reconstrução do corpus da pesquisa em três passos: 1- desmontagem dos textos, 2- estabelecimento de relações, 3- captação do novo emergente como descrevem brevemente os autores:

(...) a análise textual discursiva pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes; a desconstrução dos textos do “corpus”; a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada. (MORAES, GALIAZZI, 2011, p.12)

A desmontagem dos textos para retirada de fragmentos foi feita após leitura detalhada de todas as respostas dos participantes para cada questão.

A busca de relações entre as diferentes respostas possibilitou a identificação de unidades de significado, que ao longo deste trabalho aparecem sublinhadas nas respostas ou entre aspas no decorrer do texto. Após a coleta

das unidades de significados, o reagrupamento, ou unitarização, foi feito através da criação das categorias. Deste modo é possível a interpretação, não a partir do que foi dito, mas também do que se pretende dizer.

Pesquisas que valorizam o discurso vão do dito ao não dito, num movimento permanente entre o manifesto e o oculto, num afastamento dos sentidos, imediatos para a identificação de sentidos contextualizados, cuja explicação requer interferências cada vez mais aprofundadas. (MORAES, GALIAZZI, 2011, p.61)

Atribuir “interferências mais aprofundadas” requer o trabalho atencioso do analista quanto à atribuição de significados. Por este motivo, na ATD é muito importante observar os objetivos e intenções do analista. O analista, por sua vez, deve ser bom conhecedor da língua e estar fundamentado numa teoria, para saber com clareza quais unidades de significado está destacando e quais categorias é possível construir no percurso analítico.

### **3.4 Registro e Transcrição do Áudio**

Todos os encontros tiveram registro das falas ou trechos das falas gravadas em áudio. A pesquisadora fez uso do próprio aparelho de celular para efetuar os registros. Os participantes concordaram com a gravação e na transcrição integral dos áudios (Apêndice E) tomou-se cuidado de não expor as identidades dos participantes.

Para manter certo rigor e fidelidade aos diálogos, optou-se por transcrevê-los tal como propõe Carvalho (2011, p.35): “As transcrições devem ser totalmente fiéis às falas a que correspondem, com a substituição de termos por sinônimos sendo terminantemente proibidos”. Ainda de acordo com a autora, informações que dizem respeito à entonação, pausas, humor e grau de certeza nas afirmações devem ser preservadas, e sugere uma metodologia de transcrição das gravações tanto de vídeo quanto áudio que segue abaixo:

1 – Para marcar qualquer tipo de pausa deve-se empregar reticências (...) o único sinal de pontuação a ser mantido é o ponto de interrogação; 2 – ( ) para hipóteses do que se ouviu; 3 – ( ( ) ) para inserção de comentários do pesquisador; 4 - :: para sinalizar prolongamento de vogal ou consoante; 5 - / para indicar truncamento de palavras; 6 – - para silabação, por exemplo: “di-la-ta-ção”; 7 - --- para quebras na sequência temática com inserção de comentários; 8 – Letras maiúsculas para entonação enfática; 9 – Para turnos superpostos (falas sobrepostas) utilizamos deslocamento (\_\_\_) e colchetes ([ ]) no caso de falas simultâneas; 10 – Para representar a simultaneidade das diversas linguagens, por exemplo, oral e gestual, deve-se alterar a formatação da fonte empregando letras em negrito, itálico ou sublinhado. (CARVALHO, 2011, p.36)

Para padronizar e trazer maior significado às falas registradas nos encontros, optamos por seguir as sugestões de Carvalho (2011), com exceção da décima, sobre gravação de vídeo, que não foi o caso neste trabalho. Um exemplo de diálogo transcrito nesta investigação foi:

*31. P: Turma... dá uma olhadinha aqui... vocês estão aquecendo isso aqui... sulfato de cobre... Cinco vezes hidratado... então a gente chama de pentahidratado... então vocês estão aquecendo... o que em geral acontece quando a gente aquece a água?*

*32. Al: ela evapora \_\_\_ ferve*

Utilizou-se numeração para ordenar as falas, assim os diálogos acima são as falas 31 e 32. As iniciais P e Al representam professora e alunos respectivamente, Al foi utilizado quando não foi possível identificar qual participante se expressou, ou quando mais de um respondeu simultaneamente. Para cada participante individual optou-se por utilizar a primeira letra do nome, R, W, I, e no caso de dois participantes cujo nome inicia com a mesma letra utilizou-se a inicial seguida de número como L1 e L2.

Para constituir os dados para pesquisa retirou-se trechos dos diálogos, o que Carvalho (2011) chama de “episódios de ensino”. Procurou-se analisar apenas o que foi relevante à complementação dos questionários, no entanto, a fim de trazer maior clareza aos encontros aplicados disponibilizou-se transcrição de todas as falas no Apêndice E.

### 3.5 Testando o Uso do *Software* na Escola

A primeira tentativa de uso foi instalar o *The Law of Mass Action* nos computadores disponíveis no laboratório de informática da escola. Ao entrar em contato com a técnica responsável, soubemos que, embora conte com computadores modernos, o sistema operacional disponibilizado pela Companhia de Tecnologia da Informação e Comunicação do Paraná (CELEPAR) não permite a instalação de nenhum arquivo executável (de extensão .exe).

Diante de tal situação, decidimos por utilizar *notebooks* com sistema operacional Windows, viabilizando a instalação do *CDF Player*. Parte dos alunos trouxeram seus computadores pessoais, de tal modo que no dia da aplicação contamos com seis equipamentos e doze participantes, portanto os alunos manipularam o programa em duplas.

A figura 3 resume as atividades realizadas na escola e inclui os encontros que serão descritos na sequência deste texto.

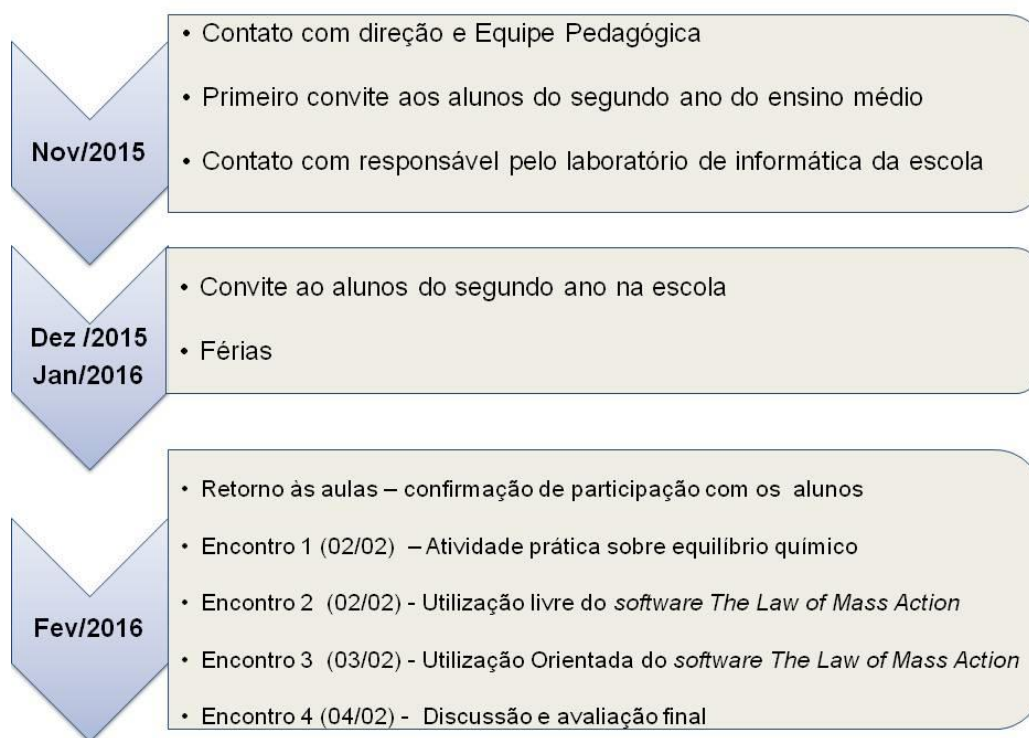


Figura 3 - Resumo das atividades desenvolvidas na Escola. (Fonte: Autora)

No primeiro encontro, os alunos executaram duas atividades práticas, a primeira delas foi a observação da mudança de cor do sulfato de cobre penta-hidratado, primeiro por aquecimento e depois por acréscimo de água ao sal desidratado. Numa segunda atividade, eles acrescentaram solução de ácido clorídrico em soluções de hidróxido de sódio contendo o indicador vermelho congo.

No segundo encontro os alunos tiveram um primeiro contato com o *software*. Eles tiveram liberdade para manipulá-lo e descobrir as respostas resultantes do uso de suas sub-rotinas. No mesmo encontro esse manuseio foi dirigido pela orientadora, através de algumas instruções.

O terceiro encontro foi reservado ao uso orientado do *software*, procurando orientar os alunos a observar as variações no sistema químico representado, em função da modificação controlada das variáveis de concentração dos três compostos genéricos e do logaritmo da constante de equilíbrio.

Por fim, o quarto encontro foi reservado à discussão sobre o que acontece em dois sistemas não muito triviais de serem discutidos no espaço escolar, a saber, o experimento da “garrafa azul” e o da evaporação da água em uma garrafa.

Em todos os encontros os alunos foram convidados a responder questionários (apêndices A, B, C e D), o áudio das discussões em todas as aulas foram gravados (apêndice E). O material produzido constitui o corpus dessa pesquisa.

### **3.6 O Espaço Físico Utilizado**

As atividades foram desenvolvidas no laboratório de ciências da escola, na primeira semana do mês de fevereiro de 2016. O laboratório dispõe de amplo espaço físico e três grandes bancadas, uma boa quantidade de reagentes e vidrarias, tanques para lavagem, armários e quadro negro. Tanto o espaço físico quanto as normas de segurança para ocupá-lo já eram de conhecimento dos alunos por frequentarem o laboratório nas aulas de Química.



### 3.7 Descrição Detalhada dos Encontros

#### 3.7.1 Primeiro Encontro: Atividades Práticas

No primeiro encontro, a pesquisadora reuniu-se com o grupo de alunos participantes da pesquisa para dar início às atividades de coleta de dados. A transcrição deste e de todos os demais encontros está no apêndice A.

Com o objetivo de levantar as concepções prévias dos alunos a respeito da reversibilidade das reações químicas e iniciar a construção coletiva do conceito de reações em equilíbrio, a pesquisadora iniciou a Aula 01 agradecendo a participação de todos e esclarecendo que equilíbrio químico é um conteúdo comumente trabalhado no segundo ano do ensino médio, mas que na realidade, acaba sendo “esquecido”, devido à grande quantidade de outros conteúdos. Aproveitando a oportunidade, a pesquisadora ressaltou que a proposta é avaliar um *software* educacional e não o desempenho dos participantes, portanto seria importante que realizassem as atividades com alto grau de seriedade e comprometimento.

Apesar de o plano de aula prever a realização desta atividade em duplas, o aquecimento do sulfato de cobre foi realizado apenas por um aluno, escolhido por eles próprios. O aluno ocupou o centro de uma das bancadas e colocou uma colher metálica contendo pequena quantidade de sulfato de cobre na chama de uma lamparina. Com roteiro em mãos os demais alunos observaram e orientaram o colega.

O aquecimento da amostra e mudança gradual da cor levou alguns minutos, durante os quais a pesquisadora aproveitou para levantar questões como: O que está acontecendo com a cor? Que cor vocês acham que é? Em seguida dirigiu-se ao quadro negro e escreveu a fórmula molecular do sulfato de cobre penta-hidratado,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , chamando atenção dos alunos sobre aquecimento da água: O que em geral acontece quando a gente aquece a água?

Conforme o plano de aula, a pesquisadora sugeriu que pingassem algumas gotas de água na amostra aquecida e observassem o que ocorre.

Em um segundo momento, a pesquisadora orientou os participantes nos procedimentos para realização da prática “Equilíbrio Ácido-Base”. Foi dada atenção especial aos aspectos de segurança no procedimento, uma vez que envolveu uso de hidróxido de sódio e ácido clorídrico que, embora diluídos, são considerados base e ácido fortes respectivamente e podem causar intoxicações e queimaduras se em contato com a pele ou ingeridos.

Nesta etapa, os alunos trabalharam em duplas, seguindo atentamente o roteiro estipulado. Com seis tubos de ensaio numerados, adicionaram 10 mililitros de hidróxido de sódio 1 mol/L em cada um deles. Em seguida adicionaram três a quatro gotas de solução diluída do indicador vermelho congo nos tubos de ensaio. Por fim, foi adicionando ácido clorídrico 1mol/L na seguinte ordem:

Tubo 1: apenas observaram e anotaram a coloração resultante.

Tubo 2: adicionaram 2,5 mL de solução de ácido clorídrico.

Tubo 3: adicionaram 5,0 mL de solução de ácido clorídrico.

Tubo 4: adicionaram 7,5 mL de solução de ácido clorídrico.

Tubo 5: adicionaram 10mL de solução de ácido clorídrico.

Tubo 6: adicionaram 13 mL de solução de ácido clorídrico.

Para todos os tubos de ensaio as duplas anotaram suas observações sobre aspecto visual da solução, e os alunos foram incentivados a anotar exatamente o que observaram. Ao final da atividade eles responderam o questionário disponível na Aula 01 (Apêndice A).

### **3.7.2 Segundo Encontro: Conhecendo o Software**

O segundo encontro ocorreu no mesmo dia, dois de fevereiro, após o intervalo, nas duas últimas aulas matutinas. O objetivo deste encontro foi conhecer e interagir com o programa “*The Law of Mass Action*”, e compreender a relação entre a constante de equilíbrio de uma reação química e a quantidade de reagentes e produtos. O planejamento dessa aula, bem como questões relacionadas que foram dadas aos alunos encontram-se no Apêndice B.

Ao retornarem ao laboratório de ciências, a pesquisadora levantou a seguinte questão: “O que vem à cabeça de vocês quando falamos a palavra equilíbrio?”. Após discussão com o grupo a respeito do equilíbrio químico, a pesquisadora iniciou a apresentação do recurso educacional seguindo o roteiro de aula, e pediu aos participantes que manipulassem livremente o programa, para habituarem-se aos comandos.

Nos primeiros quinze minutos de aula, a interação aluno-ferramenta ocorreu de forma livre. A pesquisadora procurou interferir minimamente nesse processo. Após esse primeiro contato dos alunos com o programa, e sanadas as dúvidas de sua utilização, a pesquisadora apresentou um roteiro de interação dirigida, conforme o quadro a seguir.

Tabela 2 - Primeiras orientações para uso do *software*.

Sequência	Operação
1	Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione “ <i>Initial Settings</i> ”, que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.
2	Aperte o sinal + na frente da linha $\log_{10}K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do <i>software</i> . Clique nos botões “ <i>slower</i> ” ou “ <i>faster</i> ” para controlar a velocidade da demonstração.
3	Clique em “ <i>play</i> ”, observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e $K_{eq}$ no sentido direto da reação.
4	Clique em “ <i>forward</i> ” e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e $K_{eq}$ na reação.
5	Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e $K_{eq}$ .
6	Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Fonte: Autora

Uma vez que todas as duplas realizaram as etapas descritas no roteiro, e faltando poucos minutos para o término das duas aulas destinadas a esse encontro, os alunos foram incentivados a responderem a mais um questionário (Q2, no Apêndice B).

### 3.7.3 Terceiro Encontro: Uso Orientado do *Software*

Os dez participantes presentes iniciaram as atividades com roteiro de aula em mãos e seus respectivos *notebooks*. Foram orientados a seguir criteriosamente as instruções de interação com o programa e mais uma vez a pesquisadora pouco interagiu com o grupo, mantendo-se no campo da observação e sanando as dúvidas emergentes.

A sequência de instruções que nortearam os participantes encontra-se na Tabela 3, e todo plano de aula desse encontro está disponibilizado no Apêndice C.

Tabela 3 - Orientações de Uso do *Software* - Aula 03

Sequência	Operação
1	Inicie o software, procure no canto direito superior o sinal +, selecione “ <i>Initial Settings</i> ”, que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Anote os valores de concentração de A, B e C.
2	Movimente a concentração do reagente A para menos. Anote os valores e observe o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
3	Movimente a concentração do reagente B até a mesma posição de A. Observe e anote o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
4	Movimente as concentrações de A e B para o valor máximo. Observe e anote o que acontece com a quantidade de A, B e C no estado de equilíbrio.

5	Diminua vagarosamente o valor da $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.
6	Aumente vagarosamente o valor da $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.

---

Fonte: Autora

Ao final deste encontro, os participantes foram incentivados a responder à duas questões disponíveis no Apêndice C

### 3.7.4 Quarto Encontro: Equilíbrio de Alguns Sistemas.

No quarto e último encontro, a pesquisadora iniciou a discussão apresentando uma garrafa de água (500mL) mantida propositalmente em repouso no interior de seu carro fechado. Com objetivo de retomar o conteúdo equilíbrio químico, foi pedido aos alunos que observassem a formação de gotículas na parede da garrafa, e levantou-se a seguinte questão: “E se eu disser pra vocês que o tempo todo na garrafinha de água está acontecendo um equilíbrio químico... Por Que?... e equilíbrio entre Quem?”

Para envolver ainda mais os participantes nas discussões foi apresentado o vídeo “Líquido Misterioso” que demonstra o experimento conhecido como Garrafa Azul<sup>13</sup>. Novamente, os alunos foram convidados a opinar acerca do que estava ocorrendo.

Por fim, a pesquisadora apresenta uma garrafa fechada do refrigerante Coca-Cola e pede aos participantes que expliquem o equilíbrio líquido-gás que ocorre no interior da garrafa.

---

<sup>13</sup> O experimento da Garrafa Azul consiste na reação reversível de oxidação da glicose na presença de azul de metileno. Com a adição do azul de metileno numa solução de glicose em meio básico sob agitação observa-se uma solução de coloração azul, que em repouso, torna-se incolor. Com nova agitação volta a ser azul e novo repouso, volta a ser incolor. Essa mudança de cor acontece porque, na presença de pouco oxigênio na solução, o azul de metileno (azul) é reduzido a leucometileno (incolor). Quando agitamos a garrafa, fazemos com que aumenta-se a concentração de oxigênio na água e a solução volta a ser azul. O vídeo pode se encontrado em <https://www.youtube.com/watch?v=OZVs097oFu4> acessado em 15/12/2015

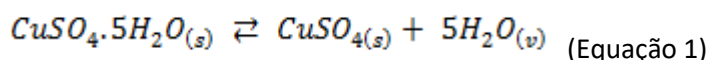
Esgotadas as discussões a respeito desta aula, os participantes foram convidados a responder ao questionário Q4 (apêndice D).

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo dedica-se à interpretação e discussão dos resultados obtidos nos quatro encontros realizados. Procurou-se constituir a categorização das respostas de acordo com as unidades de significados selecionadas e os objetivos de cada encontro, utilizando tanto episódios de ensino extraídos dos registros em áudio quanto aquelas obtidas nos diversos questionários. Sendo assim, dividiu-se a análise dos questionários de acordo com os encontros em que foram aplicados.

### 4.1 Atividades Experimentais e Compreensão dos Fenômenos Químicos

A primeira etapa da investigação se iniciou com duas atividades práticas a respeito de reversibilidade e equilíbrio das reações químicas. A primeira atividade foi o aquecimento do sulfato de cobre penta-hidratado e sua consequente mudança de cor. Trata-se de uma experiência muito simples que evidencia a reversibilidade de uma reação química:



*Azul*  $\rightleftharpoons$  *Branco acinzentado*

O sulfato de cobre é comumente encontrado na sua forma hidratada,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . As cinco moléculas de água integradas em seu arranjo cristalino lhe conferem a característica coloração azul cúprico. Quando aquecido, parte das moléculas de água tendem a evaporar e a coloração da amostra passa do azul para um branco acinzentado, característico do sulfato de cobre desidratado,  $\text{CuSO}_4$ . Deixaremos fora desta discussão a possibilidade de a desidratação não ser completa, resultando na presença de sulfato de cobre com uma ou mais moléculas de água em seu arranjo cristalino. Tal discussão traria confusão ao entendimento do processo.

Embora apenas um dos alunos tenha executado a prática, os demais o acompanharam observando o ocorrido e praticamente todos os participantes responderam corretamente as duas questões relacionadas a esta experimentação, reproduzidas abaixo.

1) No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre pentahidratado, ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

2) Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

Tabela 4 - Respostas relacionadas à experimentação do sulfato de cobre

Participante	Questão 1	Questão 2
I	<i>“A água do sulfato de cobre sai por isso a cor azul some”</i>	<i>“<u>Volta</u> a cor azul pois adicionamos água”</i>
E1	<i>“Se deve a <u>desidratação do sulfato de cobre</u>”</i>	<i>“Ele <u>voltou</u> a cor normal”</i>
L1	<i>“Se deve ao <u>desidratação do sulfato de cobre</u>. Depois ao jogar água ele <u>volta</u> ao seu estado normal”.</i>	<i>“O sulfato de cobre <u>volta</u> ao seu estado normal”</i>
W	<i>“Esse fato se deve a <u>água do sulfato evaporando</u>”</i>	<i>“O sulfato <u>volta</u> a sua cor normal”</i>
E2	<i>“Após o aquecimento do sulfato de cobre a substância não fica mais hidratada, ou seja, ela seca e fica uma cor tom de cinza, <u>devido a desidratação</u>.”</i>	<i>“O experimento que era azul e com o aquecimento com água ele <u>volta sua cor normal</u>, devido a água que hidrata o sulfato de cobre.”</i>

Fonte: Autora



Pelas respostas dos participantes, pode-se afirmar que houve compreensão do fenômeno ocorrido, ou seja, o aquecimento da amostra provoca perda das moléculas de água e desaparecimento da cor azul. Embora todas as respostas sejam consideradas válidas, dois participantes se destacaram pelo uso do termo “desidratação”, linguagem adequada ao fenômeno químico observado. Já o participante L1 utilizou o termo “desidratação”, inexistente na língua portuguesa, mas que indica uma tentativa de aproximação da linguagem científica.

Consideramos aqui que os termos “volta” e “voltou” sublinhados nas diferentes respostas para a segunda questão, constituem unidades de significado para reversibilidade. Tal significado pode ter sido construído ou reconstruído através das discussões emergentes durante a execução da referida atividade prática como sugere o trecho de registro em áudio a seguir:

39. *P: então qual é aquele que já está branquinho... L... tenta pingar um pouquinho de água aí... Não vai encharcar a amostra, hein,...*

40. *Al: Aí \_\_\_\_ Ah ((risos)) \_\_\_\_ deixa eu ver...*

41. *P: e aí?*

42. *W: voltou de novo...*

43. *M: voltou não fio...*

44. *W: Voltou sim... tá ficando azul de novo*

45. *R: voltou a mesma cor de antes*

46. *L2: não voltou não...*

47. *A: voltou sim ((discussão inaudível))... não... deixa eu ver...*

48. *R: ai voltou a cor de antes gente... Alá... hidratou ele...*

49. *L2: gente tá voltando a mesma cor...*

50. *W: o que deixa a cor azul nele é a água*

Observa-se que a professora levanta a discussão com uma pergunta sobre o fenômeno e permite que os participantes iniciem um jogo de respostas com “voltou” e “não voltou” até que encerram o debate com o participante W afirmando: “o que deixa a cor azul nele é água”. Neste momento o que sequencia o diálogo é a confirmação da professora:

51. P: Boa... o W falou assim... o que deixa a cor azul nele é a água... então olha... eu tenho outra pergunta... é... a gente fez uma reação química quando aqueceu?

52. Al: \_\_\_ Sim

53. P: sim... e quando a gente colocou a água? o quê que a gente fez?

54. [R: outra reação

55. [E1: também

A confirmação feita pela professora pode ter influenciado a atitude dos participantes em relação às duas questões ligadas a este experimento, porém, ela provém de uma discussão livre com os alunos, e não descarta a construção coletiva do significado reversibilidade através do verbo “voltar”.

Na segunda atividade experimental, os participantes fizeram uma reação de equilíbrio ácido-base entre as soluções de hidróxido de sódio e ácido clorídrico, ambos nas concentrações 1 mol/L. Para melhor visualizar a ocorrência da reação, utilizou-se o indicador<sup>14</sup> vermelho congo. O equilíbrio foi monitorado pelo uso do indicador, cujo pH de viragem situa-se entre 3,0 e 5,2. A escolha desse indicador está no fato de que as cores em diferentes valores de pH coincidem com as cores que aparecem no software utilizado na pesquisa, no caso, vermelho (espécie A) e azul (espécie C).

Trabalhando com seis tubos de ensaio, todos contendo solução de hidróxido de sódio (base) e gotas do indicador vermelho congo, observou-se

---

<sup>14</sup> Indicadores ácido-base são substâncias que têm sua coloração dependente da acidez ou basicidade do meio. A maioria é de origem sintética, mas existem indicadores naturais, como o suco de repolho roxo, extratos de violetas, extrato de pau-brasil e outros.

predominância da coloração vermelha. À medida que se adiciona ácido à solução, sua cor vai mudando até adquirir tonalidade azul.

A figura 4 corresponde ao teste experimental realizado pela pesquisadora antes da aplicação no primeiro encontro e evidencia as cores observadas na reação.

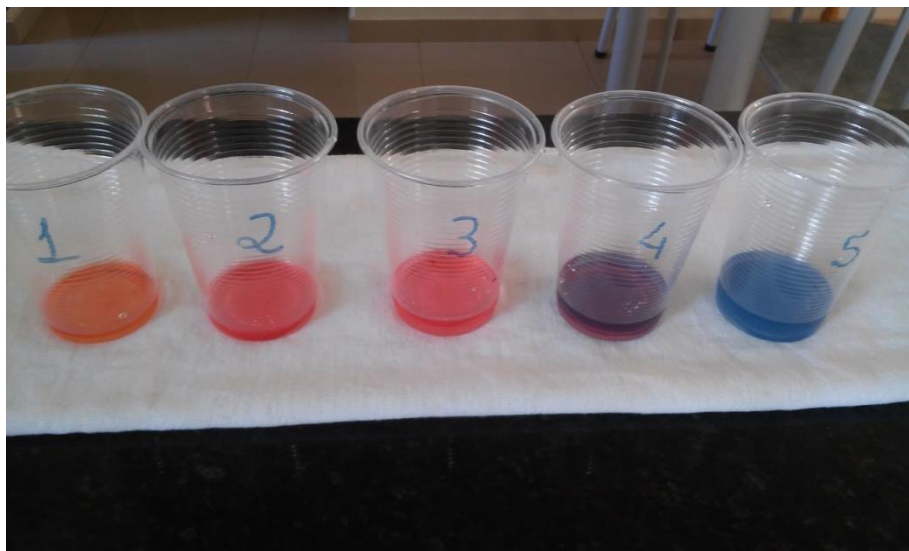


Figura 4 - Teste do experimento equilíbrio ácido-base. (Fonte: Autora)

A respeito desta experiência, foram direcionadas as questões número 3 e 4 do primeiro questionário:

3) No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

4) No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

De maneira semelhante ao ocorrido na primeira atividade prática, as respostas dos participantes correspondem ao esperado para compreensão do fenômeno. A maioria dos dez participantes respondeu que a coloração muda de vermelha para azul com a adição do ácido, e que ao adicionar mais base, volta à coloração vermelha.

Tabela 5 - Respostas relacionadas ao "Equilíbrio Ácido Base"

Participante	Questão 3	Questão 4
R	<i>“Ele <u>fica</u> na cor azul, nos tubos 5 e 6, já nos outros tubos, continua vermelha”</i>	<i>“Ele <u>fica</u> vermelho, já o ácido deixa com que a coloração <u>fique</u> azul”</i>
E1	<i>“A coloração <u>muda</u> do vermelho para o azul conforme o ácido é adicionado”</i>	<i>“Ele <u>volta</u> ser vermelho”</i>
I	<i>“Com adição de ácido clorídrico a solução <u>fica</u> azul”</i>	<i>“<u>Ficar</u> mais vermelho”</i>
L1	<i>“Ela <u>muda</u> a coloração e de vermelho para azul”</i>	<i>“A coloração resultante é o vermelho porque iria ter mais base”</i>
M	<i>“Eles <u>mudam</u> a coloração (cor)”</i>	<i>“Se adicionarmos mais base a cor vermelha continua”</i>

Fonte: Autora

Analisando estas respostas destacou-se duas unidades de significado: as conjugações dos verbos “mudar” e “ficar” (sublinhadas na tabela 5). Todas as cinco respostas tomadas como exemplos são aceitáveis para as questões, porém o emprego do verbo “ficar” não deixa clara a percepção de que está ocorrendo uma reação química, ou seja, uma transformação, já o emprego do verbo “mudar” denota modificação, alteração. Todavia, não é possível identificar se os alunos compreendem que se trata realmente de uma transformação química em equilíbrio, ora deslocado para basicidade, ora para acidez.

De fato, ao buscar os registros em áudio, percebe-se que ao falar desta atividade experimental os alunos a reconhecem como uma transformação, porém ainda não existem subsídios para a reconhecê-la como uma transformação em equilíbrio.

194. P: e agora o frasco 5... M... ajuda a por do lado pra gente comparar vai... frasco 5... e o frasco 6... turma... aconteceu uma reação química?

195. Al: sim...

196. L1: o ácido predominou a fase...

197. P: Por que que ficou azul no final?

198. L1/ W: \_\_\_porque tem mais ácido...

199. L1: e menos base...

200. P: tem mais ácido... o L1 falou e menos base... é... e se eu quisesse que ficasse vermelho de novo?

201. Al: usa mais base \_\_\_ mais base\_\_\_ joga base.

202. L1: joga base pra se envolver com ácido... daí vai ter mais base que o ácido

A partir desse episódio de ensino, pode-se observar pela fala dos participantes que a atitude a respeito da reversibilidade se encontra bem delineada. Quando a pesquisadora questiona sobre o que fazer para tornar a solução, então azul, novamente vermelha, há imediata resposta: “usa mais base \_\_\_ mais base \_\_\_ joga base”.

Ainda dentro do questionário Q1, destacou-se as questões 5 e 6 para analisar concepções sobre reversibilidade. São elas:

5) Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por que?

6) Qual o significado das setas para a reação:  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

Como a quinta questão sequencia as indagações referentes ao segundo experimento, equilíbrio ácido-base, acabou gerando um erro de interpretação dos participantes, a maioria das respostas obtidas foi baseada apenas no segundo experimento. Como segue exemplo abaixo:

R: “Sim, adicionando ácido e base”

*E2: “Sim, se adicionarmos base ou ácido ela voltará a sua cor normal, ou de início”.*

Realmente do modo como foi elaborada esta questão não fica claro a que se refere por “ambas reações”, pode-se entender como a reação direta e inversa que ocorre no equilíbrio ácido base do segundo experimento e não como as reações do experimento 1 e do experimento 2. Sendo assim, a questão não foi eficaz para analisar concepção sobre reversibilidade nos dois casos, permitindo considerações apenas em relação ao experimento 2.

Já para a sexta questão, que se refere ao significado da dupla seta na reação de dimerização entre o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e o tetróxido de dinitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ), obtivemos respostas bastantes próximas do esperado para reversibilidade.

*E2: “Que a situação acontece tanto no direto quanto no inverso, ou seja, ele está numa cor vermelha vai para o azul e volta para o vermelho”.*

*M: “Ambas as reações podem ir e voltar de cor”*

*L1: “Os dois se misturam e voltam”*

*L2: “Sentido direto e sentido inverso”*

*D: “Essa reação pode ter dois sentidos, ela é reversível”.*

Nas três primeiras respostas selecionadas o emprego do verbo “voltar” reforça a unidade de significado já anteriormente criada para reversibilidade. Por outro lado, as respostas dos participantes L2 e D, trazem o emprego da palavra “sentido” que constituiu aqui outra unidade de significado. Neste caso faz-se necessário duas interpretações: L2 ao afirmar “Sentido direto e sentido inverso” pode estar realizando a pura leitura da imagem  $\rightleftharpoons$  que indica duas direções, ou dois sentidos, e D, que foi mais específico, também realizou a leitura da imagem, porém esclareceu que se trata da reação “*ela é reversível*”.

Observa-se que o participante E2 estabelece uma relação entre o  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  com o equilíbrio ácido base através do comentário: “*ele está numa cor vermelha vai para o azul e volta para o vermelho*”. Acreditamos que E2 tenha feito tal associação apenas para exemplificar sua resposta, uma vez que não há

evidências de qualquer comentário a respeito das cores dessa reação com as cores da reação de equilíbrio ácido base realizado na prática.

A última questão do questionário Q1 é de ocorrência comum nos vestibulares:

7) (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

A resposta correta (letra b) foi selecionada por todos os participantes. Alguns rasuraram a folha de resposta trocando da alternativa “a” para alternativa “b”. Acreditamos que o fator que influenciou as respostas dos alunos foi a discussão em grupo conforme aponta o seguinte episódio:

*280. P: e Aí a questão É... de velocidade... se eu pensar em velocidade de reação... tanto num sentido quanto no outro... são iguais?*

*281. Al: (...) ((murmúrios))... (sim)... (não)...*

*282. M1: eu não entendi de novo véio...*

*289. L1: como é que é? Repete*

*290. P: se pensar no sentido de velocidade de reação química- e eu tô pensando numa reação que pode acontecer nos dois sentidos- quando que eu falo que tem um equilíbrio?*

*291. Al: (...) ((murmúrios))... fala de novo l... não deu pra ouvir não...*

*292. P: o l falou o seguinte... quando elas têm a mesma velocidade... Tá... vamos pensar então nessas respostas aí... leiam pra mim a questão A*

A análise deste trecho mostra que o participante I responde de maneira correta a questão, e a professora acaba, mesmo que indiretamente, confirmando a ideia do participante para todo o grupo, tal fator coloca em risco qualquer análise mais aprofundada a respeito dessa questão.

Para finalizar a análise desse primeiro encontro, consideramos interessante destacar o episódio em que a pesquisadora levanta discussão a respeito do equilíbrio químico: “231. P: *Equilíbrio Químico é um conteúdo de segundo ano que nunca dá tempo de trabalhar... aí vem minha perguntinha básica... o que vem na cabeça de vocês quando fala a palavra equilíbrio?*”. As respostas que seguem esta indagação nos dão ideia de uma concepção de equilíbrio estático.

232. A1: ((breve silêncio))

233. M: ((risos)) símbolo yin-yang. ((risos))

234. L1: não cair ((risos))

235. W: (...) iguais

239. E2: duas partes equivalentes?

Na sequência, quando questionados sobre reações químicas em equilíbrio, a concepção é levada adiante:

242. P: *se eu pensar numa reação química... quando que eu posso dizer que uma reação química está em equilíbrio?*

244. W: quando está metade-metade...

As palavras acima destacadas, “yin-yang”, “iguais”, “partes equivalentes” e “metade-metade”, constituem, para esses participantes, unidades de significado para a concepção de equilíbrio. Tal concepção mostra-se fortemente enraizada no que se vivencia a respeito de equilíbrio estático de forças, como a figura de uma balança com dois pesos iguais em cada lado. Essa concepção prévia é levada do conhecimento cotidiano ou provém das aulas de física para o conhecimento químico de maneira equivocada, ainda que inconsciente, e pode constituir um obstáculo epistemológico na linguagem de Bachelard.

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto a ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já construídos: não se trata, portanto, de *adquirir* uma cultura experimental, mas sim



de *mudar* de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1996. p. 23).

Bachelard, na obra *a Formação do Espírito Científico* aponta uma série de obstáculos epistemológicos que, segundo ele, viriam atrapalhar a aprendizagem, dificultando a passagem do conhecimento cotidiano ou primário para um conhecimento científico. A experiência pessoal colocada acima da crítica, a opinião sem embasamento crítico, as generalizações e conclusões empíricas apressadas seriam, segundo o epistemólogo, os primeiros obstáculos que surgem de nossa vivência e contrapõem a construção de um novo conhecimento.

Ao final da análise do primeiro encontro, podemos concluir que os alunos compreendem relativamente bem a hipótese de se poder deslocar equilíbrios químicos pela adição/remoção de reagentes, contudo, eles manifestaram dificuldades em conceber o equilíbrio como sendo algo dinâmico, e tendem a associar à noção de equilíbrio de massas.

Podemos assim enquadrar as respostas em três categorias:

C1: compreendem a reversibilidade de um equilíbrio químico;

C2: não percebem que o fenômeno é dinâmico;

C3: compreendem o equilíbrio como uma igualdade.

#### **4.2 Uso Livre do Software e as Concepções sobre Reversibilidade e Constate de Equilíbrio**

No segundo encontro, os participantes tiveram o primeiro contato com o *software*, a princípio de maneira livre e depois de maneira orientada. O domínio das funcionalidades do programa não foi problema para os participantes, que muito rapidamente testaram todos os “botões” que comandam as simulações.

Na sequência, ao interagir de maneira orientada, cumpriram as atividades propostas no plano de aula (apêndice B) e responderam a quatro questões cujo objetivo foi retomar o conceito de reversibilidade e auxiliar na construção de significado para constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ). Por terem trabalhado em dupla nos

computadores, muitas das respostas foram obtidas também em dupla conforme mostra o Anexo B.

A primeira pergunta do questionário Q2 é: Após observação da demonstração, podemos afirmar que se trata de uma reação reversível? Explique. A maioria das respostas obtidas nos permitiu a criação de duas categorias: o Posicionamento pautado no sentido da reação e o Posicionamento pautado na constante de equilíbrio, conforme consta na tabela 6. As unidades de significado destacadas na primeira categoria foi a palavra “sentido”, enquanto que para a segunda categoria foi a menção à constante de equilíbrio representada por “Keq”, “log Keq” e “Ke”.

Tabela 6: Concepções sobre reversibilidade após primeiro contato com *software*

<b>Posicionamento pautado no sentido da reação</b>	<b>Posicionamento pautado na constante de equilíbrio</b>
<i>D: Sim, porque ela tanto no <u>sentido</u> direto quanto inverso.</i>	<i>E1: Sim, pois quanto aumenta <u>Keq</u> maior será C.</i>
<i>E2: Sim, porque ela ocorre tanto no <u>sentido</u> direto quanto inverso.</i>	<i>L1: Sim. Quando aumenta o <u>Log Keq</u> predomina o C. Quando diminui o Ke não haverá mistura.</i>
<i>K: Sim, porque a solução ocorre tanto no <u>sentido</u> direto como no inverso.</i>	<i>W: Sim, ao aumentar o <u>K</u>, predomina o C, ao reduzir o K não haverá mistura.</i>

Fonte: Autora

A “demonstração” a que se refere a questão é a simulação automática do *software*, quando as concentrações de A e B sofrem variação, formando o produto C, este é o sentido direto da reação  $A + B \rightleftharpoons C$ . Da mesma forma, a simulação apresenta diminuição da quantidade de C e aumento da quantidade de A e B, representando o sentido inverso da reação genérica. Durante a simulação é possível observar que a quantidade de formação de C aumenta proporcionalmente ao aumento do logaritmo da constante de equilíbrio (log Keq).

A segunda pergunta deste questionário sugere que os alunos pesquisem no livro didático respostas à seguinte questão: O que é constante de equilíbrio?

A intenção foi confrontar o que se encontra na literatura disponível aos participantes com o observado pela interação com o *software*. Por se tratar de final de ano letivo muitos participantes não haviam levado livro para aula, apenas um participante, D, que dispunha do material pesquisou e repassou a resposta aos demais, de forma que a única resposta obtida foi:

*D: As constantes de equilíbrio representadas por K, são determinadas de dados experimentais. Em uma análise chegou-se a expressão genérica para todos os equilíbrios.*

Podemos constatar pela frase desconexa e vaga que o participante apenas copiou trecho do livro, provavelmente o primeiro em que identificou o termo “constante de equilíbrio”; ele sequer buscou compreender o que viria a ser “expressão genérica para todos os equilíbrios” a que o livro se refere, demonstrando que a pesquisa realizada apenas cumpriu um protocolo: o de atender à questão. Tal prática é comum entre alunos da educação básica, quando o importante é buscar a resposta no livro, atender à questão e não refletir sobre a mesma. Nota-se que a frase copiada pelo participante D não garante nenhum significado para constante de equilíbrio, apenas informa que é um dado experimental representado por K.

Não estamos aqui, desmerecendo o participante ou o autor do livro, o participante deveria utilizar o livro para responder e de fato o fez. A discussão que ressaltamos é que provavelmente essa consulta ao livro não contribuiu para a elaboração de significado sobre constante de equilíbrio, nem reforçou nos alunos a capacidade de pensar, o que é comum quando a abordagem de ensino é apenas instrucionista. Nas palavras de Valente (1998, p.50): “(...) Por outro lado, a análise dos resultados do paradigma instrucionista são desoladores: provocamos o êxodo do aluno da escola ou produzimos um educando obsoleto.”

Nas duas últimas perguntas do questionário Q2, os participantes são levados a reconsiderar as simulações do *software*, e podemos observar respostas um pouco mais satisfatórias. As questões são: Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?; e: Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:  $1H_{2(g)} + 1I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ .

Sobre a relação entre a constante de equilíbrio e a formação do produto, obtivemos duas categorias de respostas: as que admitem a influência da constante de equilíbrio e as que admitem apenas influência dos reagentes.

Tabela 7: Primeiras Observações sobre Constante de Equilíbrio

<b>Influencia da Constante de Equilíbrio</b>	<b>Influência dos Reagentes</b>
<i>W: A mistura precisa de K elevado para C ser elevado</i>	<i>K: Para a formação do produto C é preciso o mesmo tanto de A e B.</i>
<i>L1/M: Quanto maior <math>K_e</math>, maior C quanto menor o <math>K_e</math> menor a mistura A e B.</i>	<i>D/E2: É a relação de um e outro, ou seja, a mesma quantidade de A e B que forma a reação C.</i>

Fonte: Autora

Parte dos participantes afirmaram que para a formação do produto C, é necessário que a constante de equilíbrio seja elevada, o que condiz com o esperado após realizar a simulação. Já outro grupo se refere apenas à necessidade de quantidades iguais de A e B, ou seja, estes participantes admitem que para a formação do produto é necessário concentrações iguais de reagentes. Nota-se que estes participantes não respondem à questão que é clara ao pedir a relação entre constante de equilíbrio e formação do C, um indício que não observaram neste primeiro contato com o *software* a influência da constante de equilíbrio favorecendo a formação do produto. Aparentemente as respostas desse grupo abriga fundamentos da ideia de equilíbrio vinculado à igualdade de algumas quantidades.

Não surpreende que os participantes não tenham compreendido a questão ou não tenham observado todas as funcionalidades do RDD. Uma vez que estão em contato pela primeira vez com o conteúdo e com a ferramenta, é natural que nem todos se encontram no mesmo nível de desenvolvimento real. A utilização de ferramentas mediacionais visa estimular o processo de internalização, que é um processo em constante evolução como afirma Oliveira, M. ao discutir a aprendizagem em Vygotsky.

A zona de desenvolvimento proximal caracteriza-se por intermediar o desenvolvimento real do potencial “caminho que o indivíduo vai percorrer para desenvolver funções que estão em processo de amadurecimento que se tornarão funções consolidadas, estabelecidas no seu nível de desenvolvimento real. ” (OLIVEIRA, M. 2010, p.62)

Por esse motivo, as simulações como as até aqui realizadas foram previstas também no terceiro encontro; a vantagem da utilização dos RDD é poder fazer e refazer as simulações quantas vezes forem necessárias, além disso, ao interagir com a ferramenta o agente tem a liberdade de fazê-lo como e quantas vezes desejar.

Optamos por não incluir nesta análise a quarta e última pergunta do questionário Q2: Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:  $1 \text{ H}_2(\text{g}) + 1 \text{ I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ HI}(\text{g})$ . Embora uma expressão algébrica genérica apareça na interface do software, não foram exploradas maiores discussões a esse respeito, portanto as respostas dos participantes para essa questão foram desconsideradas.

#### **4.3 Uso Orientado do *Software* e Construção de Conceitos sobre Constante de Equilíbrio**

No terceiro encontro os participantes interagiram com o programa de maneira totalmente orientada, de acordo com roteiro estipulado (Apêndice C). Durante a simulação, as quantidades dos reagentes A e B foram mantidas nos seus valores máximos. Neste caso observou-se que no estado de equilíbrio aparecem quantidades significativas dos reagentes A e B e também do produto C (Figura 5).

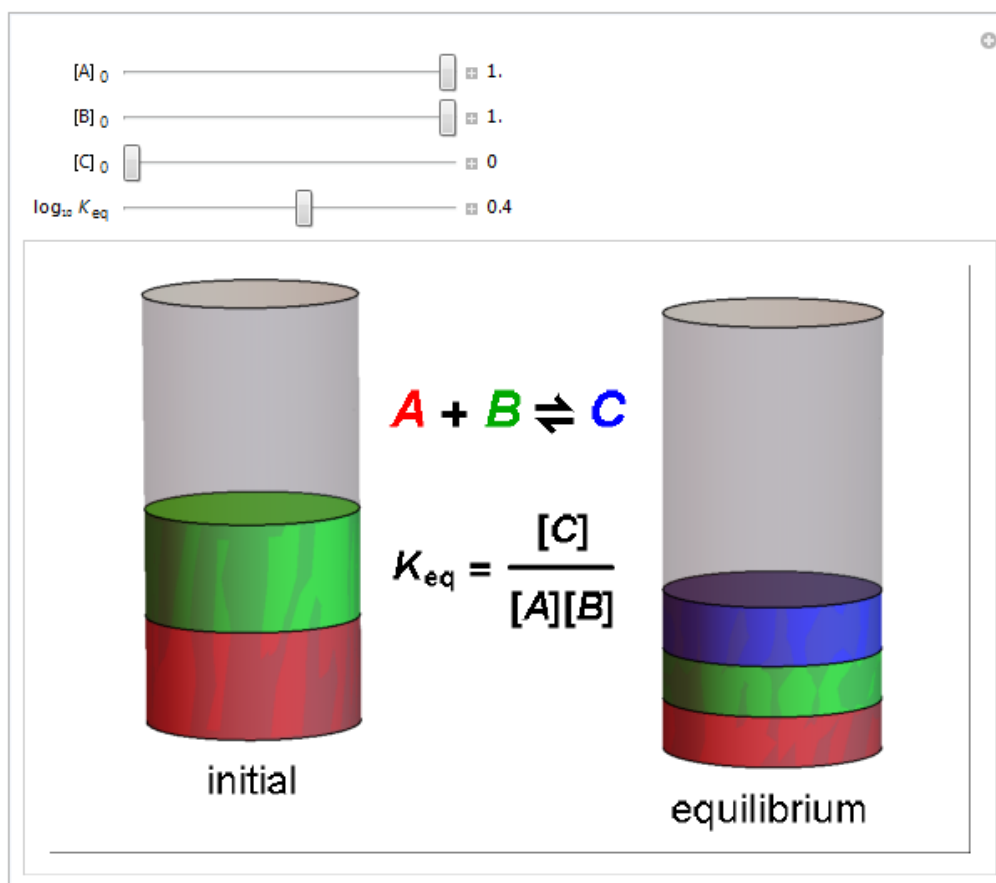


Figura 5 - Interface do programa para quantidades máximas de reagentes. (Fonte: <http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/> em 22/12/2016)

Apenas duas questões foram realizadas neste encontro e objetivaram a construção de conceitos sobre a constante de equilíbrio. Os resultados obtidos evidenciam que tal simulação pode ter influenciado as respostas de alguns participantes frente à primeira questão:

1) Em algum momento durante as simulações, podemos observar consumo total dos reagentes?.

Uma parcela respondeu que não há consumo total dos reagentes enquanto outro grupo respondeu que há sim consumo total como seguem os exemplos dados na Tabela 6. Qualificamos as respostas em positivas ou negativas ou, ainda, nas categorias em que há consumo total e em que não há consumo total dos reagentes na posição de equilíbrio.

Tabela 8 - Posição dos alunos em relação ao consumo total dos reagentes.

C4: há consumo total	C5: não há consumo total
<i>M: Sim, tem que <u>ter uma constante</u>.</i>	<i>L2: <u>Em nenhum momento</u> os reagentes consumiu tudo.</i>
<i>W: Sim, <u>quando Ke estiver</u> no máximo e A e B estiverem em mesma quantidade.</i>	<i>I e E2: <u>Não nem um momento</u> o reagente A e B se consome.</i>

Fonte: Autora

Os dois posicionamentos mostraram terem os alunos sido influenciados pela interação com o programa. Para os participantes que se posicionaram em C4: *consumo total* destacamos as afirmações “ter uma constante” e “quando  $K_{eq}$  estiver” como unidades de significado que relacionam a constante de equilíbrio ao consumo total dos reagentes, e para os participantes que se posicionaram em C5: não há consumo total destacamos a unidade de significado “em nenhum momento” como reforço dessa concepção.

No caso positivo, os participantes se basearam na simulação orientada, na condição de que quando se eleva a constante de equilíbrio ao máximo, obtém-se no estado de equilíbrio predominância da coloração azul, que indica grande quantidade de produto formado (espécie C) como mostra a Figura 6.

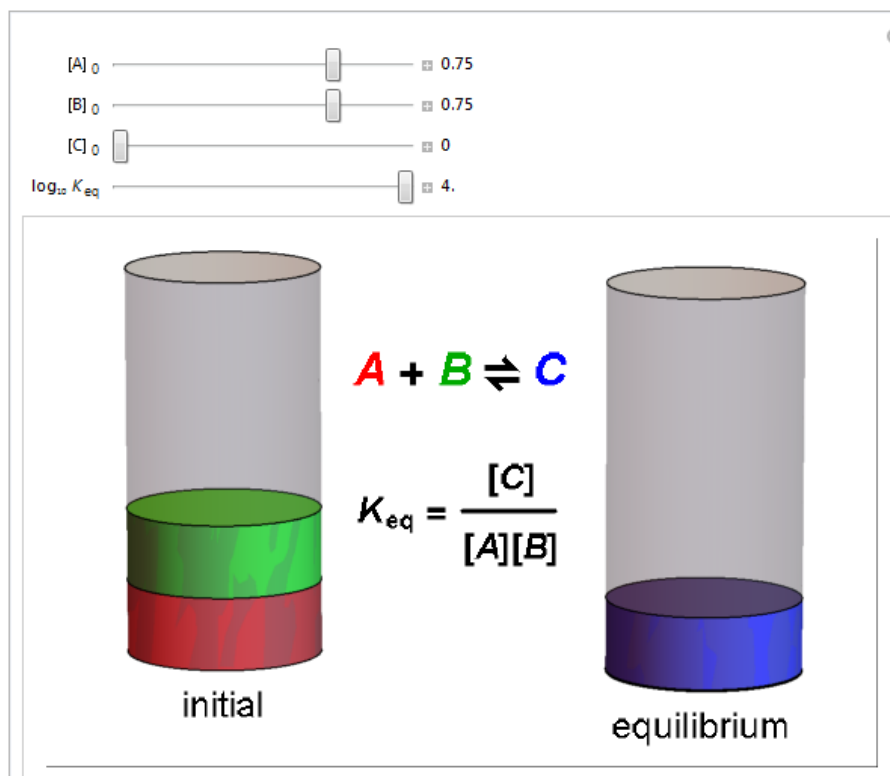


Figura 6 - Interface do programa para valor máximo do  $K_{eq}$ . (Fonte: <http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/> em 28/12/2016)

Para justificar porque um grupo de alunos respondeu que não há consumo total dos reagentes, embora tenham realizado a mesma simulação orientada que os demais, apontamos o episódio de ensino em que o grupo que se posicionou negativamente descobre uma funcionalidade do programa, que é a possibilidade de girar os tubos durante a simulação num ângulo tal que permite a melhor visualização do tubo no estado de equilíbrio representado na Figura 7.



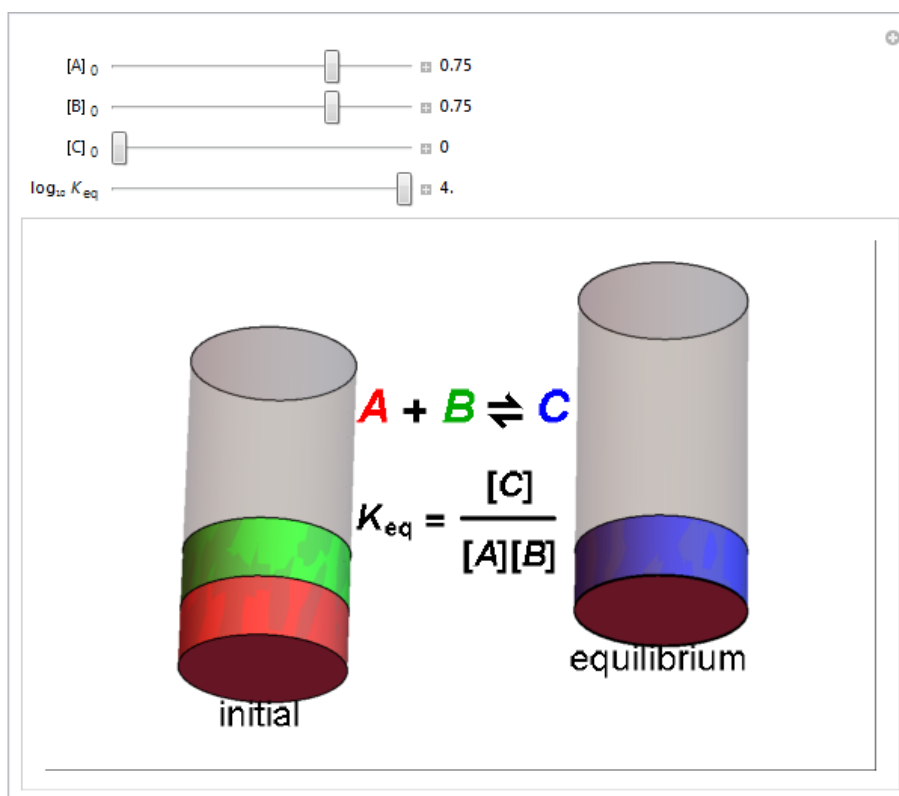


Figura 7 - Interface do programa numa condição de equilíbrio onde há máximo valor de  $K_{eq}$  visto sob ângulo levemente inclinado. (Fonte: <http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/> em 28/12/2016)

Pode-se perceber na representação acima que, ao girar levemente o cilindro representando o estado de equilíbrio, existe no fundo do mesmo uma coloração vermelha. A respeito dessa descoberta o grupo de alunos chamou atenção da pesquisadora e em conjunto concluíram que não há consumo total dos reagentes no estado de equilíbrio.

396. Al: Professora Olha... Olha o que a gente descobriu.

397. P: deixa eu ver? Ah É?

398. Al: dá pra ver melhor agora...

399. P: Ah! E Aí? Acaba todo o A e o B então?

400. Al: \_\_\_ não...

Embora tenham respondido corretamente (no equilíbrio químico não há consumo total dos reagentes), estes participantes o fizeram por uma via de conclusão errada. No nível macroscópico, o programa, por meio de seus blocos

de cores, nos leva a conclusão de que há consumo total dos reagentes nos casos de constante de equilíbrio elevada (Figura 6). No nível submicroscópico, o que acontece numa situação de equilíbrio químico é a coexistência de moléculas, tanto do produto quanto dos reagentes, porém a dimensão submicroscópica não está representada no programa.

Considerar que o resíduo vermelho, visto ao fundo do tubo na situação de equilíbrio representada na figura 6, é uma espécie reagente constitui um erro de interpretação do programa. Observa-se pela imagem que o resíduo vermelho no fundo do tubo aparece igualmente na situação inicial e final, inclusive em tom diferente daquele do reagente, além de que no equilíbrio não aparecem resíduo nenhum do reagente B representado pela cor verde, logo trata-se de uma particularidade do programa e não de resíduo de reagente.

A segunda questão abordada neste encontro foi: 2) De que maneira o aumento da  $K_{eq}$  influencia a quantidade de produto formado? A exemplo da análise anterior, criou-se aqui também duas categorias: C6: *constante elevada* e C7: *variação de  $K_{eq}$* , visto que uma parcela dos participantes demonstrou confusão na interpretação do que se deu durante a simulação conforme mostra as respostas na tabela 7.

Tabela 9 - Constante de equilíbrio e quantidade de produto formado.

<b>C6: constante elevada</b>	<b>C7: variação de <math>K_{eq}</math></b>
<i>L1: “Temos que ter uma <u>grande quantidade de <math>K_e</math> (constante)</u>”</i>	<i>R: Não importa a quantidade de reagente desde que tenha uma <u><math>K_{eq}</math> variável.</u>”</i>
<i>W: “Para ter uma quantidade maior de produto formado, precisa ter quantidade maior de reagentes e uma <u>constante alta</u>”</i>	<i>L2 e K: “Não importa a quantidade de reagente, se não tiver <u>um mínimo de <math>K_e</math></u>”</i>
<i>M: Sim, tem que ter uma <u>constante grande.</u>”</i>	<i>D: Ele influencia fazendo com que o produto reaja. Não importa a quantidade de reagente, desde que seja uma <u>constante variável</u>”</i>

Fonte: Autora.

O fato de um grupo de participantes ter respondido “constante variável”, não deixa claro a pretensão de dizer que o valor alto para constante de equilíbrio provoca aumento da quantidade de produto formado. Esse grupo de participantes admite, com esse discurso, que tanto valor alto como baixo (ou variáveis) de constante de equilíbrio influenciam na formação do produto, o que não satisfaz a questão que especifica o aumento da  $K_{eq}$ .

#### 4.4: Construção e Reconstrução de Significados

Além das inúmeras discussões realizadas em grupo sobre reversibilidade, equilíbrio químico e constante de equilíbrio, neste momento os participantes já tinham tido contato com o programa, realizando as diversas interações propostas. Esperava-se, portanto, que eles pudessem estabelecer relações mentais com o observado nas simulações para responder apropriadamente ao questionário final Q4 (Apêndice D).

##### 4.4.1 Sobre Reversibilidade

A primeira questão retoma o assunto reversibilidade de maneira muito direta: 1) O que caracteriza uma reação reversível? As respostas abaixo indicam um progresso em relação ao emprego de uma linguagem mais próxima da científica, como nos exemplos:

*L1: “O equilíbrio, Reagente e Produto”.*

*M: “É quando ela tem o reagente e produto em equilíbrio, assim ela fica reversível”.*

*W: “Uma reação reversível é uma reação que pode ocorrer dos dois lados”*

*L2: “É uma reação que pode ser feita e refeita várias vezes”*

*K: “Quando o produto volta a situação inicial, por exemplo: A água é congelada e após um tempo deixa exposto o calor, a água volta a situação inicial de líquido”.*

Os fragmentos acima mostram aquisição de uma linguagem mais próxima da linguagem científica, pelo menos para a categoria C1 (noções de processos reversíveis). Pela Teoria da Ação Mediada, todas essas respostas se encaixam como apropriação por parte dos participantes, palavras como *“reagente e produto”*; *“reagente e produto em equilíbrio”*; *“pode ocorrer dos dois lados”*; *ser feita e refeita várias vezes”*; *produto volta a situação inicial”* constituem as unidades de significados que garante o atendimento à questão e também a interdependência da interação com a ferramenta na elaboração dessa resposta.

O progresso considerável na linguagem desses participantes pode ser resumido por Maldaner:

Os conceitos científicos se enriquecem de vivência e concretude, indo ao encontro dos conceitos cotidianos, e estes se organizam, adquirindo novos significados, mais generalizantes, menos “pregados” na vivência. Mas nada disso acontece sem a mediação dos instrumentos próprios da escola. ” (MALDANER, 2000, p.150)

#### 4.4.2 Sobre Equilíbrio Químico – Nível Macroscópico

Iniciamos este último encontro com discussões a respeito do equilíbrio químico em sistemas cotidianos. Num primeiro momento a pesquisadora mostrou aos participantes uma garrafa de água que ficou dentro de seu carro fechado, o calor provocou a evaporação de gotículas de água nas paredes da garrafa, os participantes procuraram explicar o que acontece no interior da garrafa como destacamos no seguinte trecho:

412. P: *pode falar l ou L1 já... você falou... eu disse assim: E se eu disser pra vocês que o tempo todo na garrafinha de água está acontecendo um equilíbrio químico... Por Que?... e equilíbrio entre Quem?*

413. Al: *((murmúrios, inaudível))*

414. P: *da água e da temperatura? \_\_\_ da água E...? Fala L2..*

415. Al: *água e ar? \_\_\_ vapor*

416. P: *água e... mas esse ar é o que?*

417. [L2: vapor

418. [W: oxigênio

419. P: é oxigênio?

420. L2: sim que tá preso dentro da garrafa? ((silencio seguido de risos))

421. I: é o H<sub>2</sub>O

422. P: é o H<sub>2</sub>O...

423. M: (que forma) com H<sub>2</sub>O

424. P: Isso M... é H<sub>2</sub>O e H<sub>2</sub>O... é um equilíbrio só de H<sub>2</sub>O... mas o quê que difere os dois H<sub>2</sub>O aí?

425. M/L1: estado líquido \_\_\_um está líquido e outro em estado (gasoso)

Observa-se através desse episódio que com poucas discussões os participantes vão elaborando hipóteses para o ocorrido no interior da garrafa, embora seja necessária intervenção da professora para que a ideia central seja elaborada. Com o objetivo de explorar melhor o tema, os participantes são convidados a assistirem o experimento da “garrafa azul” ou “líquido misterioso” e explicarem o que ocorre no fenômeno observado. O registro em áudio mostra que mesmo em face a brincadeiras, os estudantes chegam a uma explicação de maneira mais rápida e satisfatória.

463. L2: eu acho que tem corante na tampa...ele chacoalhou misturou...

464. P: Aí chacoalha e pega corante... pois é... é uma boa hipótese L2... tem corante na tampa então chacoalha pega corante... beleza... ficou azul... mas e aí?

465. L2: aí a pausa o vídeo a gente pega outra garrafinha transparente... ((risos))

466. P: olha lá ((referindo-se ao vídeo que continua em execução))... e aí?... o corante tá sumindo então...

467. L2: eu não to enxergando nada

468. *W: são duas substâncias... no começo são transparentes... quando misturam ela fica azul depois de um tempo fica transparente de novo... ((o silêncio da professora provoca risos na turma))*

469. *P: vocês acham que W... tem razão? Aqui dentro do líquido misterioso... o W falou assim: são duas substâncias... quando se misturam ficam azul... passa um tempo elas voltam a ser transparente de novo... por que W voltam a ser transparente de novo?*

470. *[W: por causa do equilíbrio*

Nota-se que o participante W elaborou uma resposta bastante plausível para o fenômeno da garrafa azul, além disso W considera a existência de duas substâncias no sistema. Por não conhecer a reação química correspondente a este fenômeno, o participante não poderia afirmar com certeza o número de substâncias presentes na garrafa, o fato de afirmar que existem duas substâncias pode ter sido influenciado pela interação com *software* que representa o equilíbrio entre duas espécies (A e B). Importante ressaltar que neste momento do encontro o objetivo é levantar discussões sobre diferentes situações em que ocorre equilíbrio químico, por este motivo não nos atentamos a dar maiores informações sobre a reação química que ocorre, mesmo porque trata-se de uma reação de oxidação-redução de substâncias orgânicas, conteúdo ainda desconhecido pelos participantes nessa etapa da educação básica.

A última discussão que remete ao cotidiano abordada pela pesquisadora é o equilíbrio químico entre gás –líquido presente numa garrafa de refrigerante. Para tanto, a pesquisadora dispõe uma garrafa de Coca-Cola na bancada e inicia a discussão:

596. *P: Por que... me digam... por quê que a garrafa... L2...por quê que a garrafa de Coca-Cola não está cheia até a tampa?*

597. *[A1: porque precisa do ar... pra ter espaço pro gás... tem que ter espaço... pra não explodir né*

598. *L1: porque tem que ter... aquele negócio que... ((risos))*

599. P: *éh... o quê que tem... tem gás aqui... vocês falaram que não está cheia pra ter espaço para o gás... tem gás aqui no líquido também?*

600. A1: *tem... tem... sim*

601. P: *esse gás que está aqui no espaço vazio e esse gás que está no líquido... Eles mantêm o equilíbrio?*

602. A1: *sim... não... ((murmúrios))*

603. L1: *não...porque o gás não volta... esse gás ((inaudível))*

604. M: *ele tá em equilíbrio quando tá lá dentro... depois que sair...*

605. P: *Ó o M falou assim... ele tá em equilíbrio quando está lá dentro... depois que eu abrir... E seu eu abrir e fechar muito rápido?*

606. L1: *vai continuar em equilíbrio... o gás sobe ((inaudível))... não mais se abre uma garrafa de refrigerante aí você fecha imediatamente... dá próxima vez que você for abrir vai ter um pouquinho de gás e ((inaudível))*

Ainda que não expressem a ideia de maneira cientificamente aceitável, o episódio selecionado evidencia que os participantes admitem algumas características a respeito deste equilíbrio de maneira correta: a) existe gás tanto no líquido quanto no espaço vazio da garrafa (fala 597 e 600); b) a existência do gás justifica o fato de a garrafa não estar completamente cheia (fala 597); c) o equilíbrio é mantido enquanto a garrafa permanece fechada (fala 604); d) ao abrir e fechar a garrafa existe reestabelecimento do equilíbrio (fala 606).

A fim de explorar ainda mais esta situação de equilíbrio, foi proposto neste encontro a segunda questão do questionário final (Q4) em que os participantes são levados a explicar o equilíbrio gás-líquido numa garrafa de refrigerante.

2) Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

A tabela 8 reúne algumas respostas para esta questão e as respectivas interpretações com base nas noções de domínio e apropriação, segundo a Teoria da Ação Mediada. Estão presentes interpretações em maior ou menor grau de domínio e apropriação, o que é comum na visão de Wertsch (1999, p.88): “Es interessante observar que muchas – quizá la mayoría – de las formas de acción mediada nunca ‘progresan’ em dirección a su realización em um plano interno”<sup>15</sup>. Por esse motivo muitas de nossas interpretações referem-se a apenas domínio, especialmente quando há indícios que o sujeito da pesquisa “saiba como” utilizar a ferramenta cultural, mas não esteja “apropriando-se” dela.

Tabela 10 - Noções de Domínio e Apropriação para equilíbrio químico numa garrafa de refrigerante

Participante	Posicionamento	Domínio/ Apropriação
E1	<i>Ao abrir a garrafa, o <u>gás</u> que estava <u>comprimido sai</u> imediatamente, já o gás que está no líquido, demora mais, o <u>processo é reversível com a garrafa fechada</u>, já com ela aberta não, porque o gás tende a sair.</i>	Apropriação.
L1	<i>O que ocorre é o <u>gás que sobe para a parte de cima</u> da garrafa. O <u>processo é reversível</u> porque há gás no líquido e com a garrafa aberta o gás é liberado</i>	Domínio
E2	<i>Após abrir e fechar a garrafa de refrigerante, o gás não sai totalmente, ele <u>se equilibra</u> de acordo com o líquido. O gás sai mas não totalmente. Sim <u>pode ser reversível</u>, fechando a garrafa o gás se equilibra, já com a garrafa aberta o gás sai tudo</i>	Pequeno grau Apropriação

<sup>15</sup> É interessante observar que muitas, talvez a maioria, das formas de ação mediada nunca progredam em direção a sua realização num plano interno”



<b>I</b>	<i>O gás que está na garrafa sai. Sim, pois se você fechar o gás fica preso de novo, já com ela aberta o gás escapa.</i>	Domínio
<b>M</b>	<i>O barulho é causado pela liberação do ácido carbônico e ela vai para a atmosfera. Ele é reversível se fechar a garrafa o gás ainda continua lá dentro e se abri-la o mesmo acontece</i>	Nenhum grau de domínio e apropriação

Fonte: Autora

Ao falar em “gás comprimido” e “processo reversível” num sistema fechado, o participante E1 parece ter se apropriado do *software* na elaboração de seu discurso, uma vez que em toda a simulação trabalha-se num sistema fechado. Além disso, o discurso como um todo demonstra uma compreensão clara do fenômeno e uso de linguagem apropriada para explicá-lo.

Foram interpretadas como domínio as respostas dos participantes cujo discurso apresentou pequenas confusões ou uso de linguagem inadequada, o que aconteceu na maioria dos casos, condição previsível de acordo com as palavras de Werstch:

*De hecho, algunas formas muy interesantes de acción mediada se caracterizan por el dominio en el uso de una herramienta cultural, pero no por su apropiación. En tales casos de acción mediada, el agente puede usar una herramienta cultural, pero lo hace con una sensación de conflicto o resistencia.<sup>16</sup> (WERTSCH, 1999, p. 97)*

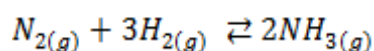
Uma parte dos pesquisados apresentou respostas completamente confusas, o que não condiz com nenhuma condição de domínio ou apropriação quando se trata de equilíbrio químico, para esses participantes, o processo de internalização em menor ou maior grau parece estar em amadurecimento, necessitando uma atenção redobrada ou maiores interações com a ferramenta.

<sup>16</sup> Por fim, algumas formas muito interessantes de ação mediada se caracterizam pelo domínio no uso de uma ferramenta cultural, mas não por sua apropriação. Em tais casos de ação mediada, o agente pode usar uma ferramenta cultural, mas o faz com uma sensação de conflito ou resistência.

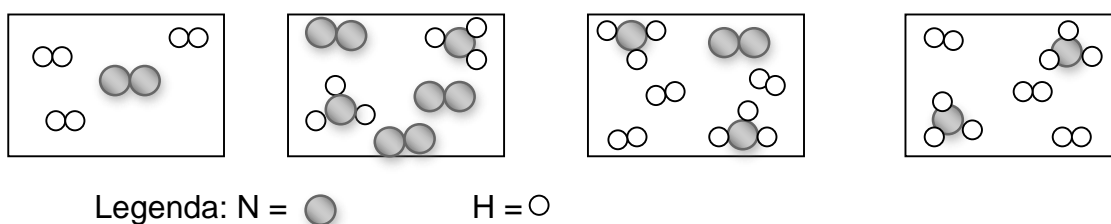
#### 4.4.3 Sobre Equilíbrio Químico – Nível Submicroscópico

Ainda que no terceiro encontro as operações com o programa tenham sido estimuladas para contribuir na reconstrução de uma concepção de equilíbrio dinâmico, respostas à terceira questão do questionário Q4 nos dão indícios da dificuldade persistente em compreender o que ocorre em nível submicroscópico na condição de equilíbrio químico.

Para a pergunta: “Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ ”



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por: ”



Apenas um dentre os dez participantes selecionou o terceiro esquema representativo como o que explica corretamente o estado de equilíbrio para a equação de formação da amônia ( $NH_3$ ). Apenas esse esquema representa as moléculas de  $N_2$ ,  $H_2$  e  $NH_3$  no estado de equilíbrio em que coexistem reagentes e produtos.

Novamente apontamos aqui que a característica do *software* em apresentar as quantidades dos reagentes e produto representadas por blocos de cores e não por partículas, não permite que investiguemos a possibilidade da construção de uma visão submicroscópica da reação em equilíbrio.

#### 4.4.5 Sobre a Constante de Equilíbrio

A quarta questão do questionário de avaliação final Q4, visa analisar, através de uma situação que remete o aluno a uma tomada de decisão, na qual ele deve se colocar no lugar de um químico industrial.

Questão: Ao trabalhar com software educacional “*The Law of Mass Action*” exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação do produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

Tabela 11- Noções de Domínio e Apropriação para o Significado da Constante de Equilíbrio

Participante	Posicionamento	Domínio/ Apropriação
W	<i>Para favorecer o produto, o <u>valor da constante deve ser elevado</u></i>	Apropriação.
E1	<i>Deve-se <u>aumentar a constante de equilíbrio.</u></i>	Apropriação
K	<i>Quanto mais <math>K_{eq}</math> mais produto tem</i>	Domínio
D	<i>Pesar a quantidade do <math>K_{eq}</math> das reações elevando ou diminuindo a formação do produto. Até estar em uma constante de equilíbrio. E pensar que quanto mais <math>K_{eq}</math> mais equilíbrio terá o produto.</i>	Nenhum grau de domínio ou apropriação

Fonte: Autora

Percebemos pelas falas dos dois primeiros participantes, W e E1, que houve apropriação do *software* na elaboração da resposta, ou seja, é provável que estes estudantes tenham compartilhado uma memória com o *software*

educacional ao afirmarem: “o valor da constante deve ser elevado” e “aumentar a constante de equilíbrio”. Industrialmente aumentar a constante de equilíbrio de uma reação não é possível, constantes de equilíbrio são valores experimentais determinados para cada reação química, na prática não são variáveis que possam ser “aumentadas” ou “elevadas”, porém tal condição é possível através da interação com o *software*, e estes dois participantes consideraram essa possibilidade ao fornecer tais respostas.

A maioria dos participantes relacionaram aumento da constante de equilíbrio com formação do produto, ideia já trabalhada nos encontros anteriores, esses participantes demonstraram certo grau de domínio da ferramenta cultural ao responderem de maneira muito parecida com o participante K exemplificado na tabela.

Dois dos dez participantes da pesquisa apresentaram respostas confusas, como exemplificado na fala de D: “Pesar a quantidade do  $K_{eq}$  das reações elevando ou diminuindo a formação do produto”. Este participante admite a constante de equilíbrio não como uma propriedade da reação química e sim como mais um reagente na reação, impossibilitando qualquer conclusão a respeito de domínio ou apropriação de nossa parte.

#### **4.4.6 Sobre as Percepções dos Participantes**

Enquanto pesquisadora e professora da turma, tomarei a liberdade de expressar também minhas percepções: abordagens diferenciadas como a que nos propusemos levam à bons resultados, ainda que ajustes se façam necessários, acredito que estes participantes se envolveram mais que em uma abordagem tradicional. A maior dificuldade encontrada foi justamente o fato de ser a professora da turma, por muitas vezes, durante os encontros, não consegui me manter a neutralidade e posso ter interferido demais no processo. Essa dificuldade condiz com o relatado por Carvalho sobre sua pesquisa em ensino de Física:

Do ponto de vista metodológico observamos que a análise dos vídeos era “mais fácil” quando o pesquisador não é o próprio professor. Sem podermos definir com precisão o que seja “mais fácil”, percebemos, entretanto, que quando o pesquisador analisava suas próprias aulas esta vinha carregada de outras informações: quer por procurar justificar

seus comportamentos, quer por ter outros conhecimentos sobre os alunos que não diziam respeito ao que estávamos pesquisando, mas que interferiam em suas análises. (CARVALHO, 2011, p.18)

O mais relevante, porém, são os extratos de fala dos alunos que ao final do último encontro permaneceram no laboratório de ciências auxiliando na organização do local. A fala desses estudantes nos apresentam indícios que a inserção das TIC, em todas as disciplinas, não só na Química pode despertar o interesse pelo conteúdo, e que o método tradicional de ensino é amplamente criticado por eles.

*714. P: Ah o que eu ia perguntar pra vocês é o seguinte... eu estava pensando nisso ontem...aprender química é difícil?*

*715. Al: (é) \_\_\_ não*

*716. E2: tem que entender ((risos))*

*717. P: mas aí a gente tem que entender todas as disciplinas pra aprender...*

*718. L2: mas matemática queridah...((risos))*

*719. P: em alguns momentos assim que vocês acham que é mais difícil a química... o quê que o professor pode fazer pra facilitar?*

*720. L2: eu acho que é assim... o professor tá muito naquele padrão de ensinar de um jeito tipo... é...como dizer... robótico... tipo do jeito que passaram pra ele... se ele usar outras formas de explicar acho que fica mais fácil... que nem já vi na internet professor que usa... não necessariamente pra fazer igual ele... mas tem professor que usa música pra ensinar matemática... o conteúdo... porque memoriza com a música...então acho que o professor devia inovar como usar um jeito diferente de explicar... porque esse jeito tradicional as vezes o aluno não entende...*

*721. Al: é... eu concordo*

*722. L2: que nem no vídeo lá que eu vi... o cara cantando os alunos pegam*

Os alunos concordam que abordagens diferenciadas geram melhores resultados, e citam exemplo de professores que criam músicas para auxiliar na aprendizagem. Nos extratos seguintes destacamos a fala em que um

participante aponta a facilidade que a interação com o *software* promove, de poder fazer e refazer por conta própria, trata-se de um ato de liberdade para o aluno esse “poder manipular”.

*727. P: mas o que eu ia perguntar pra vocês é o seguinte... eu acho que uma tendência no ensino é começar inserir a tecnologia... pra... pra ensinar... que seja música... a multimídia... vocês acham que dá certo a gente ter um tempo... de repente ir pro computador igual a gente experimentou nesse projetinho...*

*728. L2: é mais fácil... se você explicar o que o programa tá mostrando a gente não ia entender...como é que você ia ficar apagando com giz e desenhando... apagando e desenhando... depois no programa é mais fácil...você vai lá e você mesmo mexe e vê mudando...no gráfico aquele...*

Observamos que o L2 diz que é necessário a professora “*explicar o que o programa tá mostrando*”. Concordamos com o estudante neste quesito, que um simulador não é capaz de substituir o papel do professor, e todo direcionamento didático deve ser dado para que haja condições de construção de conhecimento.

Outro destaque interessante da fala ocorre quando o participante E2 sugere a utilização dos *tablets* em substituição aos cadernos, e a discussão termina por concluírem que ainda que haja os dispositivos eletrônicos, seria necessário “escrever algo”, caso contrário reconhecem que só ficariam “mexendo” no recurso.

*738. E2: podia passar pra fazer tudo num Tablet... não precisaria mais matar as arvores...*

*739. K: é... ou deixar mais interessante ((inaudível))*

*740. P: (...)se cada um de nós tivesse o seu Tablet.. eu falava... agora vamos ver um programinha de equilíbrio químico... eu já salvei no Tablet de vocês... cliquem lá*

*741. E2: eu ia prestar mais atenção...*

*742. [K: nossa ia ser f\*\*\* imagina*

*743. P: ia ser legal*

*744. I: mas mesmo assim ia precisar de alguma coisa escrita porque senão... eu ia só ficar mexendo ((inaudível)).*

De um modo geral, a abordagem foi amplamente aceita pelos participantes. Através da observação dos encontros podemos enfatizar diferenciais que contribuíram para a aceitação: a) mudança de local: da sala de aula para o laboratório de ciências; b) a liberdade de poder entrar e sair do laboratório; c) número reduzido de alunos durante os encontros; d) utilização de recursos variados como atividade prática e simulação por computador.





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um primeiro olhar se faz necessário sobre a prática de incorporar as TIC ao ensino, defendida por muitos dos autores aqui citados. Encontramos, nesta investigação, muitas evidências de que é possível a utilização de *softwares* educacionais no ensino de Ciências e particularmente no ensino de Química. Nosso envolvimento com esta pesquisa trouxe indícios muito fortes de que a elaboração de uma sequência didática envolvendo o uso de tecnologias pode ser didaticamente produtiva, especialmente quando aliada a atividades experimentais, como foi o nosso caso.

Através de uma sequência que envolveu quatro encontros de duas aulas cada, foi possível abordar alguns conceitos sobre *equilíbrio químico* como *reversibilidade das reações* e *significação para a constante de equilíbrio*. O uso do *software The Law of Mass Action* mostrou-se eficaz durante a abordagem a que nos propusemos e também permitiu a identificação de algumas limitações do próprio programa.

Sobre reversibilidade, pudemos constatar que desde o início da atividade prática a concepção de que as reações químicas podem ocorrer em dois sentidos (a partir dos reagentes formando os produtos e vice-versa) tornou-se amplamente aceita pelos sujeitos participantes e que o *software* muito contribuiu para consolidar esta conceituação, conforme discutimos no item 4.4.1.

Parte dos participantes passou a adotar e a utilizar com mais frequência termos como “produto” e “reagente”, o que evidencia o progresso no uso da linguagem apropriada, a ampliação do repertório científico e inclusive, um certo grau de “apropriação” dos conceitos investigados

Sobre a construção coletiva do conceito de *equilíbrio químico*, pudemos observar que, mesmo após utilização do *software*, prevaleceu a concepção prévia de que nas reações químicas há consumo total dos reagentes. Mesmo os participantes que afirmaram não haver consumo total dos reagentes o fizeram por uma via de conclusão equivocada. Não foi possível ainda, constatar a admissão, por parte dos participantes, de que no equilíbrio coexistem quantidades significativas de produto e de reagentes, mesmo porque o *software*

apresentou aqui uma limitação: a representação das quantidades de reagentes e produtos por cores e não por partículas, com apelo à dimensão macroscópica e sem o recurso à representação da dimensão submicroscópica.

Ainda assim, quando levantadas as discussões comuns ao cotidiano, como formação de gotículas nas paredes de uma garrafa de água fechada e a explicação do que foi observado no vídeo sobre a “garrafa azul”, os estudantes propuseram explicações pautadas no equilíbrio químico em ambas as situações. E, quando escreveram sobre o *equilíbrio químico* na garrafa de refrigerante, ao menos dois participantes, E1 e E2 mostraram um certo grau de apropriação.

As atividades desenvolvidas no segundo e terceiro encontro mostraram-se eficientes no desenvolvimento da significação para a constante de equilíbrio. Não há nos livros didáticos, e não havia na minha postura como professora de Química, a intencionalidade de atribuir significado para a expressão  $K_{eq}$ . Através da utilização do *software*, os estudantes puderam identificar que com o aumento da constante de equilíbrio ocorre aumento na quantidade de produto formado, atribuindo assim significado para essa constante.

Desta forma, essa investigação nos forneceu subsídios suficientes para afirmar que a utilização do *software The Law of Mass Action* é uma excelente ferramenta de apoio didático para a elaboração de significados a respeito da reversibilidade das reações e da constante de equilíbrio. E, também, que o *software* apresenta limitações quanto ao conceito de equilíbrio químico como um todo, uma vez que não traz as representações da dimensão submicroscópica, além de não fazer menção às caracterizações subjacentes aos conceitos de velocidade de reação e das condições para o equilíbrio.

Essas limitações poderiam ser contornadas utilizando-se um segundo *software*, que aborde o *Princípio de Le Chatelier*, para explorar melhor as condições que alteram o estado de equilíbrio químico. Existe um RDD à disposição no próprio repositório *Wolfram Education*, no qual buscamos o *The Law of Mass Action*.

Quanto à abordagem adotada, a aceitação por parte dos estudantes reforça nossa premissa de que a inserção das TIC no ensino de Ciências é motivadora e produtiva. Assim, fica aqui nossa sugestão de que sejam investigadas outras situações de ensino em que se utilizem recursos didáticos

digitais para o ensino deste tema, ao mesmo tempo tão fascinante e de difícil compreensão, a noção de equilíbrio químico.

## REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Isabel. **Escola Reflexiva e Nova Racionalidade**. Artmed Editora. Porto Alegre. 2001.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Esteia dos Santos Abreu trad. Contraponto. Rio de Janeiro, 1996.

BECKER, Fernando. **A Epistemologia do professor**: o cotidiano da escola. Editora Vozes. 6 ed. Petrópolis, RJ. 1993.

BRASIL, Ministério da Educação. FNDE, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Secretaria da Educação Básica. Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático: PNLD 2015. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-editais/item/4032-pnld-2015>>. Acesso em: 22 out. 2014.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Uma metodologia de Pesquisa para Estudar os Processos de Ensino e Aprendizagem em Salas de Aula. In: SANTOS, Flávia Maria Teixeira; GRECA, Ileana Maria. **A pesquisa no ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. 2 ed. Injuí Editora. Ijuí, 2011.

CETIC.BR, Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação sob os auspícios da UNESCO. NIC.br, Comitê Gestor da Internet no Brasil. Pesquisa B3: Proporção de usuários de computador por frequência de uso individual. Set. 2013 a fev. 2014. Disponível em: <[www.cetic.br/tics/usuarios/2013/total-brasil/B3](http://www.cetic.br/tics/usuarios/2013/total-brasil/B3)>. Acesso em: 19 out. 2014.

CIRINO, Marcelo Maia. **Objetos de Aprendizagem como ferramentas socioculturais para o ensino de Química**. 306f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2012.

DOWBOR, Ladislau. **Tecnologias do Conhecimento**: Os desafios da educação. (Versão Atualizada). Vozes. São Paulo, 2013.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed. Artmed. Porto Alegre, 2009.

FREDERICO, Fernando T. GIANOTTO, Dulcinéia E. P. Formação de Professores e a Utilização de Recursos da Informática: contribuições para a prática pedagógica. In: GIANOTTO, Dulcinéia Ester Pagani. **Possibilidades, contribuições e desafio das ferramentas da Informática no ensino das Ciências (físicas, químicas e matemáticas)**. CRV Editora, Curitiba, 2016.

GADOTTI, Moacir. **Perspectivas atuais da educação**. Revista. Educação em Perspectiva. São Paulo, 2000, vol.14, n. 2.

GIORDAN, Marcelo. **O computador na Educação em Ciências: Breve Revisão Crítica Acerca de Algumas Formas de Utilização.** Ciência e Educação. Vol.11, nº2, p. 279-304, 2005.

\_\_\_\_\_. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados.** 1. ed. Ijuí: Unijuí, 2013. (Coleção educação em ciências).

LEITE, Bruno Silva. **Tecnologias no ensino de química: teoria e prática na formação docente.** 1 ed. Appris. Curitiba, 2015.

LÉVY, Pierre. **As Tecnologias da Inteligência. O futuro do pensamento na era da informática.** Tradução: Carlo Irineu da Costa. Editora 34. Rio de Janeiro, 1993.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química: professor/pesquisador.** Ed. Unijuí. Ijuí, 2000. (Coleção educação em química)

MARTINS, Anilza Borges; MOSER, Alvina. **Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch.** Revista Intersaberes. Vol. 7, nº 13, p.8-28. Jan-jun. 2012.

MORAES, Roque, GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva..** 2 ed. Unijuí Ed. Ijuí, 2011. (Coleção Educação em Ciências)

OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Vygostky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico.** 5ed. Scipione, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, Wesley Cabral de. **Utilização e avaliação de softwares no ensino de gases ideais: uma proposta de unidade didática para o ensino médio.** 306f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação.** Bauru, v. 18, n. 1, p. 23–39, 2012.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar.** Tradução: Patrícia Chittoni Ramos. Artes Médicas Sul. Porto Alegre, 2000.

PRENSKY, Marc. **Digital Natives, Digital Immigrants.** On the Horizon. MCB University Press, vol 9. nº 5, October 2001.

SUASSUNA, L. Pesquisa qualitativa em Educação e Linguagem: histórico e validação do paradigma indiciário. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 341-377, jan./jun. 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/download/2175-795x.2008v26n1p341/9576>>. Acesso em: 10 out. 2016.

VALENTE, José Armando. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. 2 ed. UNICAMP. Campinas, São Paulo, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A formação Social da Mente**. 4 ed. Martins Fontes. São Paulo, 1991.

WERTSCH, James V. **La mente en acción**. 1. ed. Buenos Aires, AR. Aique, 1999, 304p. – (Colección Psicología Cognitiva y Educación).

WOLFRAM Demonstrations Project. **The Law of Mass Action**.  
<http://demonstrations.wolfram.com/search.html?query=the%20law%20of%20mass%20action>

## **APÊNDICES**

### **APÊNDICE A – ENCONTRO 1**



**COLÉGIO ESTADUAL DO JARDIM INDEPENDÊNCIA – ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO**

**Plano de Aula**

PROFESSORA: **Francielle Siqueira**

DISCIPLINA: **Química**

**1. Tema:** Equilíbrio Químico

Conteúdo: Reversibilidade das Reações Químicas. Equilíbrio Ácido-Base.

**2. Etapa de Ensino:** 2<sup>o</sup> ano do Ensino Médio.

**3. Objetivos:**

- a. Levantamento das concepções prévias dos alunos a respeito da reversibilidade das reações químicas.
- b. Construção coletiva dos conceitos de reversibilidade e reação química em equilíbrio.

**4. Encaminhamentos Metodológicos:**

- a. Aula Prática: No laboratório de Ciências, sob a supervisão do professor, os alunos realizam em dupla o aquecimento/resfriamento do sulfato de cobre penta-hidratado, anotando em planilha específica suas observações a respeito da experiência. (Anexo 1)
- b. Aula Prática: No laboratório de Ciências, os alunos realizam em dupla a experiência “Equilíbrio Ácido Base”. O professor estimula discussão e reflexão do que ocorre na experiência. (Anexo 1)
- c. Questionário: Após as discussões os alunos respondem a questionário sobre as experiências realizadas e demais questões pertinentes ao tema. (Anexo 2)

Tempo estimado: 110 minutos (2 aulas)

**5. Recursos Didáticos:**

Laboratório de Ciências; Quadro e giz; Sulfato de Cobre penta-hidratado, água purificada, solução de hidróxido de sódio, solução de ácido clorídrico, indicador vermelho congo, colher metálica, tubos de ensaio, béquer, pipetas, colheres de plástico, balança e lamparina.

**6. Avaliação:**

- a. Critérios: Espera-se que os alunos consigam, através da visualização e discussão dos resultados, construir o conceito de reversibilidade das reações químicas.
- b. Instrumento: Observação do professor e coleta/avaliação do questionário.

**7. Referências:**

ANTUNES, Murilo Tissoni. Coleção Ser protagonista. Química: 2 ano. 2. ed.. Edições SM. São Paulo, 2013.

SANTOS, Wildson, Luiz Pereira. MOL, Gerson de Souza. Química Cidadã. Volume 2. 2 ed. AJS Editora. São Paulo, 2013.



## Anexo 1 - Roteiro de Aula Prática

Aluno(a) \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_  
 Disciplina: Química Professora: Francielle Siqueira Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre
Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina. Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher. Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre. Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base
Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6). Coloque 10mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base. No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante. No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 5 adicione 10mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

## Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	
Observações Após Aquecimento	
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	

## Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.

**Anexo 2 - Questionário Q1**

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado, (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

---

---

---

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

---

---

---

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

---

---

---

4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

---

---

---

---

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

---

---

---

6. Qual o significado das setas para a reação:



---

---

---

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

**APÊNDICE B – ENCONTRO 2**



**COLÉGIO ESTADUAL DO JARDIM INDEPENDÊNCIA – ENSINO  
FUNDAMENTAL E MÉDIO**

**Plano de Aula - 2**

**PROFESSORA:** Francielle Siqueira

**DISCIPLINA:** Química

**1. Tema:** Equilíbrio Químico

**2. Conteúdo:** Reversibilidade das Reações Químicas e Lei da Ação das Massas.

**3. Etapa de Ensino:** 2<sup>o</sup> ano do Ensino Médio.

**4. Objetivos:**

Conhecer e interagir com o software “*The Law of Mass Action*”.

Compreender a relação constante de equilíbrio – quantidade de reagentes e produtos.

**5. Encaminhamentos Metodológicos:**

Com utilização do laboratório de informática em computadores individuais, os alunos serão orientados pelo professor sobre como acessar e interagir com a ferramenta educacional “*The Law of Mass Action*”, disponível no site <http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/>.

Nos primeiros quinze minutos de aula a interação aluno-ferramenta ocorrerá de forma livre, para que o aluno se habitue ao software. O professor deverá interferir minimamente na interação.

Após contato dos alunos com a ferramenta e sanada as dúvidas de utilização, o professor apresenta um roteiro de interação aluno-ferramenta. (Anexo 3)

Tempo estimado: 110 minutos (2 aulas)

**6. Recursos Didáticos:**

Laboratório de Informática; Computadores com acesso à internet.

**7. Avaliação:**

Critérios: Espera-se que os alunos interajam com o software “*The Law of Mass Action*” de maneira livre, agindo por interesse e curiosidade.

Instrumentos: Observação do professor, captura de tela (*Print Screen*), análise do roteiro de aula prática.

**8. Referências:**

// <http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/>

**Anexo 3**

**Roteiro de Interação com Software “*The Law of Mass Action*”**

Uma vez aberta a janela do software, procure familiarizar com a tela. A janela contém elementos importantes, identifique os seguintes:

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione *“Initial Settings”*, que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.

2. Aperte o sinal + na frente da linha  **$\log_{10} K_{eq}$** , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do *software*. Clique nos botões *“slower”* ou *“faster”* para controlar a velocidade da demonstração.

3. Clique em *“play”*, observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.

4. Clique em *“forward”* e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.

5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .

6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C			

**QUESTIONARIO Q2**

Responda:

1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

---

---

---

---

2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

---

---

---

---

3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

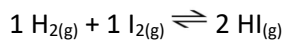
---

---

---

---

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



---

---

---

---

**APÊNDICE C – ENCONTRO 3**



**COLÉGIO ESTADUAL DO JARDIM INDEPENDÊNCIA – ENSINO  
FUNDAMENTAL E MÉDIO**

**Plano de Aula – 3**

PROFESSORA: **Francielle Siqueira**

DISCIPLINA: **Química**

**1. Tema:** Equilíbrio Químico

Conteúdo: Reversibilidade das Reações Químicas e Princípio de Le Chatelier.

**2. Etapa de Ensino:** 2<sup>o</sup> ano do Ensino Médio.

**3. Objetivo:** Investigar a Lei da Ação das Massas com uso do Software Educacional “*The Law of Mass Action*”

**4. Encaminhamentos Metodológicos:**

Com utilização do laboratório de informática em computadores individuais aos alunos serão orientados pelo professor sobre como acessar e interagir com a ferramenta educacional “*The Law of Mass Action*”, disponível no site <http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/>.

Os alunos serão orientados a manipular o software utilizando planilha para orientação e coleta de dados.

Tempo estimado: 110 minutos (2 aulas)

**5. Recursos Didáticos:**

Laboratório de Informática; Computadores com acesso à internet. Planilha para orientação e Coleta de Dados. (Anexo 3)

**6. Avaliação:**

Critérios: Espera-se que os alunos interajam com o software “*The Law of Mass Action*” seguindo orientações da planilha de coleta de dados.

Instrumentos: Observação do professor, captura de tela (*Print Screen*) e filmagem, análise da planilha de coleta de dados.

**7. Referências:**

// <http://demonstrations.wolfram.com/TheLawOfMassAction/>



#### Anexo 4 – Roteiro de Interação com Software “The Law of Mass Action” – Parte 2

1. Inicie o software, procure no canto direito superior o sinal +, selecione “Initial Settings”, que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Anote os valores de concentração de A, B e C. Anote esses valores e suas observações na tabela 1 abaixo.
2. Movimente a concentração do reagente A para menos. Anote os valores e observe o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
3. Movimente a concentração do reagente B até a mesma posição de A. Observe e anote o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
4. Movimente as concentrações de A e B para o valor máximo. Observe e anote o que acontece com a quantidade de A, B e C no estado de equilíbrio.
5. Diminua vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.
6. Aumente vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.

Simulação	A	B	C	Observações no Equilíbrio
1. Concentrações Iniciais dos reagentes e produtos				
2. Diminuição da concentração de A				
3. Diminuição da concentração de B				
4. Quantidade máxima de reagentes				
5. Diminuição da $K_{eq}$				
6. Aumento da $K_{eq}$				

**QUESTIONÁRIO Q3**

Responda:

1. Em algum momento durante as simulações, podemos observar consumo total dos reagentes?

---

---

---

2. De que maneira o aumento da  $K_{eq}$  influencia a quantidade de produto formado?

---

---

---

---

**APÊNDICE D – ENCONTRO 4**



**COLÉGIO ESTADUAL DO JARDIM INDEPENDÊNCIA –  
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO**

**Plano de Aula – 4**

PROFESSORA: **Francielle Siqueira**

DISCIPLINA: **Química**

**1. Tema:** Equilíbrio Químico

Conteúdo: Reversibilidade das Reações. Constante de Equilíbrio. Lei da Ação das Massas.

**2. Etapa de Ensino:** 2<sup>o</sup> ano do Ensino Médio.

**3. Objetivo:** Retomada de Conteúdo e Avaliação.

**4. Encaminhamentos Metodológicos:**

No laboratório de Ciências o professor inicia a discussão com alunos a respeito das aulas realizadas tanto envolvendo prática experimental, quanto a interação com o software “*The Law of Mass Action*”, nesta retomada de discussão o professor exibe vídeo “Líquido Misterioso” e aborda o tema Equilíbrio Químico.

Em seguida o professor mostra uma garrafa de água mineral com gás fechada para os alunos e pede explicações sobre o que acontece com o equilíbrio água-gás dentro da garrafa. Os alunos terão um tempo para que discutam com os colegas a respeito.

Alunos respondem ao questionário final sobre os conteúdos estudados e relacionados com cotidiano.

Tempo estimado: 110 minutos (2 aulas)

**5. Recursos Didáticos:**

Laboratório de Ciências; Computador. Planilha para orientação e Coleta de Dados. (Anexo 4)

**6. Avaliação:**

Critérios: Espera-se que os alunos relacionem a reversibilidade das reações às concepções de equilíbrio químico, bem como compreender a relação entre constante de equilíbrio e formação de produto numa reação.

Instrumentos: Observação do professor durante as discussões, gravação de áudio; análise do questionário.

**7. Referências:**

SANTOS, Wildsom L.P.; MOL, Gerson S. Química Cidadã: volume 2. 2ed. AJS Editora. São Paulo, 2013.

**QUESTIONÁRIO Q4**  
**Anexo 4 – Questionário de Avaliação Final**

1. O que caracteriza uma reação reversível?

---



---



---



---



---

2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

---



---



---

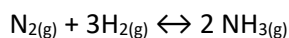


---

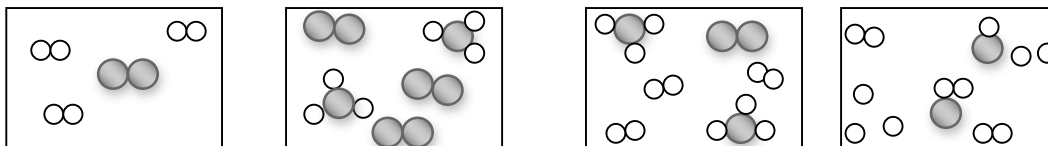


---

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



Legenda: N = H =

4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

---



---



---



---



---

5. Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

( ) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

---

---

---

( ) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

---

---

---

---

---

( ) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

---

---

---

---

( ) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

---

---

---

---

( ) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta.

---

---

---

## **APÊNDICE E – TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO**

**02/02/2016 – Encontro 1 - Prática com sulfato de cobre, aluno L1 esta segurando colher metálica com pequena quantidade de sulfato de cobre sob a chama de uma lamparina.**

01. L1: é gostoso...
02. M: é gostoso esse omo aí... ((alunos se referindo a episódio no inicio do ano letivo em que experimentaram solução de sulfato de cobre durante aula prática, sem consentimento da professora))
03. P: Aí... quero que vocês observem o que está acontecendo ali
04. Al: tá queimando professora... tá queimando
05. M: dá só pra ver o L1... parecendo que tem tártaro na mão.
06. L1: tá virando cinza.
07. P: tá ficando cinza... então tá fazendo o que com a cor?
08. L1: tá queimando... tá tirando a cor dela... tá ficando azul claro
09. P: Isso
10. R: azul claro?
11. L2: sim... mas agora não esta mais
12. P: qual cor você acha que é R?
13. [R: branco
14. [Al: branco?
15. L1: eu to vendo verde acho que sou daltônico
16. Al: ((risos)) branco acinzentado
17. P: branco acinzentado... isso::
18. L1, R: meio cinza... (meio verde também)
19. P: tá... o verde tem outra explicação...
20. R: Sério?
21. P: mas... Querem vir ver gente? venham perto... ou se vocês quiserem fazer... pegar a colher e fazer também... fiquem à vontade... pode fazer mais tá::? então vocês acharam que ele mudou do Azul para o branco acinzentado... ou.. não é?
22. R: sim
23. L1: azul claro...
24. P: certo... Aí... eu vou escrever uma coisinha aqui no quadro pra vocês prestarem atenção o quê que é isso... o quê que vocês estão aquecendo...
25. P: Vocês estão colocando aí no fogo...
26. M: não tá quente não V?
27. L1: não
28. P: isso aqui ó...
29. M: deixa eu ver se tá quente...



30. L1: quer... quer Beber também? quer Cheirar<sup>4</sup>?
31. P: Turma... dá uma olhadinha aqui... vocês estão aquecendo isso aqui... sulfato de cobre... Cinco vezes hidratado... então a gente chama de pentahidratado... então vocês estão aquecendo... o que em geral acontece quando a gente aquece a água?
32. Al: ela evapora \_\_\_ ferve
33. P: então o que a gente pode pensar que esta acontecendo com a água dessa amostra aí?
34. L1: está evaporando... está queimando...
35. P: o fato da água evaporar muda a cor da substância?
36. Al: \_\_\_ Sim \_\_\_ tá queimando...
37. P: tá queimando... por isso que tá mudando a cor?
38. Al: \_\_\_ É
39. P: então qual é aquele que já está branquinho... L... tenta pingar um pouquinho de água aí... Não vai encharcar a amostra Heim...
40. Al: Aí \_\_\_ Ah ((risos)) \_\_\_ deixa eu ver...
41. P: e aí?
42. W: voltou de novo...
43. M: voltou não fio...
44. W: Voltou sim... tá ficando azul de novo
45. R: voltou a mesma cor de antes
46. L2: não voltou não...
47. A: voltou sim ((discussão inaudível))... não... deixa eu ver...
48. R: ai voltou a cor de antes gente... Alá... hidratou ele...
49. L2: gente tá voltando a mesma cor...
50. W: o que deixa a cor azul nele é a água
51. P: Boa... o W falou assim... o que deixa a cor azul nele é a água... então olha... eu tenho outra pergunta... é... a gente fez uma reação química quando aqueceu?
52. Al: \_\_\_ Sim
53. P: sim... e quando a gente colocou a água? o quê que a gente fez?
54. [R: outra reação
55. [E1: também
56. P: também... a E1... falou também... então a gente fez uma reação que vai num sentido... e depois a gente voltou ela? ((Mostrando a reação no quadro))... É isso que a gente fez?
57. Al: não... ((discussão inaudível))

58. P: "Ó" ... nós... a gente aqueceu... a água foi embora... e aí ficou branco... aí a gente colocou água... voltou a ficar azul... isso quer dizer que nós fizemos a reação num sentido... ficou branco... quando a gente colocou água a gente fez o sentido?

59. M: desbranco ((risos))

60.P: então as reações químicas... elas podem acontecer em mais de um sentido?

61. Al: ((murmúrios))

62. P: sim?

63. W: sim...

64. P: Certo?... então vocês acham que já tem condição de preencher ali o quadro do experimento 1?

65. Al: sim.

66. P: vai lá... cada um por si... tá bom.

67. R: qual professora?

68. P: preencher o quadro do experimento 1.

69. Al: ((discussões sobre a tabela a preencher))

## **Momento 2: Prática com indicador ácido base realizada em grupos de 3-4 alunos.**

70. P: então vocês vão medir 10mL lá do líquido e colocar em cada tubo de ensaio

71. L1: e como nós vamos fazer isso? com a pipeta?

72. Al: ((discussão entre alunos))

73. P: qualquer tubo... vocês vão colocar em seis tubos de ensaio... 10 mL.

74. P: ((inaudível, professora explica a prática))

75. Al: ((conversa paralela enquanto realizam experimento))

76. N: O professora... por que ficou cor de rosa?

77. P: porque... Nossa 10mL deu tudo Isso?

78. N: sim

79. P: não tem problema... vai ficar tudo cor de rosa.

80. Al: ((discussões diversas))

81. N: o outro ficou transparente professora

82. P: isso

83. Al: esse aqui ficou transparente... porque aquele outro ficou cor de rosa?

84. Al: porque (...)

85. P: são seis tubos com 10mL... olha vocês tem um gotejador aqui, que tem o indicador vermelho... coloquem três gotas do indicador vermelho.

86. Al: ((discussões diversas, inaudível))

87. L1: Ah nós já fez isso uma vez... vai ficar rosa. ((lembrando de aula anterior com uso de fenolftaleína como indicador ácido base))

88. P: mas agora é diferente L1.... a gente fez um rosa, agora nós vamos fazer um vermelho.
89. L1: Ué... mas porque chegou no frasco ele virou rosa?
90. R: Professora aquele ali também tá contaminado ((referindo-se a tubos de ensaio sujos))
91. P: contaminado a gente pega uns novos tá?
92. Al: ô pode trocar... não pode ficar contaminado... segura... cada um segura um \_\_\_ele esta com dengue
93. M: zica vírus
94. L1: ele está com zica vírus... Ô professora por que ficou rosa aqui?
95. P: rosa descarta... pode por lá na pia.
96. R: Professora isso aqui queima a roupa?
97. P: a roupa? não a roupa não...
98. Al: ((discussões simultâneas entre grupos))
99. P: Pronto... vocês conseguiram? todos vocês conseguiram colocar 10mL?
100. Al: ((continuam discutindo entre si))
101. R: o quê que vai fazer agora?
102. P: agora... o próximo passo... próximo passo é colocar três gotinhas do indicador vermelho... que tá aqui
103. Al: ((discussões sobre uso do indicador))
104. R: em cada pote... em cada Tubo?
105. P: em cada tubo... três gotinhas do indicador... deixa eu dividir pra vocês...
106. Al: nossa professora...
107. P: olha três gotinhas...dá pra pingar direto daqui... cuidado... cuidado.
108. M: parece sangue "veio"
109. Al: (...) é quanto professora? \_\_\_Calma menina... calma. ((conversas diversas sobre a prática))
110. P: podem deixar homogêneos, Tá?
111. L1: é pra colocar em Todos?
112. P: Sim... três gotas em cada um...
113. Al: ((discussão inaudível))
114. P: sobrou amostra de hidróxido de sódio? Ô gente... tá tão fraquinho... eu gosto mais colorido... querem por uma gota a mais? ...vamos colocar quatro
115. Al: beleza professora (...) \_\_\_fica bonito esse negócio... \_\_\_se eu botar 15 gotas o que acontece? ((discussões))
116. P: Aí... agora a gente vai seguir o roteiro bem do jeitinho que ele tá aí... nós temos o ácido aqui...ó... o ácido tem que tomar um pouquinho mais de cuidado Tá? primeiro a

gente vai colocar 2,5mL não É? então vocês tem pipetas aí não Tem? Certo... a gente vai usar essa pipeta sempre para o ácido...olha... presta atenção... só de eu mergulhar aqui... a pipeta sozinha já pega um pouco... Ó... se eu colocar o dedo eu travo se eu soltar o dedo ela escorre

117. Al: ((discussões enquanto manipulam pipeta))

118. P: Olha... tem uma coisa... tem um momento que vocês vão precisar pegar 10mL... dá pra...

119. Al: sugar...

120. P: sugar... mas é muito perigoso... é melhor eu ir aí perto de vocês... enquanto é pouquinho vocês colocam

121. W: Professora.. tem aquele negócio verde lá..

122. P: Ah:: tá... a pêra. A pêra é assim... ela se chama pêra e serve para pipetar... se a gente apertar aqui em cima a gente tira todo o ar dela... ela fica murchinha desse jeito... Aí eu grudo ela aqui... e ela faz o mesmo que nossa boca faria... botão aqui suga... esse solta... aqui vai puxar... do lado soltar...

123. Al: Nossa:: prático né...\_\_\_ ah, nossa!

124. P: Só que aí um problema... nós só temos uma... tenho também uma solução para os mais desajeitados...

125. Al: aqui ó... o M....

126. P: uma solução para os mais desajeitados é usar seringa... não vai ninguém morrer... porque só puxa e solta... eu tenho duas seringas... uma de 20 e outra de 10 mL... ela vai ajudar

127. Al: dá a de 20 pra nós professora... ((Conversas diversas sobre a execução da prática))

128. P: isso aqui é ácido clorídrico pessoal... é o que tem no nosso estômago que ajuda a digerir o churrasquinho que vocês comem no domingo... então ele não é fraquinho viu?

129. Al: é o mesmo que tem no nosso estômago professora? (...) ((risos)) (...)

130. I: então se tomar não mata não...

131. P: Turma... no primeiro tubo... não coloca ácido... no segundo tubo... dois e meio tá?

132. R: dois e meio é quanto?

133. P: olha observem que a pipeta é... 1... 2... 3... de cima para baixo tá vendo? Então se a gente quer 2,5 nós vamos puxar aqui... 9... 8...

134. R: oito e meio?

135. P: oito e meio nós vamos puxar... é ao contrário..

136. M: é oito e meio?

137. P: Isso.

138. Al: porque você tá puxando dez... cadê o outro nosso?...como que é oito e meio aqui véio... Heim professora... não entendi... como é que vai fazer com esse negócio aí?

139. R: Ou professora... então qual é o perigo se você tem esse ácido no estômago e não pode ingerir?

140. P: poderia... vai morrer? Não. Mas...

141. M: até chegar lá demora né...

142. P: Até Poderia... mas até chegar no estômago tem um percurso... tem o esôfago... tem a garganta... e se você bronco aspira ele vai um pouquinho para seu pulmão... e aí é problema...

143. Al: ai... ai... ai... Já quer cheirar o bagulho...

144. P: olha só vocês querem a seringa? ...a seringa é mais fácil... Primeiro: frasco um não coloca nada... Frasco dois... a gente vai colocar 2,5 aqui ó... 2,5mL de ácido... frasco três...e vão controlando os frascos tá...

145. Al: tá bom... vamos lá... vai... vai... vai... cadê o frasco 1? frasco "one", "one"... Ó o mais grandão... olha aqui... esse vai ser... professora então vou usar a seringa aqui também? Tá faltando qual? Dois... três... quatro.. esse é o cinco! ((Conversas confusas))

146. P: E Aí... eu quero que vocês vão observando o que está acontecendo...

147. Al: ((Conversas diversas sobre execução da prática)) tá azul ou é impressão minha? (...) \_\_\_ Professora e o cinco? Vem aqui me ajudar no cinco agora...

148. R: Professora... nenhum nosso ficou totalmente azul...

149. P: Nenhum?

150. R: nenhum totalmente azul...

151. P: Ah... é por causa da agitação...

152. I: a R... eu acho que perdeu o controle.

153. R: Não... não perdi

154. P: Mas pode agitar Tá! (...) E Aí Terminaram?

155. R: qual é para ficar totalmente azul professora?

156. L: o último...

157. P: um deles é para ficar mais azul de todos... a minha pergunta é: vai ficar totalmente azul?

158. Al: Não... \_\_\_ Sim.... \_\_\_ Não (...) \_\_\_ Não vai não ô... a pontinha não fica azul olha...

159. I: professora esse aqui tava azul...

160. P: tava azul? você misturou todinho? qual é esse frasco Igor?

161. I: não tenho ideia...

162. R: é o quatro!

163. P: é o quatro?... olha isso é importante... ele estava azul... aí na hora que agitou ele voltou a ser...
164. L1: cadê nosso cinco? por que não ficou azul?
165. Al: (...) ((Conversas confusas sobre a execução da prática))
166. P: Tá... vocês tem um quadrinho pra ir preenchendo as variações de cores...
167. Al: (...)
168. P: Pronto... Todo mundo fez os cinco frascos... seis frascos? Certo... Então assim... Vamos pensar no que aconteceu... Nós temos frasco 1... cadê o de vocês meninos... frasco 1... no nosso frasco 1 a gente colocou ácido?
169. Al: Não...
170. P: só tem base... que coloração a gente tá vendo aqui?
171. Al: vermelha.
172. P: vermelha... vocês tem quadrinho aí para anotar as cores dos tubos... tá vendo?
173. R: tubo 1... vermelho
174. L2: quem é daltônico professora... aí se f\*\*\*\* professora...
175. P: quem é daltônico tem problema com isso daqui...
176. Al: daí vai lá na prova e escreve assim amarelo (...) ((risos))
177. R: Professora como é que chama essas partículas que ficam assim?
178. P: coloides? ((aluna referia-se a um desenho))
179. R: Isso professora... Isso mesmo... isso... É o que eu tava falando
180. I: e todo mundo tirando sarro de você...
181. R: É Mané...
182. P: por que?
183. R: porque eu esqueci o nome professora... mas eu vi assim que tinha. Aí ele falou átomo ((risos do grupo))... É... de certa forma é átomo.
184. P: Aí turma... cadê o frasco 2 de vocês meninos? frasco 2... Tá igualzinho o frasco 1?
185. Al: não \_\_\_ não... tá mais claro
186. P: o quê que a gente colocou? o quê que a gente já colocou no frasco 2?
187. L1: é ácido...
188. P: é o frasco 3... cadê? Olha e agora?
189. L1: mesma coisa...
190. P: tá ficando... vocês acham que tá vermelho ou um pouco mais...
191. Al: não (...) ((risos))
192. P: frasco 4...
193. R: professora... o nosso tá tudo igual... ((risos))

194. P: e agora o frasco 5... M... ajuda a por do lado pra gente comparar vai... frasco 5... e o frasco 6... turma... aconteceu uma reação química?
195. Al: sim...
196. L1: o ácido predominou a fase...
197. P: Por que quê ficou azul no final?
198. L1/ W: \_\_\_porque tem mais ácido...
199. L1: e menos base...
200. P: tem mais ácido... o L1 falou e menos base... é... e se eu quisesse que ficasse vermelho de novo?
201. Al: usa mais base \_\_\_ mais base\_\_\_ joga base.
202. L1: joga base pra se envolver com ácido... daí vai ter mais base que o ácido
203. P: Agora uma perguntinha importante... Vocês acham que a mudança de cor... é uma substância nova que formou... ou ele é uma mistura do que já tinha no início com o ácido que a gente adicionou? ((silêncio, murmúrios))... Vocês acham que formou uma coisa totalmente nova... ou são intermediários... são misturas...
204. R: acho que é intermediário das duas...
205. L1: são misturas... qual que era a cor do início?
206. P: Hidróxido de Sódio... que é uma base... ai nós fomos colocando ácido clorídrico... a medida que vocês foram colocando... o quê que vocês observaram na hora que caíam as gotas lá?
207. R: elas mudavam de cor...
208. P: e logo em seguida o que acontecia?
209. Al: ela voltava \_\_\_voltava a cor normal\_\_\_ voltava a cor de novo
210. P: então a R.... falou... mudava de cor para azul e logo em seguida... voltava a cor normal... e aí no final quando a gente colocou bastante ácido ficou só?
211. Al: Azul... Ácido
212. P: tá certo... agora preencham a tabelinha aí!
213. Al: ((conversas diversas sobre tubos... cores... dúvidas sobre a tabela))
214. P: agora vamos fazer um teste... Gente eu vou por aqui Só de curiosa... Só ácido... Ó... só ácido... vou pingar o indicador... que cor eu devo esperar que fique aqui?
215. [M/ L1: vermelho
216. [L2: azul
217. P: só tenho ácido... e colocar o indicador que cor nós temos que esperar aqui?
218. M: vermelho...
219. L1: não... azul. eu acho que vai ficar outro azul
220. R: vai ficar azul... nossa que legal::
221. W: azul...

222. P: é só ácido...

223. R: quando é base fica vermelho

224. P: um azul... quase roxinho... isso é uma indicação que o que vocês estavam fazendo ai era transformar de base para...

225. Al: ácido

226. P: então vão preenchendo o que vocês têm que preencher... Aí vira a página pra vocês verem que legal

227. Al: ai... mais folha pra escrever... calma tô no três ainda... ah::

228. I: eu tô com dó de quem vai ler a minha

229. P: Não fala em nota... só precisam que sejam sinceros...

230. Al: ((conversas diversas sobre as folha de questões))

## **Aula 02 - (02/02/2016)**

### **Momento 3: Professora levanta assunto equilíbrio químico**

231. P: Equilíbrio Químico é um conteúdo de segundo ano que nunca dá tempo de trabalhar... aí vem minha perguntinha básica... o que vem na cabeça de vocês quando fala a palavra Equilíbrio?

232. Al: ((breve silencio))

233. M: ((risos)) símbolo yin-yang. ((risos))

234. L1: não cair ((risos))

235. W: (...) iguais

236. P: não cair... iguais... duas partes iguais Willian?

237. M: soltar pipa...

238. Al: você vai transcrever isso também? ((risos))

239. E2: duas partes equivalentes?

240. P: duas partes equivalentes a E2 colocou... está certo?

241. M: não...

242. P: se eu pensar numa reação química... quando que eu posso dizer que uma reação química está em equilíbrio?

243. L1: quando ela esta tipo...

244. W: quando está metade-metade...

245. L1: é...

246. M: yin yang falei isso...

247. P: M... quando tá metade-metade de quem?

248. Al: base e ácido... da base e ácido... \_\_\_base...ácido...

249. P: da base e do ácido? quando elas estão com velo/... é... quantidades iguais... metade-metade... vocês acham que a reação esta em equilíbrio?



250. Al: Sim.

251. P: dos nossos frasquinhos... qual vocês indicariam pra dizer que esta o mais próximo do equilíbrio pra vocês?

252. Al: dois\_\_\_ acho que... não (...) dois.. o quatro..

253. L1: o quatro... porque o quatro não tá nem tanto azul nem tanto vermelho...

254. Al: o dois tava azul... depois... (...)

255. M: tem um que tava metade-metade aí a gente ficou mexendo trocou de cor...

256. R: eu acho que é o seis não é?

257. Al: não é dois.. não... é o quatro

258. E2: professora... eu acho que é o quatro

259. Al: o três...

260. P: o três? acha que o três esta o mais próximo do equilíbrio... porque eu teria quantidades parecidas de...

261. Al: ácido e base

262. P: de ácido e base (...) então... aí tem outra coisa... outra perguntinha básica... Todas as reações químicas acontecem com a mesma velocidade?

263. Al: não... não.. depende do produto

264. P: se eu pensar na Bomba atômica e no apodrecimento da banana... São duas reações químicas?

265. Al: são \_\_\_ não \_\_\_ São!

266. P: acontecem velocidade igual?

267. Al: Não::

267. L1: lógico que não... a bomba atômica vai destruir tudo em questão de segundos...

268. P: e o apodrecer da banana?

269. Al: não... vai demorar dias.. vai demorar tipo uma semana...

270. P: então... ou seja... as reações químicas acontecem o tempo todo... mas elas não necessariamente tem velocidades iguais... e aí o equilíbrio químico muitas vezes esta ligado a velocidade da reação ((explicação no quadro negro)) no sentido da seta direta e no sentido da seta inversa... quando que vocês acham que atinge o equilíbrio químico se a gente pensar em velocidade de reação?

271. Al: ((pausa))

272. L1: como assim não entendi...

273. M: não entendi meu...

274. P: Ó... pensa nessa reação da questão seis... tá vendo? ((professora refere-se a questionário da aula)) ela é uma reação que acontece... que tem seta dupla não é? Seta que vai para os dois lados... então essa reação acontece tanto no sentido direto... quanto no sentido inverso... os dois jeitos pode acontecer...o reagente transforma no

produto... o produto volta a ser reagente...o nosso teste poderia acontecer isso... o produto voltar a ser reagente?

275. Al: sim \_\_\_sim

276. P: o produto tá aqui... tem como voltar a ser reagente?

277. Al: sim \_\_\_coloca mais base...

278. P: Isso... é reversível essa reação?

279. Al: É\_\_\_ Sim\_\_\_ É

280. P: e Aí a questão É... de velocidade... se eu pensar em velocidade de reação... tanto num sentido quanto no outro... são iguais?

281. Al: (...) ((murmúrios))... (sim)... (não)...

282. M: eu não entendi de novo véio...

289. L1: como é que é? repete

290. P: se pensar no sentido de velocidade de reação química- e eu tô pensando numa reação que pode acontecer nos dois sentidos- quando que eu falo que tem um equilíbrio?

291. Al: (...) ((murmúrios))... fala de novo Igor... não deu pra ouvir não...

292. P: o Igor falou o seguinte... quando elas tem a mesma velocidade... Tá... vamos pensar então nessas respostas aí... leiam pra mim a questão A

293. R: ocorrem simultaneamente nos sentidos direto e inverso...

294. P: Certo?

295. Al: \_\_\_Não.

296. P: Lê a B

297. R: a rapidez das reações direta e inversa são iguais...

298. Al: (...) certo?

299. P: vamos pensar... lê a C

300. R: os reagentes são totalmente consumidos

301. Al: (...) não...

302. P: os reagentes são totalmente consumidos? Vamos pegar nosso frasco ali das meninas... o reagente foi totalmente consumido? olha só?

303. Al: \_\_\_Não... não...

304. M: porque ela não mexeu...

305. L1: o nosso foi ((risos))

306. P: Aí... qual é a outra?

307. R: é a letra D... a temperatura do sistema é igual a do ambiente

308. P: Ah tem haver com equilíbrio essa questão da temperatura?

309. L1: Não...

310. P: e a E?

311. R: a razão entre as concentrações entre reagentes e produtos é unitária

312. P: então agora eu não posso dar a resposta... vocês vão cada um por si assinalar o que acha

**Momento 4: Apresentação e livre manipulação do software; alunos já estão diante dos computadores trabalhando em duplas.**

313. P: essa etapa vocês vão trabalhar por conta... eu não posso interferir esse é o objetivo do meu projeto... esse software aí... é um software que simula equilíbrio químico tá? então observem que tem uma reação química aí...  $A + B$  formando  $C$ ... tem dupla seta:... tem uma equação matemática ali embaixo... e aí vai ter várias coisas que vocês podem interagir com o sistema... o que que vocês vão fazer? Segue o roteiro... e aperta os botões... essa primeira aula é para vocês “fuçarem” aí... pode “fuçar”.

314. Al: Ah então vai... \_\_\_Aperta aí... ((conversas diversas sobre o software))

315. P: como vocês estão em dupla... pode um ir falando o roteiro pro outro e vocês vão seguindo...

316. Al: vai eu falo (...) ((todos falando ao mesmo tempo, inaudível))

317. P: tem uma coisa que eu preciso falar pra vocês... ((alunos matem conversa paralela, estão atentos ao software, não dão atenção à professora))

**Momento 5: Professora segue tirando dúvidas individuais das duplas durante manipulação do software**

318. R: *Slower* é mais devagar né professora... *Faster* é mais rápido?

319. P: isso *slower* é lento... *Faster* é rápido

320. Al: Ah:: rápido... devagar... (inaudível)

**Discussões do Grupo: I, D, E3, K.**

321. I: tá... o quê que a gente vai anotar galera? que eu observei?

322. E3: que ele ficou azulsão olha...

321. K: não... o azul tomou conta do pedaço?

322. Al: não é que ele eliminou... ó... ele... só reduziu...

323. I: ele absorveu... meio que... ah eu acho que ele absorveu...

324. P: tem outra palavra pra isso... não é? ele eliminou? ele sumiu completamente o A e o B?

325. Al: não... não... Olha I...

326. I: não... deixa eu ver... deixa eu ver

327. K: Ah:: agora foi... só que foi misturando não foi?

328. Al: eles misturaram... ficou uma mistura entre o azul e o...
329. P: vocês estão chegando numa resposta... vou deixar a discussão de vocês aí... mas vão discutindo... dá pra gente dizer que trata do mesmo tubo?
330. Al: sim... \_\_\_ não \_\_\_ sim mas porque adicionou outro...
331. P: se eu fosse fazer na prática... é o mesmo tubo?
332. Al: não... não..
333. E2: o inicial é assim... você colocou dois reagentes... daí eles ficaram equilibrado... daí eles... aconteceu isso... ele ficou azul.
334. I: depois colocou produto...
335. P: e se eu pensasse assim... o inicial é quando eu coloquei meus reagentes igual a E3 falou e misturei aqui não é...
334. E2: É igual a base e o ácido... depois você... É... daí você misturou...
335. Al: não...
336. E2: foi... foi a base... depois o ácido não foi?... depois misturou e ficou outra cor
337. P: ta certo ó... a E2 falou... é igual à base e o ácido... isso quer dizer que eu posso pensar que é mesmo tubo... só que aí... quando que eu cheguei aqui... quando eu?
338. [ Al: misturou.
339. I: Tá... Ok. (...)
340. P: e aí gente? preenche a tabelinha primeiro aí depois a gente discute junto
341. Al: mas aqui é como se nós tivesse chocalhando... pode ver que vai demorando... aqui é como se nós tivesse chocalhando e aí... vai misturando... dissolveu né?
342. I: Professora... um deles evapora?
343. P: você acha que um deles tá saindo longe?
344. I: sim porque eles não ficam na mesma quantidade... se tá misturando...
345. P: quando a gente fez na prática... misturamos o ácido e a base... evaporou algum deles?
346. Al: sim (...) acho que evaporou porque tipo assim... a gente não colocou 10 de... como? de base...
347. P: dez de base e foi adicionando ácido... mas em algum momento saiu...foi embora um deles?
348. Al: Não:: \_\_\_ Não
349. P: então ali nesse tubo acha que ta saindo também? Tá indo embora? Tá evaporando? Ou? porque vejam... tá consumindo o A e o B...mas o que tá acontecendo com o C?
350. Al: tomando conta...
351. P: tá tomando conta... e tá aumentando a quantidade ou a concentração... isso quer dizer... que sumiu? ou que transformou?

352. Al: é que transformou (...)

353. P: e Dá pra voltar?

356. Al: eu acho que... dá... \_\_\_acho que dá... se adicionar...

357.K: não... dá pra voltar... por causa da flechinha...

358. Al: não vai ficar nas mesmas quantidades ou fica? a não ser que vocês vão adicionando outra coisa...

359. P: sabe o que vocês podem fazer? vocês podem parar a simulação automática... que é o que tá... e vocês mesmo mexerem nas concentrações... ó A e B... tá vendo? vocês podem mexer... Vocês... igual a gente tava fazendo na prática... vou deixar concentração de A num tanto e vou pondo B... colocando... o que tá acontecendo? vocês podem testar agora ((todos falando ao mesmo tempo))

**Grupo: R, M2, W, L1 e M1.**

360. P: Ó... isso são... W... são tubos de ensaio... igual nós fizemos na prática.

361. Al: (...) ((Interrupção da direção))

362. P: Aí... o que esta acontecendo na medida que eu aumento a quantidade... o que vai acontecendo?

363. Al: (...)

364. R: eles se misturam e ficam um só

365. P: então...eles se misturam...Teve uma mistura?

366. R: teve...uma mistura de ácido e base

367. P: e aí formou?

368. R: a concentração... o resultado

369. P: todo o ácido e toda base é consumido no processo?

370. R: Sim

371. P: e Dá pra voltar?

372. R: dá...

373. L1: não...

374. P: por que você acha que dá pra voltar?

375. R: eu acho que dá se você...é... adicionar mais base... ou adicionar mais ácido

376. P: eu consigo voltar?

377. Al: sim...

378. P: acho que vocês estão chegando mais perto até agora... sim... façam respostas diferentes tá?

**Dupla: N1 e N2**

379. Al: ele vai ficar vermelho... então é a mistura deles...

380. P: calma lá... ele era inicialmente vermelho não é? ai você começou adicionar o ácido não é? que o nosso era transparente mas ali tá representado por verde... e aí começou fazer o quê?

381. Al: começou a...virar azul...

382. P: não ficou bem parecido com os tubos de ensaio de vocês?

383. Al: Aham::

384. P: então começou a formar o produto?

385. N1: C

386. P: isso... é isso aí...

### **Grupo: L1, M, M2**

387. P: tá...agora eu quero ver o que vocês estão achando disso ai...

388. M: tá ruim...

389. Al: (...)

390. P: Não? Vocês não entenderam nada?

391. L1: eu não entendi o que é pra fazer aqui...

392. P: a gente vai pensar nesses dois tubos como se fosse nosso tubo de ensaio... mas vamos pensar nele como se fosse uma coisa só... um tubo só. É que ele tá dividido entre o início e o final... lembra do nosso tubo de ensaio na pratica...nós colocamos base e depois...?

393. L1, M: ácido

394. P: então dá... volta o negócio normal ai

395. Al: ...tá travando... olha ai...

### **Grupo: I, E2, K (sobre girar imagem do programa em 360°)**

396. Al: Professora Olha... Olha o que a gente descobriu

397. P: deixa eu ver? Ah É?

398. Al: dá pra ver melhor agora...

399. P: Ah! E Aí? Acaba todo o A e o B então?

400. Al: \_\_\_não...

401. P: Gente eu quero que vocês façam uma coisa pra mim que vocês estão muito bons nas discussões aí... ((referindo-se a dar *print scream* na página))

### **Momento 6: Aula do dia 04/02/2016 – Retomada das discussões a respeito do equilíbrio químico numa garrafa de água.**

402. P: Só olhar... só olha...

403. L1: aqui as partículas já tá...
404. P: então vai passando...
405. L1: por causa do calor ela vai evaporou...
406. M: mas não tem pra onde sair depois...
407. L1: não tem pra onde sair ela fica em cima néh
408. P: Então...É não tem pra onde sair ... mas espera lá... o Lucas falou assim... por causa do calor... a água evaporou...não tem pra onde sair ela ficou ali na parte de cima... Tá certo?
409. Al: ((silêncio)) \_\_\_ não evapora tão assim que vai virar fumaça... mas vai subir um pouco
410. P: eu Acho... assim... não virou fumaça é claro... não... não saiu... mas... vê... todo mundo já viu isso acontecer... e se eu falar pra vocês que ali na garrafinha... tem um equilíbrio químico acontecendo o Tempo Todo
411. L1: a temperatura da água e a temperatura da garrafinha não sei...
412. P: pode falar Igor ou L1 já... você falou... eu disse assim: E se eu disser pra vocês que o tempo todo na garrafinha de água está acontecendo um equilíbrio químico... Por Que?... e equilíbrio entre Quem?
413. Al: ((murmúrios, inaudível))
414. P: da água e da temperatura? \_\_\_ da água E...? Fala Léo...
415. Al: água e ar? \_\_\_ vapor
416. P: água e... mas esse ar é o que?
417. [L2: vapor
418. [W: oxigênio
419. P: é oxigênio?
420. L2: sim que tá preso dentro da garrafa? ((silencio seguido de risos))
421. I: é o H<sub>2</sub>O
422. P: é o H<sub>2</sub>O?
423. M: (que forma) com H<sub>2</sub>O
424. P: Isso M... é H<sub>2</sub>O e H<sub>2</sub>O... é um equilíbrio só de H<sub>2</sub>O... mas o quê que difere os dois H<sub>2</sub>O aí?
425. M/L1: estado líquido \_\_\_ um está líquido e outro em estado (gasoso)
426. P: Tá certo o que o L1 falou... o L1 disse assim: um esta em estado ... um H<sub>2</sub>O... ou seja uma água esta no estado líquido e outra?
427. L2: outra no estado gasoso...
428. P: Então...como a gente falou de equilíbrio químico o tempo todo... tem uma coisa que caracteriza equilíbrio químico ((professora se dirige ate lousa para continuar a fala))... que é a presença de ((professora representa uma seta dupla na lousa))...

Lembra? Nós vimos isso... uma seta dupla indica uma reação que acontece nos dois sentidos...

429. [Al: direto e inverso \_\_\_reversível

430. P: isso... reversível... aí o L1 falou assim ó... tem H<sub>2</sub>O... o M disse... o L1 também... O L2 Quase respondeu isso mas ficou tímido...mas o quê que a gente tem aqui ó H<sub>2</sub>O líquido... e na minha garrafinha esta em equilíbrio com H<sub>2</sub>O vapor... ou gasoso não é? Vou por gasoso... ((professora representa essa reação de equilíbrio na lousa)) Isso aqui tá correto? Tá acontecendo na garrafinha o tempo todo?

431. Al: ((murmúrios))

432. P: Se eu abro a garrafinha agora? E aí? ((silêncio)) é Só água...

433. L1: aquele H<sub>2</sub>O... gasoso... ele vai sair... (tsssssss) ((aluno faz barulho com boca para representar gás escapando))

434. P: aquele H<sub>2</sub>O que tá ali aprisionado vai sair... se eu manter o sistema aberto... ou seja manter a garrafinha aberta... o que acontece o tempo todo com o H<sub>2</sub>O ali?

435. Al: ((inaudível))

436. P: E seu eu fecho de novo?

437. Al: (cai aqui dentro)

438. P: se eu fecho de novo... volta a acontecer isso De novo?

439. L1: Sim

440. P: então isso quer dizer... se volta a acontecer de novo... que as coisas naturalmente buscam o equilíbrio?

441. Al \_\_\_L2: ((murmúrios)) \_\_\_mas não é imediato... não

442. P: mas tudo na nossa natureza demora para alcançar o equilíbrio... o nosso tema é justamente isso... o equilíbrio químico... pensa no ciclo da chuva... tá calor... tem os rios... o que acontece se tá bem calor?... a Água?

443. L2: sobe...

444. P: sobe... se acumula lá nas nuvens... se a professora de geografia me vê explicando a cena me dá uma bronca né... mas... é... se acumula lá em cima... láh na nossa atmosfera o ar é mais gelado... aquele vaporzinho que foi pra nuvem volta a ser?

445. Al: (água)

446. P: e aí o que acontece?

447. R: chove

448. P: e não volta tudo de novo? não é um equilíbrio da água? É um Ciclo. Então eu posso pensar no equilíbrio químico como um ciclo? Reações que acontecem o tempo todo?

449. I: Professora eu acho que quando o (inaudível) fica pesado... junta mais água... ela solta... ((risos))



450. P: é basicamente isso... ela está muito condensada... tá muito cheia... então é bem isso... a professora de geografia nos mata.... Então agora eu vou tentar buscar o melhor jeito de mostrar no meu computador mesmo pra vocês o vídeo de um fenômeno que eu vou querer que vocês expliquem... chama líquido misterioso... e agora... qual é a melhor posição pra gente ver esse vídeo aí?

451. Al: ((todos ao mesmo tempo))

452. P: Não tem áudio tá... então é só observar...tá ruim de ver vem pra cá... Igor... D tenta chegar aqui mais perto... ((silêncio enquanto assistem vídeo da prática garrafa azul))

453. Al: (eita vai cair meu Deus, ai meu Deus) \_\_\_não deu pra ver volta ai \_\_\_eu sou cego não enxergo de longe \_\_\_ ta ficando azul \_\_\_o tal do equilíbrio \_\_\_Brancah ((murmúrios))

454. P: o quê que a gente tinha... uma garrafinha com um líquido lá dentro...

455. Al: não vi o começo \_\_\_ eu também não...pra mim já começou azul...

456. P: não viu o começo? vamos ver... volta aí pra mim L1

457. Al: Ah...

458. P: temos uma garrafinha... transparente... vem D... você consegue chegar aqui perto do I?

459. L2: nossa... o que é aqui lá... água?

460. P: é um líquido misterioso... ((risos))

461. L2: acho que a água evaporou o corante não ((risos))

462. L1: tem alguma coisa a ver com piscina?

463. L2: eu acho que tem corante na tampa...ele chacoalhou misturou...

464. P: Aí chacoalha e pega corante... pois é... é uma boa hipótese Leonardo... tem corante na tampa então chacoalha pega corante... beleza... ficou azul... mas e aí?

465. L2: aí a pausa o vídeo a gente pega outra garrafinha transparente... ((risos))

466. P: olha lá ((referindo-se ao vídeo que continua em execução))... e aí?... o corante tá sumindo então...

467. L2: eu não to enxergando nada

468. W: são duas substâncias... no começo são transparentes... quando misturam ela fica azul depois de um tempo fica transparente de novo... ((o silêncio da professora provoca risos na turma))

469. P: vocês acham que W... tem razão? Aqui dentro do líquido misterioso... o W falou assim: são duas substâncias... quando se misturam ficam azul... passa um tempo elas voltam a ser transparente de novo... por que W voltam a ser transparente de novo?

470.[W: por causa do equilíbrio

471. [L1: tem o equilíbrio... \_\_\_\_ só que o equilíbrio acontece rápido... volta rápido.  
((muitos murmúrios))

472. I: Equilíbrio tá Ouvindo? Eu acho que ouviu o fone tão alto que o deixou surdo  
((referindo-se ao L2 que usa fone do celular com frequência))

473. P: Então o W... disse... a hipótese do W... pro líquido misterioso é... lá dentro tem duas coisas... na hora que agita fica azul... ou seja... a reação vai para um... vai pra um sentido... sentido do azul... aí passa um certo tempo ela volta a ser transparente... isso quer dizer que a reação?

474. L1: volta

475. P: é um estado de... equilíbrio... táh... (inaudível)... o que ele vai fazer agora... ele vai ficar brincando... ele vai agitar de novo... ó... volta a ser transparente... quanto mais tempo eu deixo mais límpida vai ficando

476. W: vamos fazer desse na escola

477. P: olha a ideia era fazer esse aqui na nossa pratica inicial, porém esse líquido misterioso aqui é uma reação química um pouco complicada... que vocês só vão ver no terceirão... ele envolve química orgânica ((conversas paralelas))... então a gente decidiu não trazer essa reação por conta da complexidade dela... mas aí a gente deixou ela pro final porque... porque o fenômeno dá pra fazer... dá pra vocês entenderem... como vocês já ficaram brincando de equilíbrio químico por três dias... quando olha isso aqui vocês já dá pra pensar... que é um fenômeno de equilíbrio químico... Alguém sabe me dar outro exemplo de equilíbrio químico que acontece por aí...

478. L2: o gelo vale? \_\_\_\_ o gelo... não... não né porque o gelo não é uma mistura de dois...

479. P: não... mais e ali... ali não é uma mistura de dois ((apontando para reação líquido-vapor que permanece na lousa))

480. [W: não... pode ser...

481. L2: acho que o gelo vale porque... não?

482. L1: o gelo é só (água)

483. L2: porque ele volta ao normal se deixar degelar fora da geladeira

484. P: é reversível? Então vale pra gente estabelecer um equilíbrio da água... gelo é água no estado?

485. L1: líquido... não é sólido

486. P: e aí depois tem isso que o L2 quer fazer é passar para o estado? Dá pra reverter?

487. Al: sim \_\_\_\_ dá

490. P: tem outra coisa que vocês acho que não sabem que acontece o equilíbrio químico...

491. [L2: o suco...

492. P: suco? Como assim?
493. L2: não pera aí...((inaudível))
494. W: ((inaudível)) tem bastante suco de polpa...no suco de polpa quando ta misturado tá tudo certinho... daí passa um tempinho fica suco assim ((gesticula com a mão))
495. P/ W: Daí você vai lá antes de tomar \_\_\_ e agito...
496. M1: aqui só tem Tang filho não acontece isso não ((risos))
497. P [Al]: acontece isso mesmo... é.. [igual iogurte]... pois é porque que eu tenho que mexer o iogurte antes de beber?
498. Al: Tem que mexer? Eu não mexo não... tem agitar fica mais gostoso...
499. P: na verdade o iogurte tem os tal de lactobacilos e eles precisam agitar por serem mais densos... ((conversas paralelas))
500. P [Al]: mas tem uma coisa que vocês não devem relacionar que é equilíbrio químico... é... o meu óculos não faz isso... mas vocês já devem ter visto aqueles óculos que se a gente sai no sol...[muda de cor]... então ali tem uma substância que é a prata... no óculos... na lente... tem a substância que é a prata... A prata com mais energia... ou seja... mais calor...ela tem coloração [escura]...é ela muda... que cor que é quando a gente com aquele óculos no sol?
501. L1: ele é transparente quando a gente sai no sol fica preto
502. P: preto... aí eu volto pra uma condição que está escuro...
503. L1: fica claro
504. P: ali então tá perdendo alguma prata na reação? Tá perdendo prata da lente dos óculos?
505. Al: não
506. P: essa reação da lente do óculos ela vai e volta?
507. Al: sim
508. P: a gente chama isso de?
509. Al: ((inaudível))
510. P: tem aquela outra palavrinha...
511. Al: mágica \_\_\_ quando vai e volta...
512. R: reversível
513. P: isso... aquilo é então uma situação de equilíbrio da prata com a prata mesmo... prata com luz solar ou energia... coloração escura... prata sem energia ou sem luz tem coloração clara... ((professora representa essa reação na lousa)) e aí fizeram os óculos *transitions*...
514. Al: nossa... eh
515. P: Agora... a gente viu além disso uma coisa um pouco mais chatinha... que no programa nós vimos o tempo todo que era... éh... isso aqui ((escreve Keq na lousa))

516. W: constante

517. P: constante... e aí uma das perguntas da nossa discussão era: o quê que é a constante? E aí era pra pesquisar no livro... lembra... a D direitinho... eu dei uma olhada ontem nas respostas... eu sei que vocês não estavam com o livro aqui... não tem problema... mas a constante... ela é um reagente que eu coloco a mais lá na reação?

518. Al: ((murmúrios)) \_\_\_ Fala D \_\_\_ela não lembra...

519. P: ela é o valor?

520. Al: (do A e B)

521. P: de A... Só do A e do B, o C não interfere? ((mais murmúrios))... constante gente é o valor numérico que foi medido pelo químico experimentalmente... e ela me fala qual é o melhor valor para aquela garrafinha de água entrar em equilíbrio... ah... o melhor valor pra garrafinha de água entrar em equilíbrio é... Três... Quer dizer... se eu somar... fizer a fração lá dos produtos enfim ((mostrando equação matemática de Keq na lousa)) e estiver em Dois... chegou no equilíbrio?

522. Al: (não)

523. P: não... porque se eu conheço que teoricamente é três... então a constante ela é uma expressão numérica... ela é um valor numérico... que me indica uma boa condição para equilíbrio... e nós vimos uma coisa aqui interessante... se eu pensar nessa reação química que tá ali eu iria escrever essa constante assim ó... produto... isso é produto se eu pensar na reação direta... produto e isso é?

524. Al: reagente

525. P: beleza... isso vocês aprenderam bem né... aqui em cima eu coloco o produto... aqui em baixo eu coloco (inaudível)... Bom... e nós vimos uma coisa... qual é a minha condição...pra que eu forme Bastante produto?

526. Al: ((murmúrios)) \_\_\_aumentar a temperatura

527. P: ah posso aumentar a temperatura é um fator...o L1 tinha falado uma coisa... o W também...

528. W: aumentar a quantidade de H<sub>2</sub>O ((referindo-se a reação H<sub>2</sub>O líquido – vapor que esta na lousa))

529. P: aumentar a quantidade de H<sub>2</sub>O líquido ou...

530. R: gasoso

531. P: e o L1 falou mais alguma coisa... se eu... então eu posso escolher uma reação que tem um valor Alto ou valor Baixo de constante de equilíbrio? ((alunos discutem entre si: alto... baixo))

532. P: nós vimos lá no programa que quando vocês mexiam lá na barrinha da constante de equilíbrio...

533. [L1: não... tem que ser baixo...quando aumentava (inaudível)

534. P: tá aquela barrinha... o Lucas falou o seguinte... se aumentava o negócio – que deve ser a constante – aparecia mais o azul e o azul era o quê no nosso programa?

535. W: a mistura

536. P: era a mistura dos dois que é o nosso produto... então se eu quero favorecer o produto... o meu ideal é?

537. W: ter uma constante alta

538. P: ter uma constante alta... quem respondeu?

539. M1: o W...

540. P: o W... então tá certo... se eu quero favorecer o produto eu tenho constante alta... constante alta... produto alto... em consequência o quê que é baixo?

541. M: reagente

542. P: Certo... porque consumiu bastante... transformou no outro... então eu posso dizer que isso e isso aqui é diretamente proporcional? Um cresce o outro cresce? ((silêncio))... Se isso aumenta... isso aumenta? ((silêncio))... Se isso aumenta isso diminui? Então... quando isso acontece na matemática e na física... eu digo que são grandezas diretamente proporcionais... essa aumenta... essa aumenta... e inversamente proporcional? Essa aumenta... essa diminui... e aí...eu vou passar para última discussão... depois tem lanchinho que eu trouxe pra vocês...

543. I: falou em lanchinho já cria expectativa... ((risos e conversas paralelas))

544. P: mas um lanchinho... eu não fiz um grande bolo nem nada... eu só tive o trabalho de ir ao mercado... e no mercado eu comprei uma Coca-Cola pra vocês...

545. I: vai colocar Mentos vai explodir...

546. P: e na Coca-Cola ela tem um...

547. L1: ácido

548. P: tem ácido... e além disso... aquela garrafa de Coca-Cola está em equilíbrio químico.

547. L1: (pressão) gás

548. P: por causa do gás... pera lá... então vamos pensar... que gás tem lá no refrigerante?

549. [A]: gás (gasoso)

550. M: Pô na moral... comprei uma Coca-Cola mano... a Coca-Cola tinha umas coisa dentro pensei que era rato ((risos))... olha na Coca-Cola dentro pra você ver tem uns bagulhos nos canto assim mano... parece rato

551. P: tá... pensa pra mim qual é o gás que confinado no refrigerante?

552. A: ((discussões diversas sobre gás))

553. P: Isso... qual gás tem mesmo?

554. [M1]: gás gasoso

555. [Al: gás nobre... carbônico
556. P: então eu tenho... gás carbônico... ((escreve  $\text{CO}_2$  na lousa)) que eu tenho mais lá no líquido? Além do xarope da Coca-Cola...
557. [W: tem açúcar
558. [L1: tem ácido e água
559. P: tem açúcar... mas tem Água... então basicamente eu tenho gás carbônico e... ((escreve  $\text{H}_2\text{O}$  reagindo com  $\text{CO}_2$ )
560. L1: água
561. I: tem caldinho com corante
562. P: O quê que vira isso? ((referindo à reação  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ )
563. Al: vira Coca-Cola... um bagulho reversível... água e...equilíbrio
564. P: Tá... e isso aqui reage lá no refrigerante e vira uma terceira coisa que dá aquela ... aquele Sabor pro refri... vocês falaram agora já... o quê que tem no refrigerante?
565. [Al: açúcar \_\_\_ gás\_\_\_ Cola \_\_\_ácido
566. L1: Xarope... gás
567. P: alguém falou de novo... não... tem açúcar também... mas eu estou pensando só... por que o pH da Coca-Cola é muito baixo?
567. M: porque tem muito ácido
568. P: porque é muito ácido... água e  $\text{CO}_2$ ... que ácido eu to formando?
569. Al: ácido sulfúrico [furoso]... oxiácido... hidróxido de carbono
570. P: Gás carbônico e Água...
571. Al: ((muitos murmúrios a respeito do gás))
572. P: Que ácido vocês diriam que é esse?
573. Al: Furoso... não...
574. W:  $\text{CO}_2$  é o que mesmo professora?
575. P: (gás) Carbônico...
576. W: hidróxido de carbônico?
577. P: não... ácido?
578. W: Carbônico
579. P: Isso... então eu tenho o quê... gás... água... e eu tenho ácido carbônico... ((professora representa formula molecular do gás carbônico completando a reação entre  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ ))... Tá em equilíbrio? A garrafa de Coca está fechada... tá em equilíbrio?
580. Al: não... tá mais não volta... não volta ((silêncio))
581. L1: tá quando a água tá no líquido (em cima não tem gás)
582. M: se bem que quando abre... ((discussão inaudível)) abre ela e fecha pra você ver fica maior ruim
583. L1: então porque se você abre... não tem como você segurar pó gás

584. [W: abre de uma vez... aí vai ficar totalmente sem gás
585. P: se abre de uma vez... fica...
586. M: sai totalmente o ar
587. P: será que fica totalmente, imediatamente sem gás?
588. Al: não...
589. W: eu fiz isso uma vez ficou completamente sem gás...
590. P: fica?
591. M: que a tampa funciona...
592. W: com a tampa assim... saiu tudo...
593. M: você quer abrir.... tomar o "bagulho" de noite... tem que abrir devagarzinho assim... tssss ((diversas conversas paralela sobre Coca-Cola))
594. P: então vamos pensar... o gás carbônico...ele esta... ele esta... a Coca-Cola está aqui mais cheia é claro... que nossa garrafa bem está fechada... vamos pensar na garrafa
595. [M: o *Sprite* que sai gás meu... na moral.... tomo *Sprite* você fica ((inaudível))
596. P: Por que... me digam... por quê que a garrafa... L2...por quê que a garrafa de Coca-Cola não esta cheia até a tampa?
597. [Al: porque precisa do ar... pra ter espaço pro gás... tem que ter espaço... pra não explodir né
598. L1: porque tem que ter... aquele negócio que... ((risos))
599. P: éh... o quê que tem... tem gás aqui... vocês falaram que não esta cheia pra ter espaço para o gás... tem gás aqui no líquido também?
600. Al: tem... tem... sim
601. P: esse gás que esta aqui no espaço vazio e esse gás que está no líquido... Eles mantém o equilíbrio?
602. Al: sim... não... ((murmúrios))
603. L1: não...porque o gás não volta... esse gás ((inaudível))
604. M: ele tá em equilíbrio quando tá lá dentro... depois que sair...
605. P: Ó o M falou assim... ele tá em equilíbrio quando esta lá dentro... depois que eu abrir... E seu eu abrir e fechar muito rápido?
606. L1: vai continuar em equilíbrio... o gás sobe ((inaudível))... não mais se abre uma garrafa de refrigerante aí você fecha imediatamente... dá próxima vez que você for abrir vai ter um pouquinho de gás e ((inaudível))
607. [M: se mexer ela assim... daí vai sair o gás... o gás tá no "refri" se mexer vai sair o gás meu...
608. L1: vai... ele vai subir..

609. P: e aí alguém quer opinar nessa discussão? O L1 falou assim... éh... se eu abrir e fechar rapidamente vai voltar o equilíbrio porque o gás tá no líquido... ele não sai totalmente

610. N1: e tem o suficiente pra ter equilíbrio não é?

611. P: tem o suficiente... Ó... vamos pensar na equação... o quê que a gente faz... ((professora retorna à lousa))... se eu abrir a garrafa o gás está indo embora...consequentemente o quê acontece com o ácido que está lá no líquido?

612. Al: sai... (muda)

613. P: ele acaba se deslocando um pouquinho mais pra cá na reação... ou seja... forma de novo  $\text{CO}_2$ ... por quê que forma de novo  $\text{CO}_2$ ? Para reestabelecer aquele equilíbrio que você bagunçou na hora em que você abriu..

614. [M: aí moleque tava certo ((referindo-se ao L1))

615. P: isso aí... a ideia do L1 estava certa... Se eu estou lá na indústria química... estou lá na industria química e quero produzir um bom refri com bastante gás... pra ficar um refri bom... pra vender bastante... a constante de equilíbrio daquela reação tem que ser?

616. M: como da *Sprite*... da *Pepsi*

617. P: eu vou escolher uma reação química que tenha uma constante de equilíbrio?

618. W: alta

619. P: alta... o W esta certinho... táh... gente... alguma dúvida? Não...sobre essa história de equilíbrio? Ah... deixa eu fazer outra perguntinha... no equilíbrio químico... ou lá na garrafa de refrigerante... mesmo que eu abri e fechei rapidamente... Consumiu todo o gás que estava aqui no líquido?

620. W: se agitar ela vai ter o gás de novo...

621. P: se eu agitar eu promovo o desprendimento de mais gás... então no equilíbrio químico tem reagente... tem o produto ou eu tenho só produto? ((silêncio seguido de murmúrios))

622. L1: (os dois)

623. P: aí o L1 falou assim... tem que ter os dois... porque se é reversível... Dúvidas? Podemos tentar o questionário então? Agora no questionário é o seguinte... quero vocês espalhadinhos... nada do lado do colega... quero vocês um pouquinho mais longe...

### **Momento 7: Discutindo dúvidas sobre questionário final**

624. P: (vamos discutir) qual é a dúvida?

625. I: começa aí gente...

626. L2: a gente só consegue responder quando Você lê com a gente... é diferente...

627. P: Tá bom... então eu leio com vocês...

628. [L2: porque você lê melhor o texto ((inaudível))



629. P: é vocês sabem... é só questão de interpretar... então vamos lá... na cinco? O sistema químico fechado apresenta as seguintes características... um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo...

630. L2: essa daí eu faltei... foi no dia do... (que fizeram com aquelas cor lá né)

631. P: é nós fizemos uma aula prática né... no instante inicial a cor do sistema é inteiramente vermelho... após certo tempo a cor do sistema tende para o amarelo...o sistema estabiliza-se com a cor amarelo alaranjado... Tá... o que descreveu ali... é uma condição de equilíbrio ou não?

632. E2: sim

633. P: por que quê a E2... falou Sim?

634. I: por que?

635. L2: porque ela é esperta...

636. K: vai agora explica

637. E2: após ele se transformar no amarelo ele tá tipo assim...é uma mistura... se tá misturando ele esta se transformando no amarelo... daí... ah professora... tá todo mundo olhando pra mim ((risos))

638. P: mas o quê que indica pra nós que é uma mistura... o transformar para o amarelo é uma mistura? Tem alguma coisa ali no meio que nos indica isso? Que nos permite concluir? ((silêncio))... quer dizer... na verdade ele passa o vermelho...o amarelo e depois fica meio alaranjado... o quê que indica pra nós que é uma mistura?

639. [L2: porque ele vai transformar... não vai transformar sozinho...

640. [I: porque ele muda de cor?

641. P: e a... pra passar direto do vermelho para o amarelo... o alaranjado... tem um intermediário...uma cor que vai nos indicando? ((silêncio)) lembra quando a gente fez a prática... quando vocês iam pingando as gotinhas do ácido...que acontecia ali no início?

642. E2: ele já ia mudando de cor

643. P: então...quando se pingava as gotinhas era que cor? ((silêncio)) era tudo vermelho...aí a gente pingava o ácido...

644. E2: (ficava pouco) azul

645. P: ficava um pouco azul... mas daí a gente agitava?

646. Al: ficava vermelho

647. P: aquele azul indica então que existe um intermediário... certo? Essa coisas me dão ideia que pode se tratar de um equilíbrio químico... beleza? Então vamos ver as sentenças e vocês vão me dizer se marcariam certo ou errado e por que... então lá...com o passar do tempo...notamos a mudança de cor no sistema a medida que as transformações evoluem...

648. L2: é verdade ali na três tá falando isso... naquele três risquinho não é? Após certo tempo a cor do sistema tende para amarelo...

649. P: então é correto... o L2 acha... vocês concordam?

650. I: deixa eu reler ((murmúrios))

651. E2: professora...Professora eu... eu não concordo

652. P: não?

653. E2: porque fala assim com o passar do tempo mas é após você colocar o reagente...por exemplo... as gotinhas quando foi...ele já muda na hora

654. P: mas e se eu deixasse... se eu deixasse assim... igual na garrafa...naquele vídeo da garrafa azul que vocês não conseguiram ver muito bem mas...eu agito...com o passar do tempo ele tende a mudar de cor...

655. E2: é ele mudou depois voltou... mas demora... é um processo lento

656. P: agora a gente tem duas opiniões... o L2 acha que tá certo porque tá dizendo na sentença três que passa o tempo o sistema vai para o amarelo... a E2 acha que tá errado porque a hora eu coloco lá ele rapidamente reage e prevalece o reagente inicial é isso?

657. I: agora vocês dois vai ali e briga (pra dizer pra gente quem tá certo) ((risos))

658. P: vamos lá... gente eu acho que a gente precisa de uma terceira opinião pra...

659. I: vai lá D... vai lá D...

660. P: fala D... o quê que você acha?

661. D: eu acho que L2 tá certo...

662. P: você acha que tá correto?

663. I: quem que tá correto?

664. P: então assinalem o quê que vocês acham... e justifiquem porque que vocês acham...

665. I: porque o Leonardo falou então tá certo ((risos))

666. L2: ah sacanagem... os meninos não justificaram... ((início das conversas paralelas))

667. I: ah professora... eu pensei numa coisa aqui mas nem vou falar...ó ta falando assim que temos mudança de cor na medida que as transformações evoluem...então não ficam uma cor só..não é?

668. P: não entendi lgor... fala:

669. I: tá falando que...ao passar do tempo muda de cor a medida que as transformações evoluem...então...a quatro fica como certa? Porque o sistema estabiliza na cor...(alaranjada)

670. P: essa palavra Estabilizar... indica o quê pra nós?

671. I: que tava mudando e depois ficou numa cor só...

672. P: ficou em? ((silêncio))... o nosso tema (de estudo)... conseguiram? ((conversas paralelas))... Vamos ver a outra? Então vamos lá... num determinado momento a cor Não muda mais... Indicando que as transformações cessaram...

673. L2: acho que não... porque no vídeo lá você falou assim que se chacoalhar (volta) no vídeo né... mas se chacoalhar você faz de novo o mesmo processo...

674. P: então... uma característica do equilíbrio químico... o que pode acontecer... a reação pode acontecer nesse sentido... e também...

675. [E2: no direto e no inverso

676. P: isso quer dizer que a reação cessa?

677. Al: acho que sim... não...

678. P: Acaba... Tudo? Lá lembra quando vocês manipularam o programinha que alguém virou ele meio 3D e via que mesmo... o que acontecia... sumia o reagente?

679. E2: não

680. P: em algum momento acaba tudo?

681. I/E2: não

682. P: então vamos ler de novo a sentença... num determinado momento a cor não muda mais indicando que as transformações cessaram...

683. L2: mentira...

684. P: mentira por?

685. L2: porque a todo momento... por mais que é pouco (tem lá)

686. P: isso mesmo... isso que tem lá Léo é reagente ou produto

689. I: calma gente tá todo mundo na dois... eu to tentando pensar ainda... gente o que vocês colocaram na um mesmo? ((conversas paralelas sobre os exercícios e interrupção de outros alunos))

690. P: ó... vamos discutir a outra... a transformação é irreversível devido a cor final do sistema... sim ou não?

691. E2: não

692. P: vocês acham que está errado... por que?

693. E2: porque ela é... todas elas são reversível né... tipo... tem como reverter o processo?

694. P: se estiver no estado de equilíbrio...

695. E2: sim...

696. P: ela é?

697. L2: não entendi nada...

698. P: ó... a sentença é a seguinte... a transformação é irreversível devido a cor final do sistema... é irreversível ou não essa nossa situação aqui...

699. E2: sim... porque a solução já esta equilibrada já... já é o final

700. P: tá... e se tá equilibrada igual eu balançar a garrafa lá... ela não volta?
701. L2: volta ao normal... como era... então é mentira
702. P: então... que erro que esta nessa frase aqui...
703. [I: Irreversível
704. [L2: a transformação é reversível
705. P: pronto Igor você sabe...
706. I: é que eu não sei explicar... eu não sei... o que colocar
707. P: então fala o que você falou I...
708. I: o que?
709. P: que erro que esta na frase?
710. I: ta falando que a transformação é irreversível
711. P: e no equilíbrio químico a transformação é?
712. I: sendo que na A na pergunta a gente acabou de falar que ela é reversível
713. L2: como é pra colocar ((reiniciam discussões sobre as questões))

**Momento 8: Após todos entregarem questionários professora levanta discussão com pequeno grupo sobre a abordagem desse conteúdo**

714. P: Ah o que eu ia perguntar pra vocês é o seguinte... eu estava pensando nisso ontem...aprender química é difícil?
715. Al: (é) \_\_\_ não
716. E2: tem que entender ((risos))
717. P: mas aí a gente tem que entender todas as disciplinas pra aprender...
718. L2: mas matemática querida...((risos))
719. P: em alguns momentos assim que vocês acham que é mais difícil a química... o quê que o professor pode fazer pra facilitar?
720. L2: eu acho que é assim... o professor tá muito naquele padrão de ensinar de um jeito tipo... é...como dizer... robótico... tipo do jeito que passaram pra ele... se ele usar outras formas de explicar acho que fica mais fácil... que nem já vi na internet professor que usa... não necessariamente pra fazer igual ele... mas tem professor que usa música pra ensinar matemática... o conteúdo... porque memoriza com a música...então acho que o professor devia inovar como usar um jeito diferente de explicar... porque esse jeito tradicional as vezes o aluno não entende...
721. Al: é... eu concordo
722. L2: que nem no vídeo lá que eu vi... o cara cantando os alunos pegam
723. P: é... pegam mais fácil...
724. L2: do jeito tradicional a gente não entende assim

725. P: Se a gente... a tendência... eu acho que a tendência da humanidade é cada vez mais usar recurso diferente... porque a escola do jeito que tá... nós todos sentadinhos lá na carteira... escutando... e o professor falando... e enchendo o quadro...

726. L2: se for um jeito mais animado acho que o aluno aprende mais que naquele jeito tradicional que nem eu te falei... quem vai querer... fica han...

727. P: mas o que eu ia perguntar pra vocês é o seguinte... eu acho que uma tendência no ensino é começar inserir a tecnologia... pra... pra ensinar... que seja música... a multimídia... vocês acham que dá certo a gente ter um tempo... de repente ir pro computador igual a gente experimentou nesse projetinho...

728. L2: é mais fácil... se você explicar o que o programa tá mostrando a gente não ia entender... como é que você ia ficar apagando com giz e desenhando... apagando e desenhando... depois no programa é mais fácil... você vai lá e você mesmo mexe e vê mudando... no gráfico aquele...

729. P: e... em nenhum momento eu fiquei falando pra vocês o que era constante... o que era a constante... o que era a constante... só que vocês responderam um monte de pergunta em que vocês tinham que chegar nessa ideia da constante... E... se eu fosse dar uma aula tradicional de equilíbrio químico eu ia chegar lá no quadro e fazer a constante... mostrar ó... o valor... esse valor... vamos fazer a conta...

730. [L2: e como que ia prestar atenção nisso? Agora fala num computador pra... fala num celular pra ver...

731. P: então... então vocês acham que daria certo começar inserir essas...

732. E2: é...

733. L2: o aluno de hoje em dia não quer mais quadro... quer tecnologia... não quer ficar...

734. E2: (é bem mais) interessante ((murmúrios))

735. P: é... duro que é difícil...

736. L2: esse quadro vai ser proibido né...

737. I: vai... falaram que o Estado vai trocar...

738. E2: podia passar pra fazer tudo num *tablet*... não precisaria mais matar as árvores

739. K: é... ou deixar mais interessante ((inaudível))

740. P: (ficar copiando) imagina se a gente tivesse todo mundo... Não nós se virar pra trazer computador... emprestar de primo e tudo mais... mas se cada um de nós tivesse o seu Tablet.. eu falava... agora vamos ver um programinha de equilíbrio químico... eu já salvei no Tablet de vocês... cliquem lá

741. E2: eu ia prestar mais atenção...

742. [K: nossa ia ser f\*\*\* imagina

743. P: ia ser legal

744. I: mas mesmo assim ia precisa de alguma coisa escrita porque senão ia só ficar mexendo ((inaudível))

745. L2: não... a gente estudava no Tablet e teria uma folha pra tipo...

746. I: sim mas ela falou... ah podia ser tudo no computador... não da pra fazer tudo no computador...

747. P: é... isso que o Igor tá falando que a gente ainda precisaria fazer alguma coisa escrita ou discutir quer dizer... a tecnologia não vai substituir seu professor né I...?

748. I: não

749. P: ainda bem... Graças a Deus... ((risos))

750. L2: você tem seu emprego garantido...

751. P: é isso mesmo... gente era isso mesmo que eu queria... eu achava que a resposta de vocês ia ser por isso mesmo porque e bem melhor.. só que é mais difícil... a gente tem que se reunir... é mais difícil

752. L2: mas é melhor... é mais interativo

753. P: por exemplo... meu problema no projeto era que esse programa não roda no *Linux*... só roda no *Windows*... não rodava no *Linux*... a escola só tem *linux*... senão eu já tentei instalar nos computadores... a gente ia pra lá...

754. [L2: e pra celular não dá?

755. P: não... dá só para os da *Apple*... só pra sistema IOS e nós no Brasil usamos Android... então... olha também tive um problema... mas pra Apple dá... porque eles são um programa internacional... eles já estão assim num nível um pouquinho maior que no Brasil... mas eu concordo totalmente com se futuro que a gente tinha que ter um Tablet... acabar com livro impresso... ah vamos estudar um texto de língua portuguesa... já pega lá no Tablet... já pega umas duas opções... sei lá... to vendo arte negra... já pega um aqui... pega outro ali... já busca outra coisa... eu acho que é bem mais interessante... então é isso... quero agradecer vocês por terem ficado até o fim



**ANEXOS**

**ANEXO A – QUESTIONÁRIO Q1**



## Anexo 1 - Roteiro de Aula Prática

D

Disciplina: Química

Professora: Francielle Siqueira

Data: 2/2/16

Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

## Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina.

Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher.

Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre.

Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

## Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base

Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6).

Coloque 10mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base.

No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante.

No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 5 adicione 10mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

## Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	O sulfato manteve a cor azul
Observações Após Aquecimento	O sulfato mudou a cor, ficando vermelha
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	Com adição da água, voltou a ficar azul.

## Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
vermelha	vermelha	azul	vermelha	azul	azul

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.

## Anexo 2 - Questionário 1

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado, ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

Por aquecimento da substância, a água presente nela, aquece, liberando calor, ficando mais quente e evaporando.

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

Como a substância já evaporou, ela não volta a ficar azul, pois se adicionada água, ela se torna um líquido.

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

ela fica mais azul, mas depois torna-se vermelha (coloração), quase uma água gelada.

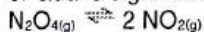
4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

Que elas fiquem mais azuis.

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

Sim. Adicionando ácido ou base, ela se torna reversível.

6. Qual o significado das setas para a reação:



Essa reação pode ter dois sentidos, ela é reversível.

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.



## Anexo 1 - Roteiro de Aula Prática

## E1

B

Disciplina: Química

Professora: Francielle Siqueira

Data: 02/10/2016

Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

## Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina. Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher. Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre. Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

## Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base

Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6). Coloque 10mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base. No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante. No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 5 adicione 10mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

## Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	sulfato de cobre com suas características próprias
Observações Após Aquecimento	desidratação e perda da cor
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	após hidratado volta a sua cor de origem

## Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
vermelha escura	vermelha média	vermelha média mais clara	vermelha clara	<del>vermelha</del> azul	azul escuro

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.

## Anexo 2 - Questionário 1

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado, ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

se deve a desidratação do sulfato de cobre

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

ele voltou a cor normal

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

a coloração muda de vermelha para o azul conforme o ácido é adicionado

4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

elo volta ser vermelha

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

sim, porque o produto pode voltar a ser reagente

6. Qual o significado das setas para a reação:



significa que a reação é reversível

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- os reagentes são totalmente consumidos.
- a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

## Anexo 1 - Roteiro de Aula Prática

E2

Disciplina: Química

Professora: Francielle Siqueira

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

## Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina.

Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher.

Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre.

Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

## Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base

Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6).

Coloque 10mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base.

No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante.

No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 5 adicione 10mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

## Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	A solução estava um pó com de azul
Observações Após Aquecimento	após o aquecimento a solução obteve uma cor rosa.
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	após o aquecimento que a solução obteve uma cor mais cinzenta, que adicionamos a água a solução vol- ta a ficar azul.

## Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
Vermelho	vermelho claro	ficou azul e voltou a ficar vermelho	vermelho	azul claro	Azul escuro

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.



## Anexo 2 - Questionário 1

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado, ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

Após o aquecimento do sulfato de cobre a substância mais fica mais hidratada, ou seja, ela perde a água e fica uma cor tom de vermelho, após deitado a desidratar.

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

O experimento que era azul e com o aquecimento ficou branco, após o resfriamento com a água ele volta a ser cor normal, devido a água que hidrata o sulfato de cobre.

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

A substância fica um tom de vermelho claro e com partículas ou colóides.

4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

Se adicionarmos mais base a solução ficará mais concentrada em base e assim ficará um tom mais vermelho, mais concentrado.

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

Sim, pois se adicionarmos base ou ácido ela volta a sua cor normal, ou de início.

6. Qual o significado das setas para a reação:



que a reação acontece tanto no sentido quanto no inverso, ou seja, ele está numa cor vermelha vai para o azul e volta para o vermelho.

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

## Anexo 1 - Roteiro de Aula Prática

I

Disciplina: Química

Professora: Francielle Siqueira

Data: 02/02/16



Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1 mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1 mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre
Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina. Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher. Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre. Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base
Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6). Coloque 10 mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base. No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante. No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 5 adicione 10 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	Sulfato de cobre em água
Observações Após Aquecimento	ficou branco alvejado
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	voltou a ficar azul

Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
vermelho	ficou azul	ficou azul	ficou azul	ficou azul	ficou azul
	depois ficou vermelho	depois ficou vermelho	depois ficou vermelho	depois ficou vermelho	depois ficou vermelho

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.

## Anexo 2 - Questionário 1

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado,  $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ . Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

A água do sulfato de cobre vai por isso e cor azul some

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

volta a cor azul pois adicionamos água

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

com a adição do ácido clorídrico a solução fica azul

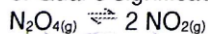
4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

Ficar mais azulada

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

Sim. colocando base e ácido

6. Qual o significado das setas para a reação:



que são reversíveis.

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.



## Anexo 1 - Roteiro de Aula Prática

K

Professora: Francielle Siqueira

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre
Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina. Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher. Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre. Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base
Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6). Coloque 10mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base. No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante. No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 5 adicione 10mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

## Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	Sulfato de Cobre (Pó azul)
Observações Após Aquecimento	Transformou tornando-se pó cinza
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	Tornou-se água (azul) restou a água normal

## Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
Base Vermelho +	Vermelho +-	Vermelho - claro	Vermelho +- mais claro azul	azul em transição azul	Azul totalmente

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.

## Anexo 2 - Questionário 1

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado, ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

Ao fato de aquecer, com o fôlego o sulfato de cobre  
com água se despreza, e logo após colocado a água volta  
a um líquido azul. Os moléculas são separadas pela  
cor azul.

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

Com a resfriamento e adição de gotas de água o  
sulfato de cobre contido no tubo volta a ser  
azulantes do umecimento (líquido).

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

Acante que ele muda de cor, como um processo  
de mistura tornando-se vermelho do azul.

4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

Se colocar hidróxido de sódio fica uma  
coloração mais intensa.

Vermelho + Base (sódio) = + Vermelho

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

Sim, pois voltando ácido ou base por volta  
do início

6. Qual o significado das setas para a reação:



As setas pode se no sentido do azul para vermelho  
ou de vermelho para azul

- Vermelho  $\rightarrow$  Azul
- Vermelho  $\leftarrow$  Azul

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

## Anexo 1 - Roteiro de Aula Prática

L1

Professora: Francielle Siqueira

Data: 02.02.16

Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre
Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina. <i>quando aquecer o sulfato de cobre ele</i> Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher. Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre. Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base
Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6). Coloque 10mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base. No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante. No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 5 adicione 10mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	normal
Observações Após Aquecimento	descoloriu e sublimou <del>decoloriu</del> descoloriu
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	volta ao normal

Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
VERMELHO	VERMELHO	VERMELHO	VERMELHO CLARO	AZUL	AZUL ESCURO

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.



## Anexo 2 - Questionário 1

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado, ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

se deve ao desidratacimento do sulfato de cobr. depois de jogar água ele volta ao seu estado normal

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

o sulfato de cobr volta ao seu estado normal

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

Ela muda a coloração e de vermelha para rosa azul

4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

a coloração resultante é o vermelho porque não tem mais base

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

sim, porque não tem predominância.

6. Qual o significado das setas para a reação:



os dois se misturam e voltam.

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

L2

Disciplina: Química

Professora: Francielle Siqueira

Data: 02/02/16

Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre
Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina. Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher. Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre. Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base
Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6). Coloque 10mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base. No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante. No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 5 adicione 10mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	<i>O sulfato de cobre no começo era azul</i>
Observações Após Aquecimento	<i>Ele muda de cor para bronze escuro</i>
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	<i>Volta a sua cor normal</i>

Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
<i>Vermelho</i>	<i>no início ficou azul mais volta a cor normal</i>	<i>no início ficou azul depois volta a cor normal</i>	<i>no início ficou azul depois ficou vermelho</i>	<i>ficou azul depois ficou vermelho</i>	<i>Azul</i>

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.

## Anexo 2 - Questionário 1

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado, ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

teve uma reação química, ele libera calor

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

ela volta a sua cor normal de início que é azul

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

atí o tubo 4 ela fica vermelha, os tubos 5 e 6 após a adição ele fica azul

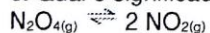
4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

se colocar mais base vai ficar com sua coloração vermelha

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

sim, se colocar mais base ela fica ~~azul~~ vermelha e se colocar menos base ela fica azul

6. Qual o significado das setas para a reação:



sentido direto e inverso

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.



## Anexo 1 - Roteiro de Aula Prática

M

Disciplina: Química

Professora: Francielle Siqueira

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre
Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina. Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher. Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre. Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base
Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6). Coloque 10mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base. No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante. No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 5 adicione 10mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

## Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	F. Tava Azul
Observações Após Aquecimento	começou a ficar branca
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	Volteu a sua forma original

## Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelha <del>Vermelho</del>	Azul	Azul

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.

## Anexo 2 - Questionário 1

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado, ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

A água que estava adicionada e a água é o responsável pela cor azul.

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

Ele absorve o líquido e começa a formar de cor.

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

Eles mudam a coloração (cor).

4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

Se adicionarmos mais base a cor vermelha ~~permanece~~ <sup>continua</sup>.

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

Sim pois se adicionarmos mais base ela pode voltar a sua cor original.

6. Qual o significado das setas para a reação:



Ambas reações podem ir e voltar de cor.

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.



R

Professora: Francielle Siqueira

Data: 02/02/2016

Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre
Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina. Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher. Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre. Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base
Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6). Coloque 10mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base. No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante. No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 5 adicione 10mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante. No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	era um gel, na cor azul.
Observações Após Aquecimento	virou um pó, na cor branco acinzentado.
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	ele voltou a cor normal após hidratá-lo.

Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
Vermelha	no início ficou azul e depois voltou a cor normal.	no início ficou azul e depois voltou a cor normal.	ficou azul e depois de agitado ficou Vermelho.	ficou azul e na partida ficou Vermelho.	ficou azul com a partida Vermelho.

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.

## Anexo 2 - Questionário 1

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado, ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

Depois de aquecido, ela libera calor, sendo assim, evaporada.

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

Volta a cor azul.

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

Ele fica na cor azul, nos tubos 5 e 6, já nos outros tubos, continua vermelha.

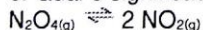
4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

Ele fica vermelho, já o ácido deixa com que a coloração fique azul.

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

Sim, adicionando ácido e base.

6. Qual o significado das setas para a reação:



elas são reversíveis

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

## Anexo 1 - Roteiro de Aula Prática

W

Disciplina: Química

Professora: Francielle Siqueira

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Materiais e Reagentes		
Colher metálica	Pipetas	Tubos de ensaio
Lamparina com álcool	Sulfato de Cobre Penta-hidratado	Solução de Ácido Clorídrico 1mol/L
Solução de Hidróxido de Sódio 1mol/L	Indicador vermelho congo	Pissete com água purificada.

## Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Com cuidado, acenda a chama de uma lamparina.

Coloque uma pequena quantidade de sulfato de cobre penta-hidratado em uma colher metálica e aqueça a colher.

Após alguns minutos anote o que ocorre com sulfato de cobre.

Tire a colher da chama espere esfriar. Observe o que ocorre. Pingue algumas gotas de água e observe.

## Experimento 2: Equilíbrio Ácido-Base

Enumere 6 tubos de ensaio (1 a 6).

Coloque 10mL de solução de hidróxido de sódio em cada tubo de ensaio e adicione 3 gotas do indicador ácido-base.

No tubo 1 apenas observe e anote a coloração resultante.

No tubo 2 adicione 2,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 3 adicione 5,0 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 4 adicione 7,5 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 5 adicione 10mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

No tubo 6 adicione 13 mL de solução de ácido clorídrico. Observe e anote a coloração resultante.

## Quadro de Anotações – Experimento 1: Aquecimento do Sulfato de Cobre

Observações Antes do Aquecimento	O sulfato de cobre está na cor azul
Observações Após Aquecimento	Após o aquecimento, a água evapora e a coloração fica sempre acinzentada
Observações Após Resfriamento e Adição de Água	Após a hidratação, o sulfato de cobre volta a sua coloração normal

## Quadro de Anotações – Experimento 2: Equilíbrio Ácido Base

Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5	Tubo 6
VERMELHO ESCURO	VERMELHO A MÉDIO	VERMELHO CLARO	VERMELHO ALARANJADO	AZUL CLARO	AZUL ESCURO

Discuta suas observações com seus colegas e professor, pesquise em seu livro didático e procure explicações para os fenômenos observados. Em seguida responda o questionário a seguir.



## Anexo 2 - Questionário 1

1. No experimento 1 a substância utilizada é o sulfato de cobre penta-hidratado, ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Ao aquecer esta substância observamos o desaparecimento da cor azul. A que se deve este fato?

*Este fato se deve ao a água do sulfato evaporar.*

2. Após repouso e resfriamento, e adição de gotas de água, o que acontece com o sulfato de cobre contido no tubo de ensaio no experimento 1?

*O sulfato volta a sua cor normal.*

3. No experimento 2, o que acontece com a coloração da solução contida nos tubos de ensaio quando adicionamos ácido clorídrico?

*A solução fica na cor vermelha.*

4. No experimento 2 se colocarmos mais hidróxido de sódio (base) em cada tubo de ensaio, o que podemos esperar da coloração das soluções resultantes?

*A coloração vai indo para cor azul.*

5. Podemos afirmar que ambas as reações são reversíveis? Por quê?

*Sim, pois quando aquecemos o sulfato de cobre, a cor muda, ao hidratar novamente, volta a sua cor normal, o mesmo ocorre com o experimento 2, numa solução ácida, (azul) ao adicionar base volta a ficar vermelha.*

6. Qual o significado das setas para a reação:



*A reação é reversível.*

7. (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) a rapidez das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

**ANEXO B – QUESTIONÁRIO Q2**

D

Uma vez aberta a janela do software, procure familiarizar-se com a tela. A janela contém elementos importantes, identifique os seguintes:

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.

2. Aperte o sinal + na frente da linha  $\log_{10} K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do software. Clique nos botões "slower" ou "faster" para controlar a velocidade da demonstração.

3. Clique em "play", observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.

A formação do produto C é a reação dos reagentes A + B, tornando uma mistura dissolvida.

4. Clique em "forward" e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.

Ainda se pode ver uma mistura de colóides da mistura A + B.

5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .

O produto C fica equilibrado entre A + B.

6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C	$K_{eq}$ é equilibrado e sua constante (+)		

Responda:

1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

Sim, porque ela ocorre no sentido direto quanto no inverso.

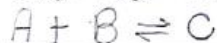
2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

As constantes de equilíbrio, representadas por  $K$ , são determinadas a partir de dados experimentais. Em uma análise, obtém-se a expressão genérica para  $K$  da seguinte forma:

3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

É a relação de um e outro, ou seja, a mesma quantidade de A e B que formam o produto C.

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



$$K_{eq} = \frac{2 \text{HI}_{(g)}}{(\text{H}_{2(g)}) (\text{I}_{2(g)})}$$



## E1

Uma vez aberta a janela do software, procure familiarizar-se com a tela. A janela contém elementos importantes, identifique os seguintes:

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

## Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.

2. Aperte o sinal + na frente da linha  $\log_{10} K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do software. Clique nos botões "slower" ou "faster" para controlar a velocidade da demonstração.

3. Clique em "play", observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.

4. Clique em "forward" e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.

5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .

6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C	<p>diminuiu C aumentou K</p>	<p>diminuiu C aumentou K <del>diminuiu K</del> diminuiu</p>	



responda:

1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

Sim, pois quanto ~~mais~~ aumenta  $K_{eq}$ , maior será C.

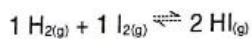
2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

~~Constante de equilíbrio é a razão entre os produtos e os reagentes.~~

3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

Necessita de um  $K$  elementar para se formar C.

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



### Anexo 3 - Roteiro de Interação com Software "The Law of Mass Action"

E2

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

#### Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.

*u*

2. Aperte o sinal + na frente da linha  $\log_{10} K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do software. Clique nos botões "slower" ou "faster" para controlar a velocidade da demonstração.

3. Clique em "play", observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.

*A formação do produto C é a mistura de A+B.*

4. Clique em "forward" e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.

5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .

6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C	<i>No sentido direto a velocidade está ficando maior ficando maior</i>		

*C. para a velocidade está ficando mais positivo.*

esponha.

1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

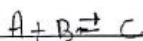
Sim, porque ela ocorre tanto no sentido direto quanto no inverso.

2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

é a relação de um e outro, ou seja, a máxima quantidade de A & B que forma a reação C.

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



$$K_{eq} = \frac{2 \text{ HI}_{(g)}}{[\text{H}_{2(g)}] [\text{I}_{2(g)}]}$$

### Anexo 3 - Roteiro de Interação com Software "The Law of Mass Action"

I

importantes, identifique os seguintes:

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.

2. Aperte o sinal + na frente da linha  $\log_{10} K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do software. Clique nos botões "slower" ou "faster" para controlar a velocidade da demonstração.

3. Clique em "play", observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.

4. Clique em "forward" e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.

A formação do produto C é a mistura do produto A e B

5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .

6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C	Para a formação do produto C		
	$K_{eq}$ tem que ser positivo		

Responda:

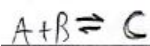
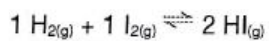
1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

Sim pois que ele etc. ocorre tanto no sentido direto  
no sentido inverso.

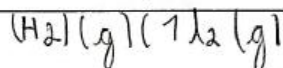
2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



$$K_{eq} = \frac{(2 \text{HI})_{(g)}}{\text{H}_2(g) \cdot \text{I}_2(g)}$$





Anexo 3 - Roteiro de Interação com Software "The Law of Mass Action"

K

Um importantes, identifique os seguintes.

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.

2. Aperte o sinal + na frente da linha  $\log_{10} K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do software. Clique nos botões "slower" ou "faster" para controlar a velocidade da demonstração.

3. Clique em "play", observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.

A formação do produto C e a mistura de A e B.

4. Clique em "forward" e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.

5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .

6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C	Para a formação do produto C, a		

relação tem que ser positivo

Responda:

1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

Sim, porque a diluição ocorre tanto no sentido direto como no inverso.

2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

Para a formação do produto C, o equilíbrio se mantém tanto se A se B.

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



Anexo 3 - Roteiro de Interação com Software "The Law of Mass Action"

L1

importantes, identifique os seguintes.

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.
2. Aperte o sinal + na frente da linha  $\log_{10} K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do software. Clique nos botões "slower" ou "faster" para controlar a velocidade da demonstração.
3. Clique em "play", observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.
4. Clique em "forward" e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.
5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .
6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C	o elemento a aumenta	não tem o mínimo de C	ocorre o duplo ocorções



Responda:

1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

Sim. Quando aumentamos a  $\log K_{eq}$  predomina o C, quando diminuímos a  $K_{eq}$  não há mais mistura.

2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

Quanto maior  $K_{eq}$ , maior a C, quanto menor a  $K_{eq}$  menor a mistura A+B.

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



$$K_{eq} = \frac{2 \text{HI}}{1 \text{H} \cdot 1 \text{I}}$$

## L2

## Anexo 3 - Roteiro de Interação com Software "The Law of Mass Action"

Uma vez aberta a janela do software, procure familiarizar-se com a tela. A janela contém elementos importantes, identifique os seguintes:

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.

A -> ácido, B -> Base, C -> Concentração

2. Aperte o sinal + na frente da linha  $\log_{10} K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do software. Clique nos botões "slower" ou "faster" para controlar a velocidade da demonstração.

"shaker"

3. Clique em "play", observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.

O produto C é o resultado da mistura de A e B formando um produto, que pode voltar ao normal adicionando o ácido ou base

4. Clique em "forward" e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.

5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .

6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C	Não importa, quanto maior	sentido o $K_{eq}$ maior de C	o valor

Responda:

1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

---

---

---

2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

---

---

---

3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

---

---

---

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



---

---

---

### Anexo 3 - Roteiro de Interação com Software "The Law of Mass Action"

M

Uma vez aberta a janela do software, procure familiarizar-se com a tela. A janela contém elementos importantes, identifique os seguintes:

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.

A - azul B - base - C - resultados

2. Aperte o sinal + na frente da linha  $\log_{10} K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do software. Clique nos botões "slower" ou "faster" para controlar a velocidade da demonstração.

slower

3. Clique em "play", observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.

4. Clique em "forward" e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.

E o inverso da outra reação

5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .

6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C	O elemento C prevalece	não tem a mistura de C	ocorre os dois sentidos



Responda:

1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

Sim, quando aumenta o eq. Keq predominantemente o C quando diminui o K mais favorece a mistura.

2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

Quanto maior K, maior o C e, quando menor o Keq e menor a mistura A+B.

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



$$K_{eq} = \frac{2 \text{ HI}}{\text{H}_2 \text{ I}_2}$$

R

## Anexo 3 - Roteiro de Interação com Software "The Law of Mass Action"

Uma vez aberta a janela do software, procure familiarizar-se com a tela. A janela contém elementos importantes, identifique os seguintes:

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10} K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.

A → ácido; B → base; C → resultado.

2. Aperte o sinal + na frente da linha  $\log_{10} K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do software. Clique nos botões "slower" ou "faster" para controlar a velocidade da demonstração.

"play".

3. Clique em "play", observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.

O produto C, é o resultado da mistura de A e B, formando um produto, que pode voltar ao normal adicionando ácido ou base.

4. Clique em "forward" e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.

5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .

6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C	não impacta o sentido, quanto maior	o $K_{eq}$ , maior o número	de C.

Responda:

1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

---

---

---

2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

---

---

---

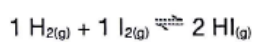
3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

---

---

---

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



---

---

---

### Anexo 3 - Roteiro de Interação com Software "The Law of Mass Action"

#### W

Uma vez aberta a janela do software, procure familiarizar-se com a tela. A janela contém elementos importantes, identifique os seguintes:

- Botões brancos deslizantes, que permitem ajustar a concentração dos reagentes A, B e C.
- Um quarto botão branco, que permite ajustar o valor do logaritmo da constante de equilíbrio ( $\log_{10}K_{eq}$ ).
- Dois cilindros representando o recipiente em que a reação ocorre. Preste bastante atenção: não se trata de recipientes diferentes, mas do mesmo recipiente, que ilustram as quantidades relativas de reagentes e produtos no início da reação e na condição de equilíbrio.
- Os reagentes contidos no recipiente são identificados por cores, associe-os.
- O software tem uma demonstração automática. Siga as informações abaixo para visualizá-la.

Prática Orientada:

1. Inicie o software e procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Observe as concentrações de A, B e C.

2. Aperte o sinal + na frente da linha  $\log_{10} K_{eq}$ , abrirá uma pequena barra de ferramentas que permite a demonstração do software. Clique nos botões "slower" ou "faster" para controlar a velocidade da demonstração.

3. Clique em "play", observe a demonstração e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  no sentido direto da reação.

4. Clique em "forward" e troque o sentido da reação. Observe e anote suas observações sobre a formação do produto C e  $K_{eq}$  na reação.

5. Clique novamente na seta e deixe a reação em duplo sentido. Observe e anote o que ocorre na formação do produto C e  $K_{eq}$ .

6. Faça ajustes diversos nas quantidades de reagentes e no valor do log da constante de equilíbrio e procure uma correlação entre estas variáveis.

Simulação	2. Sentido Direto	3. Sentido Inverso	4. Sentido Duplo (Direto e Inverso)
Relação entre $K_{eq}$ e Formação do produto C	Elemento C permanece com $K_{eq}$ elevada	Elemento C não aparece com $K_{eq}$ reduzida	



Responda:

1. Após observação da demonstração, podemos afirmar que trata-se de uma reação reversível? Explique.

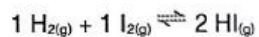
Sim, se aumentamos a K, predominará a C, se reduzirmos a K, não haverá reação misturada

2. Pesquise em seu livro e responda: O que é constante de equilíbrio?

3. Como se relaciona a constante de equilíbrio e a formação do produto C?

2) C precisa de K elevada para a  
A mistura precisa de K elevada para a C ser elevada

4. Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a reação:



$$K_{eq} = \frac{2\text{HI}}{1\text{H}_2 \cdot 1\text{I}_2}$$

**ANEXO C – QUESTIONÁRIO Q3**

## D

## Anexo 4 – Rotineiro de interação com software – The Law of Mass Action – Parte 2

1. Inicie o software, procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Anote os valores de concentração de A, B e C. Anote esses valores e suas observações na tabela 1 abaixo.
2. Movimente a concentração do reagente A para menos. Anote os valores e observe o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
3. Movimente a concentração do reagente B até a mesma posição de A. Observe e anote o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
4. Movimente as concentrações de A e B para o valor máximo. Observe e anote o que acontece com a quantidade de A, B e C no estado de equilíbrio.
5. Diminua vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.
6. Aumente vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.

Simulação	A	B	C	Observações no Equilíbrio
1. Concentrações Iniciais dos reagentes e produtos	0,75	0,75	0	0
2. Diminuição da concentração de A	0,67	0,75	0	0
3. Diminuição da concentração de B	0,67	0,63	0	0
4. Quantidade máxima de reagentes	1	1	0	0
5. Diminuição da $K_{eq}$	1	1	0	-1,6
6. Aumento da $K_{eq}$	1	1	0	2,5

Responda:

1. Em algum momento durante as simulações, podemos observar consumo total dos reagentes?

Nenhum momento.

2. De que maneira o aumento da  $K_{eq}$  influencia a quantidade de produto formado?

Ele influencia fazendo com que o produto venha, não importa a quantidade de reagente, desde que seja uma constante variável.

## I e E2

1. Inicie o software, procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Anote os valores de concentração de A, B e C. Anote esses valores e suas observações na tabela 1 abaixo.
2. Movimente a concentração do reagente A para menos. Anote os valores e observe o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
3. Movimente a concentração do reagente B até a mesma posição de A. Observe e anote o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
4. Movimente as concentrações de A e B para o valor máximo. Observe e anote o que acontece com a quantidade de A, B e C no estado de equilíbrio.
5. Diminua vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.
6. Aumente vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.

Simulação	A	B	C	Observações no Equilíbrio
1. Concentrações Iniciais dos reagentes e produtos	0,75	0,75	0	0
2. Diminuição da concentração de A	0,67	0,75	0	0
3. Diminuição da concentração de B	0,67	0,68	0	0
4. Quantidade máxima de reagentes	1	1	0	0
5. Diminuição da $K_{eq}$	1	1	0	-1,6
6. Aumento da $K_{eq}$	1	1	0	2,5

Responda:

1. Em algum momento durante as simulações, podemos observar consumo total dos reagentes?

Não em nenhum momento o reagente A e B se consomem

2. De que maneira o aumento da  $K_{eq}$  influencia a quantidade de produto formado?

O  $K_{eq}$  influencia fazendo com que o produto reaja, não importa a quantidade do reagente desde que tenha um determinado reagentes



## L2 e K

1. Inicie o software, procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Anote os valores de concentração de A, B e C. Anote esses valores e suas observações na tabela 1 abaixo.
2. Movimente a concentração do reagente A para menos. Anote os valores e observe o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
3. Movimente a concentração do reagente B até a mesma posição de A. Observe e anote o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
4. Movimente as concentrações de A e B para o valor máximo. Observe e anote o que acontece com a quantidade de A, B e C no estado de equilíbrio.
5. Diminua vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.
6. Aumente vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.

Simulação	A	B	C	Observações no Equilíbrio
1. Concentrações Iniciais dos reagentes e produtos	0,75	0,75	0	0
2. Diminuição da concentração de A	0,46	0,75	0	0
3. Diminuição da concentração de B	0,46	0,46	0	0
4. Quantidade máxima de reagentes	1	1	0	0
5. Diminuição da $K_{eq}$	1	1	0	-3,4
6. Aumento da $K_{eq}$	1	1	0	1,5

Responda:

1. Em algum momento durante as simulações, podemos observar consumo total dos reagentes?

Em nenhum momento os reagentes consumiu tudo

2. De que maneira o aumento da  $K_{eq}$  influencia a quantidade de produto formado?

Não importa a quantidade do reagente, se não tiver um mínimo do  $K_e$

## L1

## Anexo 4 – Roteiro de Interação com Software "The Law of Mass Action" – Parte 2

1. Inicie o software, procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Anote os valores de concentração de A, B e C. Anote esses valores e suas observações na tabela 1 abaixo.
2. Movimente a concentração do reagente A para menos. Anote os valores e observe o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
3. Movimente a concentração do reagente B até a mesma posição de A. Observe e anote o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
4. Movimente as concentrações de A e B para o valor máximo. Observe e anote o que acontece com a quantidade de A, B e C no estado de equilíbrio.
5. Diminua vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.
6. Aumente vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.

Simulação	A	B	C	Observações no Equilíbrio
1. Concentrações Iniciais dos reagentes e produtos	0,75	0,75	0	Pouco C
2. Diminuição da concentração de A	0,38	0,75	0	Pouco C
3. Diminuição da concentração de B	0,75	0,53	0	Com o B diminuído temos pouco produto
4. Quantidade máxima de reagentes	1.	1.	0	Com o A e B no máximo o valor de C é maior
5. Diminuição da $K_{eq}$	0,75	0,75	0	está equilibrado
6. Aumento da $K_{eq}$	0,75	0,75	4	muito produto

Responda:

1. Em algum momento durante as simulações, podemos observar consumo total dos reagentes?

Sim, na questão 4 há um consumo de reagentes.

2. De que maneira o aumento da  $K_{eq}$  influencia a quantidade de produto formado?

Temos que ter uma grande quantidade de  $K_{eq}$  (constante).

## M

1. Inicie o software, procure no canto direito superior o sinal +, selecione "Initial Settings", que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Anote os valores de concentração de A, B e C. Anote esses valores e suas observações na tabela 1 abaixo.
2. Movimente a concentração do reagente A para menos. Anote os valores e observe o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
3. Movimente a concentração do reagente B até a mesma posição de A. Observe e anote o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
4. Movimente as concentrações de A e B para o valor máximo. Observe e anote o que acontece com a quantidade de A, B e C no estado de equilíbrio.
5. Diminua vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.
6. Aumente vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.

Simulação	A	B	C	Observações no Equilíbrio
1. Concentrações Iniciais dos reagentes e produtos	0,75	0,75	0	Tem pouco C.
2. Diminuição da concentração de A	0	0,75	0	Pouco C
3. Diminuição da concentração de B	0,75	0	0	vai ficar de A.
4. Quantidade máxima de reagentes	<del>0,75</del> 1	1	0	vai ficar equilibrado
5. Diminuição da $K_{eq}$	0,75	0,75	0	vai ser o mesmo de antes.
6. Aumento da $K_{eq}$	0,75	0,75	0	a $K_{eq}$ é uma constante.

Responda:

1. Em algum momento durante as simulações, podemos observar consumo total dos reagentes?

Sim, tem que ter uma constante

2. De que maneira o aumento da  $K_{eq}$  influencia a quantidade de produto formado?

Sim, tem que ter uma constante grande.



R

## Anexo 4 – Roteiro de Interação com Software “The Law of Mass Action” – Parte 2

1. Inicie o software, procure no canto direito superior o sinal +, selecione “Initial Settings”, que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Anote os valores de concentração de A, B e C. Anote esses valores e suas observações na tabela 1 abaixo.
2. Movimente a concentração do reagente A para menos. Anote os valores e observe o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
3. Movimente a concentração do reagente B até a mesma posição de A. Observe e anote o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.
4. Movimente as concentrações de A e B para o valor máximo. Observe e anote o que acontece com a quantidade de A, B e C no estado de equilíbrio.
5. Diminua vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.
6. Aumente vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.

Simulação	A	B	C	Observações no Equilíbrio
1. Concentrações Iniciais dos reagentes e produtos	0,75	0,75	0	0
2. Diminuição da concentração de A	0,46	0,75	0	0
3. Diminuição da concentração de B	0,46	0,46	0	0
4. Quantidade máxima de reagentes	1.	1.	0	0
5. Diminuição da $K_{eq}$	1.	1.	0	-3,4
6. Aumento da $K_{eq}$	1.	1.	0	1,5

Responda:

1. Em algum momento durante as simulações, podemos observar consumo total dos reagentes?

Em nenhum momento foram totalmente consumidos.

2. De que maneira o aumento da  $K_{eq}$  influencia a quantidade de produto formado?

Não importa a quantidade de reagente desde que tenha uma  $K_{eq}$  variável.



### Anexo 4 – Roteiro de Interação com Software “The Law of Mass Action” – Parte 2

1. Inicie o software, procure no canto direito superior o sinal +, selecione “Initial Settings”, que manterá as concentrações dos reagentes e produtos no estágio inicial. Anote os valores e suas observações na tabela 1 abaixo.

W

2. Movimente a concentração do reagente A para menos. Anote os valores e observe o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.

3. Movimente a concentração do reagente B até a mesma posição de A. Observe e anote o que acontece com as quantidades de A, B e C no estado de equilíbrio.

4. Movimente as concentrações de A e B para o valor máximo. Observe e anote o que acontece com a quantidade de A, B e C no estado de equilíbrio.

5. Diminua vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.

6. Aumente vagarosamente o valor da  $K_{eq}$ . Anote o que acontece com a concentração do produto C formado.

Simulação	A	B	C	Observações no Equilíbrio
1. Concentrações Iniciais dos reagentes e produtos	0,75	0,75	0	C quantidade da substância diminui, A e B contém partes iguais
2. Diminuição da concentração de A	0,38	0,75	0	B está em maior quantidade, C contém menor quantidade e a soma é igual a de B
3. Diminuição da concentração de B	0,75	0,38	0	C tem a metade de B e B tem a metade de B
4. Quantidade máxima de reagentes	1	1	0	C quantidade diminui, A e B se mantêm em quantidade igual e C tem a metade de B
5. Diminuição da $K_{eq}$	0,75	0,75	0	somente A e B produzem
6. Aumento da $K_{eq}$	0,75	0,75	0	A e B se misturam completamente formando C e a solução final ficou com a metade da solução inicial

Responda:

1. Em algum momento durante as simulações, podemos observar consumo total dos reagentes?

Sim, quando  $K_{eq}$  estiver no máximo e A e B estiverem em mesma quantidade

2. De que maneira o aumento da  $K_{eq}$  influencia a quantidade de produto formado?

Para ter uma quantidade maior de produto formado, precisa de quantidade maior de reagente e soma constante alta

**ANEXO D – QUESTIONARIO Q4**

## D

1. O que caracteriza uma reação reversível?

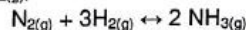
O produto volta a sua situação inicial, sempre mudando seu estado (transformando), ele volta a ser como era (Reação reversível).

2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

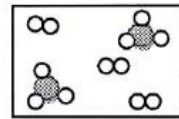
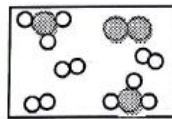
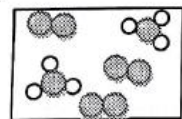
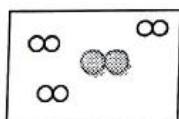
Ao abrir a garrafa de refrigerante, o gás sai, por isso ouve-se um barulho. E com a garrafa fechada o refrigerante, como que, o líquido fica mais a gás novamente.

Com a garrafa aberta após sair o gás, ouve-se um barulho que dura pouco tipo de efervescência.

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



Legenda: N = ●

H = ○

4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

Pensar a quantidade de  $K_{eq}$  das reações, pensando ou diminuindo a formação de produto. Até estar em uma constante de equilíbrio.

E pensar que quanto mais  $K_{eq}$ , mais equilíbrio terá o produto.

2. Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

(C) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

Não, pois o sistema não se transforma mais.

(E) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

Errado, pois em todo momento há transformação. Pois por mais que seja pouco, ainda há formação de reagente.

(E) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

A transformação é reversível, pois há um equilíbrio químico.

(E) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

Errado, pois as cores não podem ser diferentes, além da mistura das duas.

(C) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta.

Não, pois a seu  $K_{eq}$  estaria alta, indicando a grandeza de uma constante de equilíbrio.



## E1

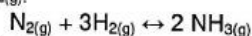
1. O que caracteriza uma reação reversível?

uma reação reversível pode voltar a seu ponto inicial

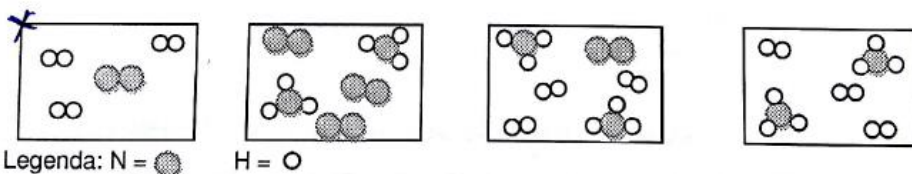
2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

ao abrir a garrafa o gás que estava comprimido sai imediatamente e o gás dentro do líquido demora mais, o processo é reversível com a garrafa fechada já com ela aberta não por que o gás tende a sair.

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

deve-se aumentar a constante de equilíbrio.

Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

(E) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

---

---

(E) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

as transformações não cessam.

---

---

(E) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

a cor não fulgo se é reversível ou não

---

---

(C) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

---

---

(C) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta.

---

---

---

---

## E2

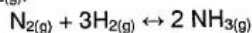
1. O que caracteriza uma reação reversível?

Quando ela pode ser revertida, por exemplo a água ela está em estado líquido após congelar ela vira o gelo e quando derrete vira líquido de novo.

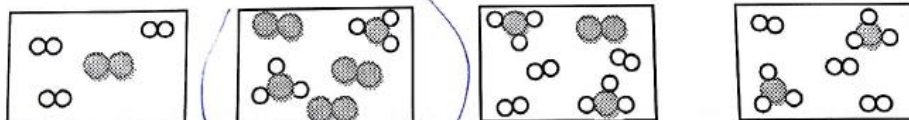
2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

Após abrir a garrafa de refrigerante o gás não vai totalmente ele está em equilíbrio de acordo com o líquido, se o gás vai, mas não totalmente. Sim, pode ser revertido, fechando a garrafa o gás se equilibra, já com a garrafa aberta o gás vai tudo.

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



Legenda: N = ●

H = ○

4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

Com a quantidade de  $K_{eq}$ , porque quanto maior  $K_{eq}$  quanto mais produtos tem.



5. Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

(E) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

porque após adicionar o reagente a solução já muda e se estabiliza ou melhor se mantém em equilíbrio.

(E) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

porque por mais que a solução se misture ainda contém um o outro reagente, ele não desaparece por completo.

(E) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

a transformação pode ser reversível no equilíbrio químico.

(E) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

porque ela não pode ser diferente sendo a mistura dos dois.

(C) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta,

porque quando a  $K_e$  está mais alta ela se transforma em outras com ~~cor~~, mas sendo a mistura dos dois reagentes.



I

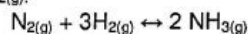
1. O que caracteriza uma reação reversível?

Uma reação que pode ser desfeita.

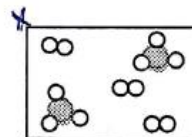
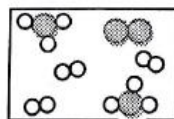
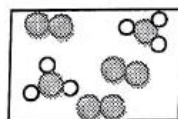
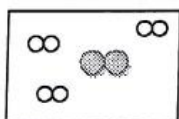
2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

Quando se abre a garrafa o gás que está na garrafa sai. Assim pois se não fechar a garrafa o gás fica preso de modo, faz com que volte a gás estopado.

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



Legenda: N =

H =

4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

Quanto maior valor de constante mais produto tem.

5. Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

(E) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

Quando adicionamos o reagente a solução se estabiliza não muda de cor

(E) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

Por que o reagente não se mistura por completo produzindo o produto.

(E) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

A transformação pode ser revertida

(E) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

A nova substância não pode ser diferente por que é a mistura das duas

(V) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta.

Sim pois quando a constante é alta a substância se mistura.

K

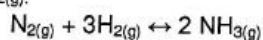
1. O que caracteriza uma reação reversível?

Quando o produto volta a situação inicial, por exemplo:  
A água é congelada, e por um tempo, depois de ser posto  
de calor, a água volta a situação inicial líquida.

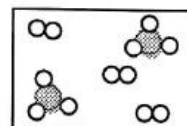
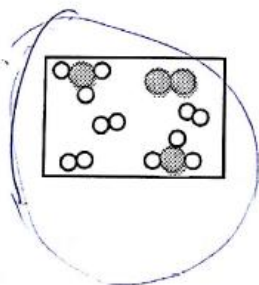
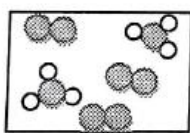
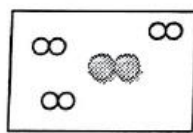
2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

Ao abrir a garrafa o refrigerante expande o gás, e  
o líquido fica em equilíbrio.

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



Legenda: N =

H =

4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

Quanto mais  $K_{eq}$  mais produto tem.



Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

(C) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

Sim, pois com o passar do tempo notamos a mudança de cor.

(E) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

Parado pois por mais que tenha um pouco de reagente pode mudar e estabilizar

(E) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

A situação sempre pode ser reversível no equilíbrio.

(E) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

Elo não pode ser diferente com a mistura das duas cor

(C) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta.

Sim, porque com o cor totalmente amarelo, o  $K_{eq}$  fica alto, que é a constante de equilíbrio.

## L1

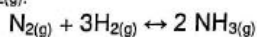
1. O que caracteriza uma reação reversível?

Equilíbrio, Reagentes e Produtos

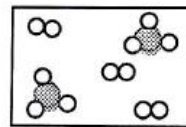
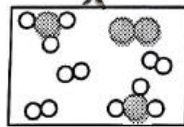
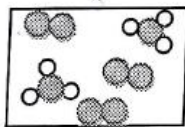
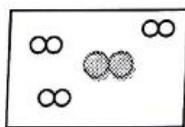
2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

Quando se abre a garrafa ocorre o ruído devido ao escape do gás do líquido. O processo é reversível quando a garrafa está fechada e não quando está aberta e o gás vai para a atmosfera.

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



Legenda: N = ●

H = ○

4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

Tem que aumentar e diminuir a  $K_{eq}$  para ver em quais momentos vai estar em equilíbrio.

5. Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

(C) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo

(E) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

é reversível até ao momento de estabilização.

(E) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

o equilíbrio é reversível

(E) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

Não pois está tudo equilibrado

(E) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta.

Não vai estar em equilíbrio.



## L2

## Anexo 4 – Questionário de Avaliação Final

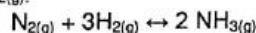
1. O que caracteriza uma reação reversível?

*É uma reação que pode ser feita e refita outros vezes.*

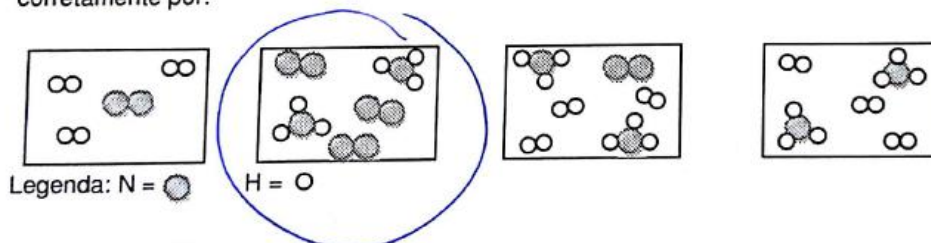
2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

*Não acontece nada com o líquido, o que acontece é que o gás que está lá dentro sai, e faz um barulho de um curto período. E essa reação não é reversível. Ela só pode ser feita uma vez, a não ser que todo o gás tenha saído.*

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

*Quanto mais  $K_e$  mais produto tem.*

5. Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

(C) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

Sim pois o sistema vai sempre se transformando

(F) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

Mentira porque a todo momento por mais que seja pouco tem reagente.

(F) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

A transformação é reversível, porque contém equilíbrio químico

(F) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

Porque ele não pode ser diferente sendo uma mistura dos dois.

(C) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta.

Porque a quantidade de  $K$  está muito alta e ele muda em outros  $K$  mas ele não deixa de ser mistura dos dois.



M

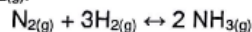
1. O que caracteriza uma reação reversível?

*É quando ela tem o reagente e o produto em equilíbrio e ambos ela faz reversível.*

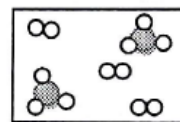
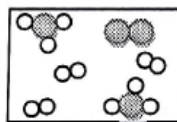
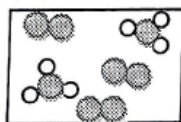
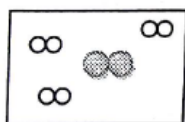
2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

*O barulho é causado pelas libertações de gases carbonados e ele vai para a atmosfera. Ele é reversível pois se fechar a garrafa o gás ainda continua lá dentro e se abrir a umidade acontece.*

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



Legenda: N = ●

H = ○

4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

*O valor tem que ser baixo.*

Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

(E) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

---

---

(E) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

---

---

(E) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

---

---

(C) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

---

---

(E) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta.

---

---

## Anexo 4 – Questionário de Avaliação

R

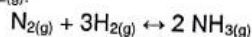
1. O que caracteriza uma reação reversível?

Quando ela ~~se~~ pode voltar ao seu estado inicial sempre.

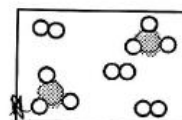
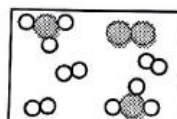
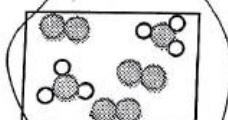
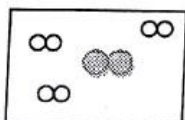
2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

O gás  $\text{CO}_2$  saiu um pouco mais o gás carbônico volta a formar o  $\text{CO}_2$  então é o equilíbrio. Com a garrafa fechada se você agitar ela vai formar gás então quando abrir o gás vai sair um pouco.

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $\text{N}_{2(g)}$  e  $\text{H}_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



Legenda: N = ●

H = ○

4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

---



---



---

Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

( ) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

(E) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

~~pois a cor muda quando se agita, e quando ficar parada a cor volta ao estado inicial.~~

(E) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

~~pois a cor do amarelo mudou p/ amarelo-alaranjado~~

(C) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

Sim, pois p/ parar p/ o amarelo precisa de uma substância p/ mudar de cor -

( ) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta.



## Anexo 4 – Questionário de Avaliação Final

1. O que caracteriza uma reação reversível?

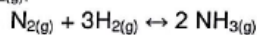
Uma reação reversível é uma reação que pode ocorrer dos dois lados.

W

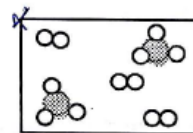
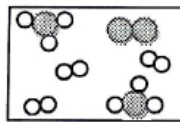
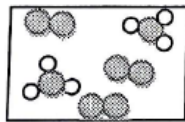
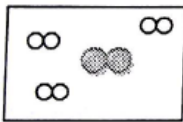
2. Ao se abrir uma garrafa de refrigerante ouve-se um barulho que dura pouco. Explique com detalhes o que ocorreu. Nesse momento, o que acontece no líquido? Explique. O processo acima é reversível com a garrafa fechada? E com a garrafa aberta?

Quando se abre a garrafa, o gás que está sob pressão dentro da garrafa, o líquido volta a reagir e formar ácido carbônico. Com a garrafa fechada sim, com a garrafa aberta, não.

3. Em condições industrialmente apropriadas para obter amônia, juntaram-se quantidades estequiométricas dos gases  $N_{2(g)}$  e  $H_{2(g)}$ :



Depois de alcançado o equilíbrio químico, uma amostra da fase gasosa poderia ser representada corretamente por:



Legenda: N = ● H = ○

4. Ao trabalhar com o software educacional *The Law of Mass Action* exploramos a relação entre a constante de equilíbrio ( $K_{eq}$ ) e a formação de produtos numa reação química. Na indústria química, o estudo do ponto de equilíbrio e das maneiras de deslocá-lo são essenciais para a determinação do rendimento das reações. Supondo que você seja químico responsável por uma indústria e deve escolher uma reação no sentido de favorecer a formação de produto, como deverá proceder ao analisar reações químicas e seus valores de constante de equilíbrio?

Em favor dos produtos, o valor da constante deve ser elevada.

Um sistema químico fechado apresenta as seguintes características.

- I- Um reagente vermelho se transforma diretamente num reagente amarelo.
- II- No instante inicial, a cor do sistema é inteiramente vermelha.
- III- Após certo tempo, a cor do sistema tende para o amarelo.
- IV- O sistema estabiliza-se com a cor amarelo-alaranjada.

Julgue os itens abaixo, marcando C para os corretos e E para os errados e comente sua resposta.

(C) Com o passar do tempo, notamos a mudança de cor no sistema à medida que as transformações evoluem.

Durante o processo as substâncias se misturam, formando as cores diferentes da inicial.

C (X) Num determinado momento a cor não muda mais, indicando que as transformações cessaram.

Chega um ponto de reação, em que as substâncias já estão completamente analisadas.

E (E) A transformação é irreversível devido a cor final do sistema.

Não, pois após o tempo não é irreversível, pois após o tempo a cor volta para a cor inicial.

(C) A cor amarelo-alaranjada indica que se formou uma nova substância, diferente da vermelha e da amarela.

Não, formou uma mistura das substâncias.

(E) Se o sistema ficar totalmente amarelo, significa que a constante de equilíbrio é muito alta.

Significa que volta a sua condição inicial e sua constante volta a inicial.

W