



ESTADO DE RORAIMA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA - UERR  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS - PPGEC



IURY JOSÉ SODRÉ MEDEIROS

**A CONCEPÇÃO DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO DOS ESTUDANTES DO  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
RORAIMA CAMPUS BOA VISTA APÓS A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE EQUIL**

Orientador: Prof.(a) DSc. Ivanise Maria Rizzatti

Boa Vista– RR  
2014

IURY JOSÉ SODRÉ MEDEIROS

**A CONCEPÇÃO DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO DOS ESTUDANTES DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA CAMPUS BOA VISTA APÓS A UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE EQUIL***

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador(a): Prof. D.Sc. Ivanise Maria Rizzatti

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Boa Vista -RR  
2014

## FOLHA DE APROVAÇÃO

IURY JOSÉ SODRÉ MEDEIROS

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof.(a) Dr.(a).IVANISE MARIA RIZZATTI  
Instituição  
Orientador(a)

Prof.(a) Dr. EVANDRO GHEDIN  
Instituição  
Membro Interno

Prof.(a) Dr. GERSON DE SOUZA MÓL

Instituição  
Membro Externo



Boa Vista -RR  
2014

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Haroldo Medeiros e Jandira Miranda;  
À vó Isis Medeiros, tio Fernando Medeiros.

.

## **AGRADECIMENTOS**

- Ao PPGEC (UERR) pela oportunidade de realização do curso de mestrado;
- À Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Ivanise Maria Rizzatti pela orientação durante estes dois anos de mestrado, e por ser um verdadeiro anjo da guarda durante a minha passagem pela Universidade Estadual de Roraima;
- Aos integrantes do Labtema, que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desta pesquisa;
- A todos os professores do PPGEC (UERR);
- Ao meu amigo de mestrado Filomeno de Sousa Filho pelo companheirismo e amizade sincera durante esta longa peleja que durou dois anos.
- Aos meus familiares que contribuíram nesta árdua caminhada;
- Aos professores Dr. Evandro Ghedin, Dr. Marcelo Eicheler que durante o processo de qualificação contribuíram para realização desta pesquisa.

“Antes de sentirnos que somos bons mestres,  
estejamos seguros de que somos bons estudantes”.

**PITÁGORAS**

## RESUMO

Devido às dificuldades existentes no ensino da temática do Equilíbrio Químico comprovada por estudos já realizados nesta área, que também foram identificadas durante a realização desta pesquisa que teve como objetivo demonstrar a utilização do *software Equil* como ferramenta para o aumento da abstração e auxílio na construção da representação mental do conceito de Equilíbrio Químico. O estudo foi realizado com 13 estudantes do 1º, 4º e 6º semestre do curso de Licenciatura em Química de uma Universidade pública no Estado de Roraima, pois as representações químicas a nível microscópico são invisíveis e abstratas sendo necessário para a compreensão desta temática o domínio de aspectos fundamentais. A pesquisa foi realizada em três etapas, sendo a 1ª etapa considerada um diagnóstico para a verificação do conceito prévio dos estudantes, a 2ª etapa ocorreu após a utilização do software *Equil* com o objetivo de verificar a eficácia do mesmo na construção do conceito do Equilíbrio Químico, já a 3ª etapa foi aplicada após 3 semanas da realização da 2ª etapa, para verificar a permanência do conceito. Decorrente do estudo realizado é possível afirmar que os futuros professores de Química possuem dificuldades na definição do conceito de Equilíbrio Químico, logo sendo necessária a introdução de novas tecnologias digitais com o intuito de melhorar a aprendizagem conceitual destes estudantes, pois a formação destes professores poderá estar comprometida. Sendo um produto deste trabalho de pesquisa um tutorial do *software Equil*, com o intuito de proporcionar uma melhor eficiência durante a utilização da ferramenta de aprendizagem *Equil*

**Palavras-Chave:** *Software Equil*. Equilíbrio Químico. Representação Mental.



## ABSTRACT

Owing to the difficulties in teaching the subject of Chemical Equilibrium proven by previous studies in this area , which were also identified during this research aimed to demonstrate the use of *Equil software* as a tool for increasing abstraction and aid in the construction of mental representation of the concept of Chemical Equilibrium . The study was conducted with 13 students of the 1st , 4th and 6th semester of the Bachelor's Degree in Chemistry from a public university in the state of Roraima , because the chemical at the microscopic level are invisible and abstract representations being necessary to the understanding of this issue mastery of fundamental aspects . The survey was conducted in three stages, the 1st stage considered a diagnosis for verification of prior concept of students , the 2nd stage occurred after using the *Equil software* in order to verify the effectiveness of the same in the construction of the concept of Chemical Equilibrium since the 3rd step was applied after 3 weeks of the completion of the 2nd stage , to verify the permanence of the concept . Arising from the study it is clear that future chemistry teachers have difficulties in defining the concept of Chemical Equilibrium , then the introduction of new digital technologies in order to improve conceptual learning of these students is necessary , because the formation of these teachers may be compromised.

**Keywords:** *Software Equil*. Chemical Equilibrium. Mental Representation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Resposta dos estudantes C1 (1a), D1 (1b), N1 (1c) e M1 (1d) do 1º semestre do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima, quando questionados sobre quando uma reação química está em equilíbrio. _____	20
Figura-2 Resposta do estudante F4 referente a 1ª lista aplicada no 4º semestre do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	22
Figura-3 Resposta do F4 estudante do 4º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	23
Figura-4 Representação do software Equil – Uma Reação ocorrendo em um único recipiente. _____	24
Figura-5 Resposta do estudante F4 do 4º semestre - 3ª etapa do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	25
Figura-6 Resposta do estudante J4 do 4º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	27
Figura- 7 Resposta do estudante J do 4º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	28
Figura-8 Resposta do estudante J4 do 4º semestre - 3ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	30
Figura-9 Resposta do estudante P do 4º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	31
Figura-10 Resposta do estudante P do 4º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	32
Figura-11 Resposta do estudante P do 4º semestre - 3ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	33
Figura-12 Resposta do estudante D do 6º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	35
Figura-13 Resposta do estudante D do 6º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	36
Figura-14 Resposta do estudante D do 6º semestre - 3ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	37
Figura-15 Resposta do estudante D do 6º semestre - 3ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	38
Figura-16 Resposta do estudante F do 6º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	39
Figura-17 Resposta do estudante F do 6º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	40
Figura-18 Resposta do estudante F do 6º semestre - 3ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	42

Figura-19 Resposta do estudante K do 6º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	43
Figura-20 Resposta do estudante K do 6º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. _____	43
Figura-21 Resposta do estudante K do 6º semestre - 3ª etapa _____	44

## LISTA TABELAS

Tabela 1 – Nota referente às categorias dos estudantes do 1º semestre	_____	18
Tabela 2 – Nota referente às categorias dos estudantes do 4º semestre	_____	19
Tabela 3 – Nota referente às categorias dos estudantes do 6º semestre	_____	19

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Método de avaliação da argumentação. _____	16
Quadro 2- Método de pontuação da argumentação _____	16

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
OBJETIVO GERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. PRESSUPOSTO TEÓRICO	3
2.1 As tecnologias digitais e o ensino de química	3
2.2 A representação mental e aprendizagem	10
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47
Apêndice 1	52
Apêndice 2	53
Apêndice 3	54
Apêndice 4	57



## INTRODUÇÃO

O professor necessita gerar por meio das tecnologias digitais, ambientes de aprendizagem que estimulem as novas gerações de estudantes que estão em contato direto com estas tecnologias, desta forma, existe a necessidade de repensar a formação inicial de professores e o desenvolvimento de novas metodologias de ensino. O desafio, no campo da educação, é projetar tecnologias de aprendizagem que se baseiam tanto nos conhecimentos sobre a cognição humana como nas aplicações práticas de como a tecnologia pode facilitar tarefas complexas no processo de ensino e aprendizagem.

Diante do exposto, com o avanço da tecnologia da informação surge à necessidade de elaborar novas metodologias para o ensino, sendo necessário elaborar alternativas que possibilitem o uso de novas tecnologias digitais no ensino de química, impondo ao sistema educacional a necessidade de modificar o processo no qual se inseri.

Vários autores detectam e investigam os obstáculos enfrentados pelos estudantes do Ensino Médio durante o processo de elaboração do conceito na temática do Equilíbrio Químico. Outras pesquisas são direcionadas para avaliar os erros conceituais dos estudantes, mas poucas pesquisas procuram averiguar estes erros em estudantes universitários.

Esta pesquisa insere-se no contexto deste debate, pois procura investigar as dificuldades dos estudantes em determinar o conceito de equilíbrio químico durante o processo de formação no curso de Licenciatura em Química na Universidade Estadual de Roraima, nas disciplinas de Química Geral II e Físico-química I.

O saber químico é constituído em processos formais decifrados. Desta forma, os modelos teóricos, formados por um conjunto de enunciados, ganham um corpo de conteúdo por meio da associação indireta a fenômenos que podem ser observados em uma existência exterior. Assim, sua interpretação é voltada para um modelo teórico que tem o objetivo de ser a própria representação mental dessa existência exterior, pode-se afirmar que cada teoria possui modelos interligados que conectam representações associadas a ela, logo é possível determinar que um modelo científico é a intercessão entre um sistema formal teórico e sua interpretação.



O *software Equil* começou a ser desenvolvido em 2004 quando iniciou os primeiros trabalhos voltados para o desenvolvimento de uma ferramenta de aprendizagem. A sua elaboração foi gerada pelo Laboratório de Tecnologia em Ensino de Ciências e Matemática, ligado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil em Canoas/RS, a partir de uma ação motivadora gerada por relatos de professores e estudantes de química, que afirmavam a existência de dificuldades no ensino e aprendizagem de Equilíbrio Químico.

O presente estudo procura investigar a potencialidade do *software Equil* como ferramenta para aumentar a abstração por meio da inserção de uma metodologia de ensino que facilite a aprendizagem dos conceitos de equilíbrio químico com o objetivo de avaliar a sua eficácia na construção de uma melhor representação mental para os alunos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.

### **OBJETIVO GERAL**

Verificar a eficácia do *software Equil* como ferramenta para uma melhor representação mental do conceito de Equilíbrio Químico em estudantes do curso de Licenciatura em Química.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar e analisar o conceito de Equilíbrio Químico dos estudantes do 1º, 4º e 6º semestre do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima do *campus* Boa Vista;
- Possibilitar uma metodologia adequada de ensino para a temática Equilíbrio Químico por meio da ferramenta de aprendizagem *Equil*;
- Contribuir por meio desta pesquisa para uma melhor formação dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Química do *campus* de Boa vista.

## 2. PRESSUPOSTO TEÓRICO

### 2.1 As tecnologias digitais e o ensino de química

A primeira referência ao uso de computadores para cálculos de química ocorreu em 1946, quando efetuaram cálculos de mecânica quântica. Desta vez, foram usados os chamados mainframes ou computadores de grande porte que consumiam muita energia e de custo elevado.

De acordo com Hood (1994), a primeira referência ao uso da informática por professores de química, na escola, data de 1959 nos Estados Unidos. Entretanto, ainda de acordo com autor, o foco principal do programa não era o ensino de química, mas sim, a pesquisa acadêmica. Somente a partir de 1969, foi desenvolvido, na Universidade do Texas, um projeto de avaliação de uma simulação de experimentos de laboratório para ser usado em aulas de química.

Neste sentido, são inúmeras as estratégias pedagógicas que podem ser desenvolvidas utilizando-se softwares educativos. As conexões estabelecidas e intercâmbios, levam os sujeitos a ficarem fascinados com esse mundo que se descortina, sendo que para realizar essas tarefas, têm que ter oportunidade de acesso e orientação.

O papel da educação no ato de inserir novas tecnologias, no sentido amplo, torna-se valorizado no momento de crise a qual estamos imersos. No dizer de Pretto (2002, p. 78) a instituição escolar não pode caminhar em sentido oposto ao que ocorre do lado de fora dos seus muros, ou seja, *“uma escola fundamentada apenas no discurso oral e na escrita, uma escola centrada em procedimentos dedutivos e lineares”*, praticamente desconhecendo as novas linguagens e ferramentas a disposição da aprendizagem. Logo precisa considerar as tecnologias da informação como instrumento fundamental no processo de construção do conhecimento escolar.

Segundo Chaib (2002), não se pode esquecer a importância do significado social que o computador representa para os professores, traduzido no senso comum. O autor confirma o despreparo dos professores na adaptação à modernidade e ressalta a sua preocupação com a aversão por parte dos professores diante das mudanças necessárias e impostas pela evolução tecnológica. Ainda conforme Chaib (2002), os professores estão fortemente arraigados à concepção tradicional do seu papel, do papel da educação e dos métodos de ensino. Para

compreender melhor essa realidade é necessário entender como as informações sobre informática se instalam no pensamento dos professores, ou seja, entender essas representações dos professores sobre as novas tecnologia digitais é de fundamental importância.

A resistência por parte de uma grande parcela de educadores aliada ao sistema educacional arcaico à tecnologia, ainda é uma desconfiança que merece investigação profunda para que se percebam as verdadeiras razões de tal comportamento. Segundo Oliveira, (1997, p. 8) [...] “esta repulsa só pode ser compreendida e superada à medida que, além de conhecermos a origem, apontemos para uma nova compreensão da importância do uso da tecnologia educacional no processo ensino-aprendizagem”.

Segundo Trivelato (2000), na década de 1990, as discussões sobre ensino de ciências foram intensificadas devido à existência de uma grande disparidade entre este ensino e o ensino requerido pelas modificações constantes que atravessamos. As ciências na escola eram, e ainda são vistas como neutras, objetivas, como um campo da verdade, onde não existem divergências e disputas, sendo muitas vezes associadas à ideia de progresso e de melhoria da qualidade de vida, o que as tornam incontestáveis e acima do bem e do mal. No entanto, fora da escola, as ciências não se apresentam dessa forma, existem claramente as divergências e disputas, várias versões ou pontos de vista os quais nos mostram como a objetividade, a veracidade e a neutralidade são construções ilusórias. Como afirma Trivelato (2000, p. 46):

A ciência se apresenta hoje como um corpo de conhecimentos em construção e constante modificação e questionamento; seu avanço é visto como um processo descontínuo e suas teorias são construções humanas, e, como tais, submetem-se às mesmas contingências que afetam outras atividades humanas (falibilidade, competições, vaidades, interesses e dependência econômica).

Chassot (1995) e Santos (2000) apontam que a ciência é uma linguagem utilizada para facilitar a leitura do mundo, uma linguagem construída sócio historicamente, logo mutável e falível. Por outro lado, Trivelato (2000 *apud*, ABREU 2008, p. 51), defende que o ensino de ciências nas escolas não pode continuar hermético e imutável, ele deve acompanhar as transformações por que a ciência passa, a dinâmica e expansão do conhecimento científico e tecnológico, bem como,

acompanhar as mudanças que a sociedade atravessa, a diversidade cultural crescente e as modificações tecnológicas.

Conforme Cruz (2008) a sociedade da informação é uma realidade decorrente dos novos mercados, meios de comunicação e consumidores desta era que conseguiu transformar o mundo em uma grande sociedade globalizada e globalizante, na qual os bens primordiais são informação e conhecimento.

Moran (1997, 2001 e 2003) e Assmann (2000) destacam o processo de metamorfose da aprendizagem na sociedade da informação. Para eles, novas estratégias de ensino-aprendizagem foram e estão sendo engendradas com o uso das novas tecnologias da informação e da comunicação no campo da educação. Com a internet e os softwares educacionais, alunos e professores introduzem formas diferentes de lidar com a informação e com o conhecimento.

Os Estudos de Ben-Zvi e col (1990) revelam que muitos estudantes têm dificuldade em compreender as representações em química. As compreensões microscópicas e simbólicas são especialmente difíceis para os estudantes porque são invisíveis e abstratas e o pensamento dos alunos é construído sobre a informação sensorial (BEN-ZVI, EYLON e SILBERSTEIN, 1987). Além disso, os estudantes não estabelecem relações apropriadas entre o nível macro e o microscópico (POZO, 2001; KOZMA e RUSSELL, 1997) e ainda, muitos estudantes que tenham conhecimento conceitual e habilidade de visualizar, são incapazes de transladar de uma dada representação química a outra (WU, KRAJCIK e SOLOWAY, 2001).

No currículo de Química, tanto no Ensino Médio como Superior, o Equilíbrio Químico é um conteúdo curricular de maior complexidade, apresentando problemas no processo de aprendizagem (CAMACHO; GOOD, 1989; TSAPARLIS et al., 1998; QUÍLEZ-PARDO; SOLAZ-PORTOLÉS, 1995; FURIO; ORTIZ, 1983; BANNERJEE, 1991; GUSSARSKY; GORODETSKY, 1990; HAMEED et al., 1993; JOHNSTONE et al., 1977; BERGQUIST; HEIKKINEN, 1990; HACKLING; GARNETT, 1985; RAVIOLO, 2000;).

Uma das razões para que este tópico apresente tantos problemas de aprendizagem se dá pelo fato de envolver a necessidade de conhecimentos prévios e integrados de reações químicas, noções de cinética e termoquímica,

estequiometria e gases (QUÍLEZPARDO; SANJOSÉ LÓPEZ, 1995; RAVIOLO et al., 2000).

O conceito de Equilíbrio Químico é de grande importância para o ensino de Química, seja por ser um conceito central na compreensão de várias transformações químicas, seja porque muitos fenômenos de nosso cotidiano podem ser explicados por meio de suas leis: formação de estalactites e estalagmites, provocadas devido à reversibilidade das reações (KOTZ; TREICHEL, 2002); a síntese da amônia, processo *Haber-Bosch* (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 1999) e outros fenômenos, tais como lentes foto cromáticas e a reação reversível do ácido carbônico presente nos refrigerantes.

O primeiro contato da temática do Equilíbrio Químico no Ensino de Ciências ocorre no ensino médio, quando o estudante opta pelo curso de Licenciatura em Química, passa a ter o segundo contato nas disciplinas de química geral e físico-química. As dificuldades do Ensino Médio são novamente verificadas no Ensino Superior, sendo um obstáculo no processo de ensino e aprendizagem e, em muitos casos, estes obstáculos contribuem para uma formação inadequada dos futuros professores de química devido às dificuldades de representações de reações a nível microscópico.

De acordo com Johnstone (1991), os conteúdos de Química podem ser representados em três níveis. O nível macroscópico que corresponde às representações mentais adquiridas a partir da experiência sensorial direta, ou seja, é construído mediante a informação proveniente dos sentidos; e o nível microscópico que se refere às representações abstratas, a exemplo de modelos que os estudantes têm sobre a química associados ao esquema de partículas. E o terceiro nível chamado de simbólico que expressa os conceitos químicos que os estudantes têm a partir de fórmulas, equações químicas, expressões matemáticas, gráficos, entre outros.

No que diz respeito às tecnologias educacionais, ainda não se encontra de forma clara, como os modelos computacionais interferem no desenvolvimento de habilidades representacionais (WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2001). No entanto, vários estudos demonstram o valor de uso dessas tecnologias para facilitar o ensino de química (NICOIL, 2003; HARRISON; TREAGUST, 2001; SOLOMONIDOU;

STAVRIDOU, 2001; WU et al., 2001; ESQUEMBRE, 2001), proporcionando oportunidades para a opinião e reflexão (ESQUEMBRE, 2001).

Echeverria (1996) estabelece a importância das conexões empíricas e teóricas nos sistemas de ensino e aprendizagem de química, levando em consideração que o modo de construção de conceitos científicos é um *decurso*, dinâmico, longo e mediado socialmente.

Ao iniciar um tópico referente a um assunto que deseja ministrar em sala de aula o professor deve levar em consideração que os estudantes possuem algumas concepções do conteúdo apresentado. Desta forma, o professor deve organizar suas estratégias de ensino baseada nas possíveis concepções dos estudantes, com o intuito de gerar uma melhor compreensão conceitual (TABER, 2000).

Para a compreensão da temática do Equilíbrio Químico é necessário compreender alguns aspectos fundamentais, como a coexistência de reagentes e produtos em um mesmo recipiente; dinamismo que envolve a reorganização constante das espécies reagentes e dos produtos da reação e a reversibilidade das reações (MACHADO e ARAGÃO, 1996).

Tyson e col. (1999) entendem que não há um censo comum entre estudantes, professores e livros didáticos no domínio de significados para as diferentes palavras utilizadas na temática Equilíbrio Químico. Os estudantes usam as palavras sem entender o significado, os professores discutem o equilíbrio químico, mas não costumam dar atenção especial a alguns aspectos importantes como: deslocamento para a direita ou esquerda nas reações, posição de equilíbrio e sistema fechado.

Quando é explicado o princípio de Le Chatelier para os estudantes, aborda-se como exemplo a expressão deslocamento do equilíbrio “que pode ser para a esquerda ou para a direita”, reforça o entendimento de existência de reagentes e produtos em recipientes distintos (MACHADO e ARAGÃO, 1996). Paiva e col. (2002) explicam que o assunto Equilíbrio Químico é abordado com ênfase nos cálculos numéricos ao proporcionar evidências para análise quantitativa, deixando o aspecto qualitativo em segundo plano.

Assim, surge a necessidade de modelos de ensino que proporcionem o entendimento da dinâmica do estado de equilíbrio, sendo estes modelos mediadores que permitem a “visualização” dos átomos. A representação de modelos em livros

didáticos não é facilitada, pois são abordados de forma bidimensional o que acaba atrapalhando a visualização tridimensional dos estudantes, sendo este considerado um ponto fraco dos materiais didáticos (EICHLER, 2010).

Neste sentido, Raviolo (2006) defende a inserção de recursos de ensino baseados em metodologias fundamentadas pelas didáticas das ciências, como o uso de software de simulações, animações a nível molecular de experimentos que possibilitem a construção conceitual da temática Equilíbrio Químico.

Os tópicos Equilíbrio Químico e cinética possuem uma característica em comum nos cursos de química pelo fato de serem de difícil projeção experimental quantitativo em laboratórios de ensino (CULLEN JR.,1989). Eichler (2010) explica que as simulações químicas são de suma importância por apresentarem fenômenos inobserváveis aos estudantes.

Ainda, Orlandi e col (2006) defendem que as tecnologias digitais, de forma mais precisa, os softwares de simulação, possibilitam a construção do conceito ao proporcionar aos estudantes a manipulação de variáveis. Eichler (2010) defende que os roteiros de exploração dos softwares educativos podem ser definidos como uma ferramenta que enriquece a interação entre estudantes e as novas metodologias digitais.

Neste contexto, Sanger (2000) explica que o uso de animações em computadores possibilita uma melhor aprendizagem de conceitos para os estudantes, devido a ampliar a visualização dos processos químicos dinâmicos a nível molecular no ensino de química.

A aplicação de modelos no ensino de química requer o discernimento que diferentes representações podem ser usadas para ensinar um mesmo conceito. (WU,KRAJCI, SOLOEWAY, 2001).

Kozma e Russel (1997) explicam que dominar um conceito em química requer duas habilidades importantes, a primeira é saber aplicar e a segunda saber representar em várias situações, o que normalmente não acontece entre os estudantes.

Pozo e Gómez Crespo (2009) afirmam que explicar o conceito de interação que está diretamente ligado ao conhecimento científico torna-se um dos assuntos que traz dificuldades para os estudantes na aprendizagem de ciências:

Estreitamente ligado a ideia de interação, é a noção de equilíbrio, cuja a construção também é muito laboriosa, uma vez que os alunos, no início,

estão mais centrados nas mudanças do que nos estados (Driver, Guense e Tiberghien, 1985; Pozo et al., 1991). Isso leva a que no começo prestem mais atenção ao que muda do que ao que permanece além da mudança, ou, em outras palavras fazendo uma ligação com ideias desenvolvidas anteriormente, tendem a conceber os estados e as mudanças em separado, sem conectá-los entre si, de maneira que quando ocorre uma mudança observável tendem a concebê-la como uma “mudança de estado”, que envolve uma readescrição ontológica (aquilo que tinha as propriedades de um líquido passa a ter as propriedades de um gás), mas não uma constância ou permanência de propriedades. As célebres conservações piagetianas (do peso, do volume, da quantidade de matéria, mas também do espaço ou do tempo).

Benlloch (1997) Benlloch e Pozo (1996) explicam que a mudança conceitual é mais facilitada por fenômenos observáveis ou que podem ser deduzidos por meio de visualizações do que por fenômenos não observáveis.

A concepção de como a matéria é constituída é de fundamental importância para descrever e explicar aos estudantes os estados (sólido, líquido e gasoso) em que ela se apresenta e, também, as mudanças que possam ocorrer em sua estrutura tanto físicas como químicas. Logo há um problema de representação do que não é observável:

Na medida em que os estudantes devem abandonar os indícios perceptivos como fonte de representações da estrutura da matéria, lhe falta outros códigos alternativos de representação . Dito em outras palavras, se as imagens que os estudantes percebem do mundo não são suficientes para compreender a estrutura da matéria, o ensino não consegue proporcionar sistemas de representação alternativos que permitam aos alunos compreender sua natureza. Os sistemas proposicionais que lhes são oferecidos – matemáticos, algébricos ou por meio de símbolos químicos e, apenas em alguns casos analógicos – não seriam suficientes Pozo e Gómez Crespo (2009).

Apesar de várias estratégias didáticas propostas ao longo dos anos, estas fracassaram globalmente em seu propósito fundamental de conseguir que o aluno assuma as teorias científicas e abandonasse suas crenças alternativas. Nas contundentes palavras de (Duit 1999):

É preciso afirmar que não há um único estudo na literatura de pesquisa sobre as concepções dos estudantes no qual uma concepção concreta das que estão profundamente enraizadas nos alunos tenha sido totalmente extinta e substituída por uma nova ideia. A maioria das pesquisas mostra que há apenas um sucesso limitado em relação á aceitação das ideias novas e que as velhas ideias continuam basicamente “vivas” em contextos particulares.

Pozo e Gomez Crespo (2009) explicam que os estudantes assimilam os conhecimentos científicos, mas não abandonam seus conhecimentos cotidianos. O fracasso citado pode estar diretamente ligado às tentativas didáticas com estratégias



muito agressivas de mudar as concepções mantidas pelos estudantes, em vez de modificar as estruturas conceituais ou teorias implícitas em que essas concepções teriam sua origem (POZO 1994). White (1994) propõem uma mudança de conceptualizações ao invés de uma mudança de conceito.

## **2.2 A representação mental e aprendizagem**

Um marco importante para a psicologia cognitiva foi à antecipação do movimento cognitivo por meio de Edward Tolman, em 1932, nas suas pesquisas de aprendizagem em labirinto com camundongos, sugeriu que os animais formavam uma representação interna (mapa cognitivo) do labirinto, o que lhes permitia correr ou nadar de forma mais fácil através dele para conseguir o alimento. De certa forma isso foi um prenúncio da ideia-chave da Psicologia Cognitiva, a ideia de representação mental (CARVALHO e LOPES 2012).

Eysenck e Keane (2007) explicam que é quase tão fora de propósito perguntar quando começou a psicologia cognitiva quanto inquirir sobre o comprimento de um pedaço de barbante. No entanto, cabe ressaltar que o ano de 1956 foi de importância fundamental.

Se for levado em consideração duas características marcantes da chamada “revolução cognitiva”, ou seja, seu caráter eminentemente interdisciplinar e a nova retomada, por parte da ciência, das questões filosóficas mais antigas acerca da mente humana, sua natureza, as relações que ela mantém com o organismo (o cérebro), com outrem e com o mundo, pode-se ter um quadro da perplexidade desse vasto campo de conhecimento (CARVALHO e LOPES, 2012). A pergunta que surge é: o que vem a ser a psicologia cognitiva? Segundo Sternberg (2009) a psicologia cognitiva trata do modo como as pessoas percebem, aprendem, recordam e pensam sobre a informação.

Matlin (2004) explica que a psicologia cognitiva é parte de um campo mais vasto conhecido como ciência cognitiva, um domínio de investigação contemporâneo que procura responder as questões relativas a mente.

Carvalho e Lopes (2012, p.97) deixam claro que o termo “cognitivismo” tem sido usado na literatura da Psicologia Cognitivista, mas a conotação difere do que se usa normalmente em Ciências Cognitivas ou Filosofia da Mente. Na verdade, cognitivismo é sinônimo da abordagem que surgiu e resgatou o mentalismo dentro

da Psicologia, do que resultou o uso de termos como “percepção”, “atitudes”, “crenças”, “objetivos” “memórias”, entre outros. No sentido usado em Ciências Cognitivas, cognitivismo se refere à abordagem que considera a mente como um programa computacional.

Carvalho e Lopes (2012) evidenciam que o surgimento de uma concepção experimental e mentalista, seguiu-se de uma revolução tecnológica, com a chegada da computação e a possibilidade de modelar processos mentais em máquinas. O modelo do rato foi substituído pelo modelo computacional, mas os processos internos e a ideia de representação permanecem evidentes perante aos novos desenvolvimentos.

Uma das grandes vontades dos psicólogos cognitivos seria de algum modo visualizar de forma direta como cada um de nós representa o conhecimento, por exemplo, poder gravar um videoteipe ou fotografar uma série de representações na mente humana (STENBERG, 2009).

A psicologia cognitiva tem exercido enorme influência sobre a psicologia pois grande parte dos psicólogos reconhecem a importância das representações mentais, termo que os behavioristas teriam rejeitado na década de 1950 (MATLIN, 2004).

Ainda, segundo Stenberg (2009), a representação do conhecimento ou os processos de representação do conhecimento descrito por um indivíduo e as informações que são relatadas pelo indivíduo sobre estes processos são excessivamente duvidosos.

Matlin (2004) afirma que as pesquisas sobre representação mental são difíceis de ser realizadas, tendo em vista que as imagens mentais não são diretamente observáveis e que se apagam.

Stenberg (2009) explica que as pesquisas já realizadas pela psicologia cognitiva sobre imagem deram maior atenção as imagens visuais, que estão diretamente ligados a representação mental do conhecimento visual ou ambientes que não podem ser visualizados pelos olhos de forma presente. As pesquisas também demonstram que determinados indivíduos são mais capazes de criar imagens mentais do que outros (RESISBERG 1986).

A utilização de imagens mentais favorece uma melhor memorização, pois estudos realizados com indivíduos com síndrome de Down demonstrou que histórias contadas com auxílio de imagens foram mais eficazes no processo de memorização

do que histórias contadas sem a utilização de imagens (KIHARA YOSHIKAWA, 2001).

As representações podem assumir três formas que são as proposições os modelos, mentais e as imagens. As proposições são representações de significados abstratos, podendo ser expressos verbalmente (STENBERG, 2009), enquanto que os modelos mentais utilizados pelos indivíduos são estruturas do conhecimento elaboradas para compreender e explicar suas experiências (BREWER, 2003; STENBERG, 2009). As imagens, por sua vez, possuem a característica de serem representações mais específicas. Elas retêm muitas das características perceptivas de objetos específicos vistos sob determinado ângulo, com os detalhes particulares de uma dada representação concreta (KATZ, 2000; KUNZENDORF, 1991; SHUARTZ e BLACK, 1996 apud STENBERG, 2009).

Os psicólogos cognitivos usam o modelo conexionista com o intuito de explicar várias características da cognição humana, mas o modelo não indica caminhos neurais específicos para a representação do conhecimento. O modelo propõem que ao recebermos uma nova informação a ativação dessa informação fortalece ou enfraquece as conexões entre unidades, esta informação pode ser oriunda de estímulos ambientais, da memória ou de processos cognitivos, sendo que a capacidade para gerar uma nova informação por meio de deduções e realizando difusões permite uma quase infinita versatilidade acerca das representações e manipulação do conhecimento (STENBERG, 2009).

Galera e Santana (2012), após analisar os trabalhos de diversos autores que investigam a memória e a atenção e sua relação com a representação mental na Psicologia Cognitiva chegam à conclusão que a “representação mental” não é um problema para os psicólogos cognitivistas, é um problema para os filósofos, e talvez para os psicólogos das várias matrizes behavioristas. Os autores afirmam ainda que, nem filósofos nem psicólogos avessos às explicações mentalistas, há de negar que pensar, tomar uma decisão, envolve representação, mas esta decisão inicial pode ter sido “impensada”, mas foi baseada em representações. Sem representação não há pensamento e sem pensamento não estaríamos aqui, lendo ou escrevendo.

Matlin (2004) explica que a representação mental desempenha papel importante em nossa vida cotidiana, quando tentamos lembrar onde foi que

estacionamos o carro ou quando traçamos o caminho mais rápido para casa a partir de um lugar que não conhecemos.

Do ponto de vista de quem estuda memória, a representação mental não é um problema, o problema está em termos métodos para investigar a representação mental. Em geral as ciências cognitivas consideram que a mente, a memória em particular, pode ser analisada em seus componentes funcionais, sendo que algumas abordagens têm contribuído para a compreensão de processos mentais complexos, decompondo esses processos em módulos ou estágios de processamento dedicados a diferentes operações mentais (GALERA e SANTANA, 2012). Uma dessas abordagens é o método dos fatores aditivos, proposto por Sternberg em 1969, segundo o qual podemos supor a existência de estágios de processamento separados independentes quando temos fatores experimentais que afetam o comportamento de forma estatisticamente significativa e independente.

Janczura (2012) explica que a abordagem simbólica sustenta que o conhecimento conceitual é armazenado na forma de representações simbólicas que são manipuladas por processos semelhantes a regras, ou seja, símbolos elementares são combinados de acordo com algum princípio (p. ex., similaridade, atributos correlacionados) e atendem a um ofício representacional. A representação interna do mundo, porém, é função da arquitetura simbólica como um todo e a hipótese simbólica é denominada de representação local porque toda a informação conceitual está contida em um único registro ou traço de memória. Assim, quando pensamos em um item da categoria veículos acessaríamos o símbolo (i.e., registro ou traço) correspondente a automóvel, por exemplo. A abordagem da mente tratada como um sistema de processamento de símbolos é dominante na Psicologia do processamento da informação e na investigação científica da representação mental de conceitos.

A representação mental é qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos que representa alguma coisa para nós, na ausência dessa coisa que é tipicamente, algum aspecto do mundo externo ou de nosso mundo interior, ou seja, nossa imaginação. (EISENCK e KEANE 1990, apud MOREIRA, 2011, p. 189)

A aprendizagem de conceitos e habilidades vincula-se as ações mentais do indivíduo, sendo que em uma primeira etapa, elas assumem uma forma externa e,

depois, em uma relação de colaboração, se transforma em ações mentais (GALPERIN, 1999, apud, RIBEIRO, 2008)

O termo conceito, segundo o dicionário Aurélio (2010) é a representação dum objeto pelo pensamento, por meio de suas características gerais. Ação de formular uma ideia por meio de palavras; definição; caracterização.

De acordo com Lima (2007, p. 157) “conceitos e categorias são temas centrais de estudo dentro da área de ciência da informação, sendo a base para a organização e para a representação do conhecimento”.

De acordo com Bransford, Brown e Cocking (2007) alguns estudiosos afirmam que as simulações e os modelos ligados à informática possuem características interessantes para o avanço e aplicação da matemática e das ciências desde as origens da modelagem matemática durante o renascimento, pois mudança de um modelo estático num meio inerte, como um desenho, para modelos dinâmicos numa mídia interativa, que prioriza visualização e ferramentas analíticas está modificando a natureza de elucidar problemas na matemática e nas ciências, devido à visualização de interações a nível microscópico. Eichler e col (2010) sugerem que as representações são facilitadas pelas novas tecnologias, pelo fato da existência de animações gráficas, diagramas e vídeos existentes nestas ferramentas de simulação, que facilitam as codificações e organização em diferentes modelos mentais que são conectados mentalmente possibilitando uma melhor compreensão do assunto estudado. Desta forma o *software Equil* possui uma característica inovadora desenvolvida para trabalhar o conceito de equilíbrio químico, ao abordar o tema com enfoque nos três níveis de representação da química, macroscópico, simbólico e microscópico (GOMES e RECENA, 2008).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para Silva e Menezes (2001) “pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se tem informações para solucioná-lo.” A pesquisa científica em termos gerais é realização de um estudo planejado e desenvolvido de acordo com as normas da metodologia científica, sobre um tema ou uma situação problema.

De acordo com Yin (2001) o Estudo de Caso pode ser definido como:

Uma investigação científica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e o contexto não estão claramente definidos; enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidência (...) e beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e análise dos dados (YIN, 2001, p. 32-33).

Os estudos de caso podem ser constituídos tanto de um quanto de múltiplos casos, e podem ainda ser comparativos ou não. Gil (2010, p. 139) ressalta que o estudo de múltiplos casos requer uma metodologia mais apurada que exige um tempo maior para a coleta e análise de dados proporcionando assim, evidências inseridas em diferentes situações.

Este estudo de caso que teve como objetivo verificar as respostas dos futuros professores de química, procurando investigar a importância do uso do *software Equil* na construção de uma melhor representação mental do conceito de Equilíbrio Químico, sendo os sujeitos desta pesquisa, 49 acadêmicos do 1º, 4º e 6º semestre, das três turmas do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima (UERR), *campus* Boa Vista.

Foram aplicadas três listas de exercícios, a primeira lista denominada **Lista A** (apêndice I) no qual os estudantes tiveram um tempo máximo de 40 minutos para responder seis questões. Esta lista serviu como uma primeira etapa de diagnóstico do conceito de Equilíbrio Químico adquirido pelos estudantes em outras disciplinas cursadas durante o Ensino Médio e ao longo do curso de Licenciatura em Química (Química Geral II e Físico-química II).

Após a verificação do conceito descrito pelos estudantes na **Lista A**, deu-se continuidade a segunda etapa por meio da utilização de *slides* em Power Point

projetados procurando definir o conceito de equilíbrio químico com o auxílio da ferramenta de aprendizagem *Equil*, logo após foi aplicada a segunda lista denominada **Lista B** (apêndice II) contendo seis questões na qual os alunos tiveram um tempo máximo de 40 minutos para responder, com o intuito de verificar a eficácia do *software Equil* como ferramenta de auxílio para a construção da representação mental do conceito de Equilíbrio Químico.

Após três semanas foi aplicada a 3ª lista denominada **Lista C** (apêndice III) que continha 5 questões e os estudantes tinham 40 minutos para responder, esta 3ª etapa teve como objetivo verificar a existência de uma possível mudança conceitual dos estudantes. A avaliação do conceito dos estudantes foi feita com base no conceito determinado nos livros didáticos de referência de química do Ensino Superior, e tabulado conforme quadro 1 de acordo com o método de avaliação da argumentação utilizado pelo NUPECEM – Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática, em um projeto de pesquisa que visa o diagnóstico, avaliação e estratégias de ensino-aprendizagem a partir da resolução de problemas no Ensino de Ciências e Matemáticas, nos municípios de Boa Vista e Rorainópolis.

**Quadro 1- Método de avaliação da argumentação.**

<b>Nº</b>	<b>CATEGORIAS</b>	<b>NOTA</b>
<b>1</b>	Utiliza corretamente os conceitos, princípios, propriedades e leis da ciência, com preferencia para aquela vinculada ao curso.	<b>2 - 10</b>
<b>2</b>	Considera todas as informações relevantes.	<b>1 - 5</b>
<b>3</b>	Explicita as limitações das conclusões.	<b>1 - 5</b>
<b>4</b>	O discurso oral ou escrito é coerente, desde os pontos de vista conceitual e gramatical, ate chegar à conclusão.	<b>1 - 7</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>5 - 27</b>

**Quadro 2- Método de pontuação da argumentação**

<b>AVALIAÇÃO INTEGRAL DO CONCEITO</b>
<b>Excelente 24 – 27</b> <b>Muito bom 21 – 23</b> <b>Bom 19 – 20</b> <b>Regular 16 – 18</b> <b>Ruim &lt; 16</b>

Foi analisado somente os resultados dos estudantes do 4° e 6° semestre que participaram das três etapas da pesquisa, exceto os estudantes do 1° semestre que participaram somente da 1ª etapa considerada como o diagnóstico para identificar o conceito de Equilíbrio destes estudantes.

Foram avaliadas somente as respostas conceituais de 13 estudantes, sendo quatro do 1° semestre, três do 4° semestre e três do 6° semestre. A escolha dos 4 estudantes do 1° semestre foi feita com base no maior número de questões respondidas na lista A pelos estudantes. Já os estudantes do 4° e 6° semestre foram escolhidos pelo fato de terem participado das três etapas da pesquisa, respondendo as listas A, B, C.

Os estudantes foram identificados por uma letra e um número. A letra representa o estudante e o número, o semestre no qual está matriculado, por exemplo, estudante C4 → C = LETRA, 4 = semestre.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a análise dos resultados do conceito de Equilíbrio Químico definido pelos estudantes do curso de Licenciatura em Química, da Universidade Estadual de Roraima que participaram desta pesquisa, pode-se verificar algumas dificuldades, que foram parcialmente representadas nas tabelas 3, 4, e 5. As tabelas representam as notas dos estudantes, que são identificados por uma letra. As notas podem variar conforme a tabulação apresentada no quadro 01, e foi considerado ruim o estudante que obteve nota menor que 16, regular quem obteve nota entre 16 e 18, bom entre 19 e 20, muito bom entre 21 e 23, e excelente entre 24 e 27.

**Tabela 1 – Nota referente às categorias dos estudantes do 1º semestre do curso de licenciatura em química da Universidade Estadual de Roraima.**

<b>Estudantes</b>	<b>Nota - Categorias (lista A)</b>	<b>Nota- Categorias (lista B)</b>	<b>Nota - Categorias (lista C)</b>
<b>A1</b>	5	-	-
<b>B1</b>	5	-	-
<b>C1</b>	5	-	-
<b>D1</b>	5	-	-
<b>E1</b>	5	-	-
<b>F1</b>	5	-	-
<b>G1</b>	5	-	-
<b>H1</b>	5	-	-
<b>I1</b>	5	-	-
<b>J1</b>	5	-	-
<b>K1</b>	5	-	-
<b>L1</b>	5	-	-
<b>M1</b>	5	-	-
<b>N1</b>	5	-	-
<b>O1</b>	5	-	-
<b>P1</b>	5	-	-

**Tabela 2 – Nota referente às categorias dos estudantes do 4º semestre do curso de licenciatura em química da Universidade Estadual de Roraima.**

<b>Estudantes</b>	<b>Nota Categorias (lista A)</b>	<b>Nota Categorias (lista B)</b>	<b>Nota Categorias (lista C)</b>
A4	5	-	-
B4	12	17	-
C4	11	-	-
D4	5	-	-
E4	7	-	-
F4	8	16	14
G4	5	-	-
H4	9	-	-
I4	11	-	-
J4	11	19	18
K4	12	5	-
L4	5	19	-
M4	11	17	8
N4	12	11	8
O4	6	-	15
P4	10	16	8
Q4	-	20	-
R4	-	15	-

**Tabela 3 – Nota referente às categorias dos estudantes do 6º semestre do curso de licenciatura em química da Universidade Estadual de Roraima.**

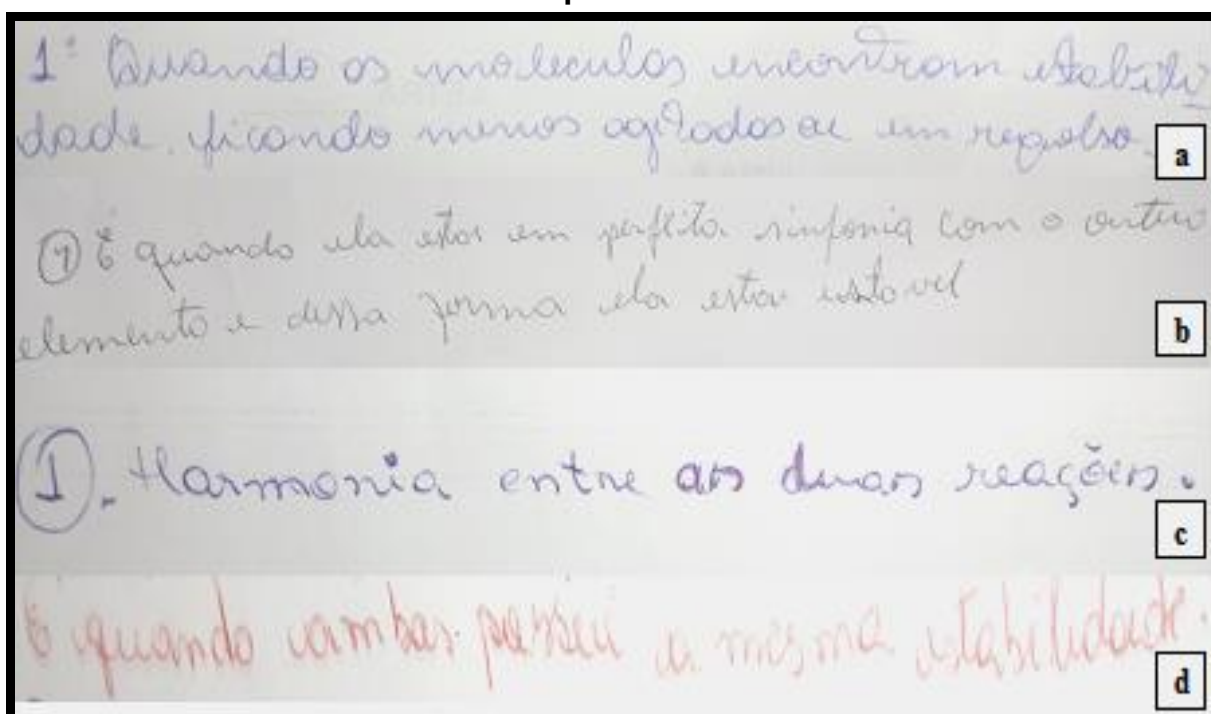
<b>Estudantes</b>	<b>Nota Categorias (lista A)</b>	<b>Nota Categorias (lista B)</b>	<b>Nota - Categorias (lista C)</b>
A6	5	-	-
B6	7	20	-
C6	12	10	-
D6	5	10	6
E6	5	12	-
F6	9	18	13
G6	5	-	-
H6	19	-	15
I6	-	22	-
J6	13	-	6
K6	6	12	5
L6	-	-	5
M6	-	-	7
N6	-	-	15
O6	-	-	5

As tabelas anteriores demonstram as notas dos estudantes referentes às listas A, B e C. Sendo que a tabela 1 apresenta apenas a 1ª etapa das notas dos estudantes do 1º semestre do curso de Licenciatura em Química, participantes apenas da 1ª etapa do diagnóstico e que responderam somente a **Lista A**.

#### 4.1 Conceito sobre Equilíbrio Químico dos estudantes do 1º semestre

Analisando o conceito dos estudantes do 1º semestre e procurando compreender como encontra-se o conceito dos ingressos no curso de Licenciatura em Química, verificou-se uma extrema dificuldade na definição do conceito de Equilíbrio Químico. Estes estudantes responderam somente a primeira pergunta da **Lista A** deixando as demais em branco, e foram geradas as seguintes respostas dos estudantes aqui chamadas **C1**, **D1**, **N1**, **M1** e representada na figura 1:

**Figura 1- Resposta dos estudantes C1 (1a), D1 (1b), N1 (1c) e M1 (1d) do 1º semestre do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima, quando questionados sobre quando uma reação química está em equilíbrio.**



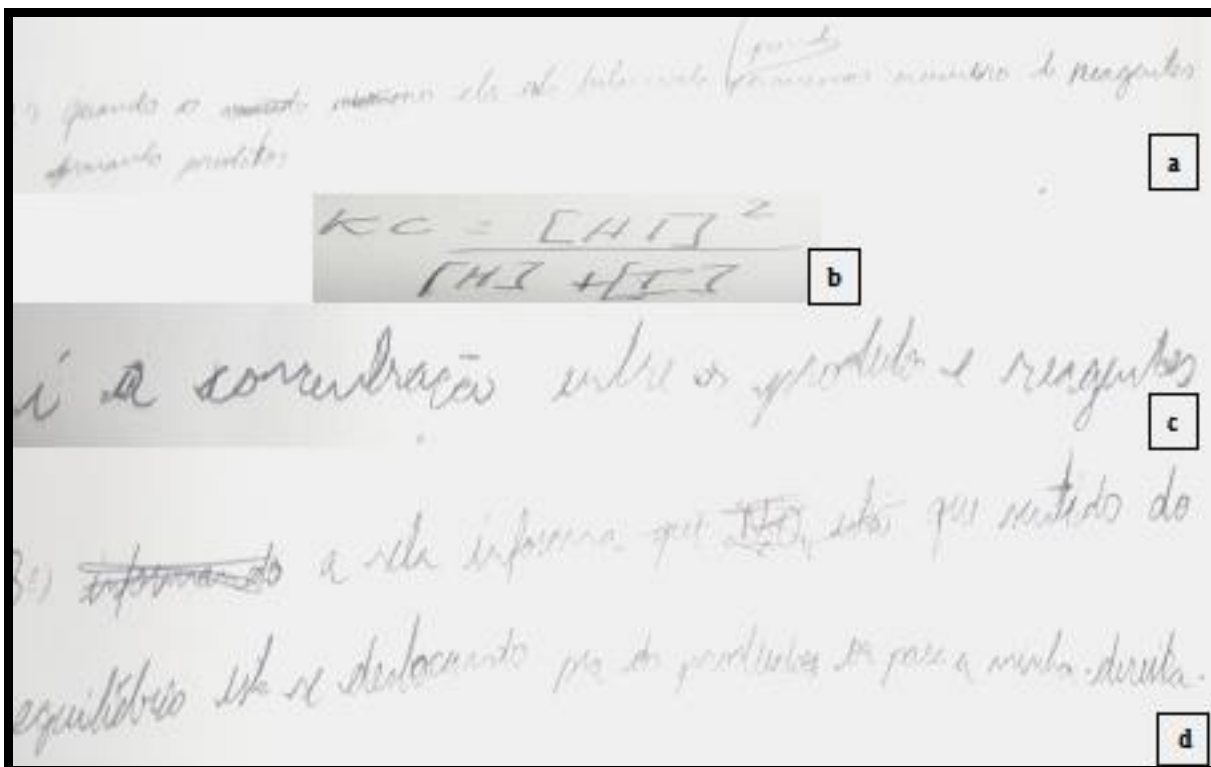
Diante das respostas dos estudantes pode se verificar que a concepção de Equilíbrio Químico esta estritamente ligada a um sentido de igualdade ou estabilidade, pois, segundo o dicionário Aurélio (2009) a palavra harmonia citada pelo estudante **N1** pode ter como significado: proporção, ordem e simetria. Os estudantes do primeiro semestre relataram que este seria o seu primeiro contato com a temática Equilíbrio Químico pelo fato que durante o Ensino Médio este conteúdo não foi repassado, logo não poderiam responder a **Lista A** de forma precisa.

Teixeira e Silva (2009) buscaram encontrar respostas por meio de pesquisas no ensino de Química que possibilitassem entender o porquê dessas dificuldades. As respostas indicaram que não havia uma preocupação sobre “o que, como e porque ensinar equilíbrio químico” na formação inicial docente, sendo que os futuros professores parecem não receber uma formação prático-teórico suficiente, tanto nas aprendizagens conceituais como no tratamento de como ensinar este conteúdo, o que proporciona sérios problemas no processo de ensino e aprendizagem na educação básica onde estes futuros professores poderão atuar.

#### **4.2 Conceito dos estudantes do 4° semestre**

Durante a análise dos resultados dos três estudantes do 4° semestre que participaram das três etapas da pesquisa por estarem presentes durante sua realização, estes estudantes apresentaram uma melhor compreensão do conceito de Equilíbrio Químico pelo fato de terem tido o primeiro contato por meio da disciplina Química Geral II. Entretanto, pôde ser verificado as mesmas dificuldades na definição do conceito de Equilíbrio Químico pelos estudantes **F4, J4, P4**. A figura **2** apresenta a resposta do estudante F4 referente a 1ª lista aplicada:

**Figura-2** Resposta do estudante F4 referente a 1ª lista aplicada no 4º semestre do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.



Após a tabulação das respostas conforme quadro 1, o Estudante **F4** obteve nota **8**, sendo considerada uma nota ruim. Na correção da **Lista A** ele respondeu a primeira questão (**figura 2-a**) sobre o conceito de Equilíbrio Químico dando algumas características como: a equação deve estar balanceada, existência de reagentes e produtos com concentrações iguais. Verificou-se ainda que o estudante escreve a constante de Equilíbrio (**figura 2-b**) com o sinal de multiplicação trocado pelo sinal de soma, não descreve de forma correta o significado da constante em uma reação química (**figura 2-c**) e não consegue explicar o significado das setas em uma reação de deslocamento do Equilíbrio Químico conforme ilustrado na **Figura 2-d**.

O estudante possui dificuldades em descrever o conceito criando à relação de igualdade entre produtos e reagentes como pré-requisito para uma reação estar em equilíbrio e representou a constante de Equilíbrio de forma incorreta.

Diante das respostas analisadas das questões na **lista B** do estudante **F4** foi possível verificar uma pequena evolução em comparação às respostas da **lista A**. Na primeira questão o estudante afirma que durante a reação, os produtos formaram os reagentes com o passar do tempo e explica parcialmente o princípio de Le

Chatelier conforme representado na **figura 3-a**. Ao responder a 2ª questão explica que o equilíbrio esta sendo formado entre X e Z e, que no tempo de 10 horas, as concentrações param de variar e permanecem constantes (**Figura 3-b**). Ao determinar os fatores que alteram o Equilíbrio Químico, na 3ª questão, ele cita somente a velocidade e temperatura (**figura 3-c**). Quando é cobrado a representação de como ocorre a reação entre  $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightarrow 2\text{HI}_{(g)}$ , o estudante representa a reação ocorrendo em etapas separadas (**figura 3-d**) e não consegue visualizar a reação em um único recipiente como é representado pelo software *Equil* (**figura 4**).

**Figura-3 Resposta do F4 estudante do 4º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**

**a**

$\text{O} + \text{O} \rightleftharpoons \text{O}_2$

com o passar do tempo o produto formado no recipiente e como após uma perturbação no recipiente o equilíbrio se deslocará para os produtos

**b**

o equilíbrio está sendo formado de X e Z e de acordo como o gráfico em 10h está constante

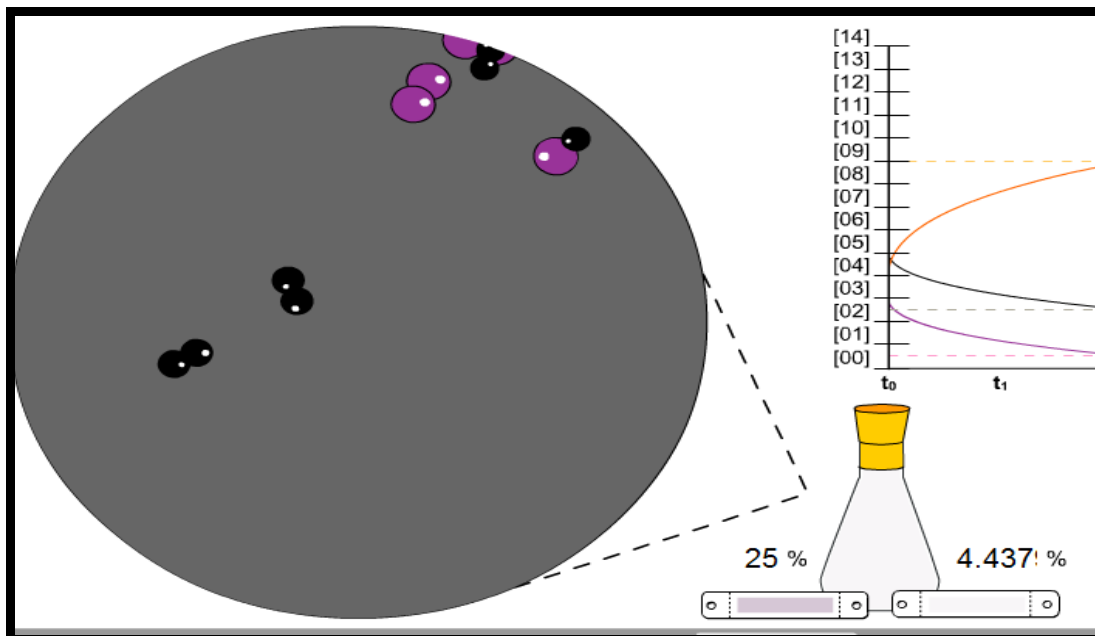
**c**

Velocidade, temperatura

**d**

Diagram illustrating the reaction  $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightarrow 2\text{HI}_{(g)}$  using particles in boxes. The first box contains 2  $\text{H}_2$  molecules (each with 2 small circles) and 1  $\text{I}_2$  molecule (each with 2 large circles). The second box contains 2  $\text{HI}$  molecules (each with 1 small and 1 large circle). An equilibrium arrow points between the boxes.

**Figura-4** Representação do software *Equil* – Uma Reação ocorrendo em um único recipiente.



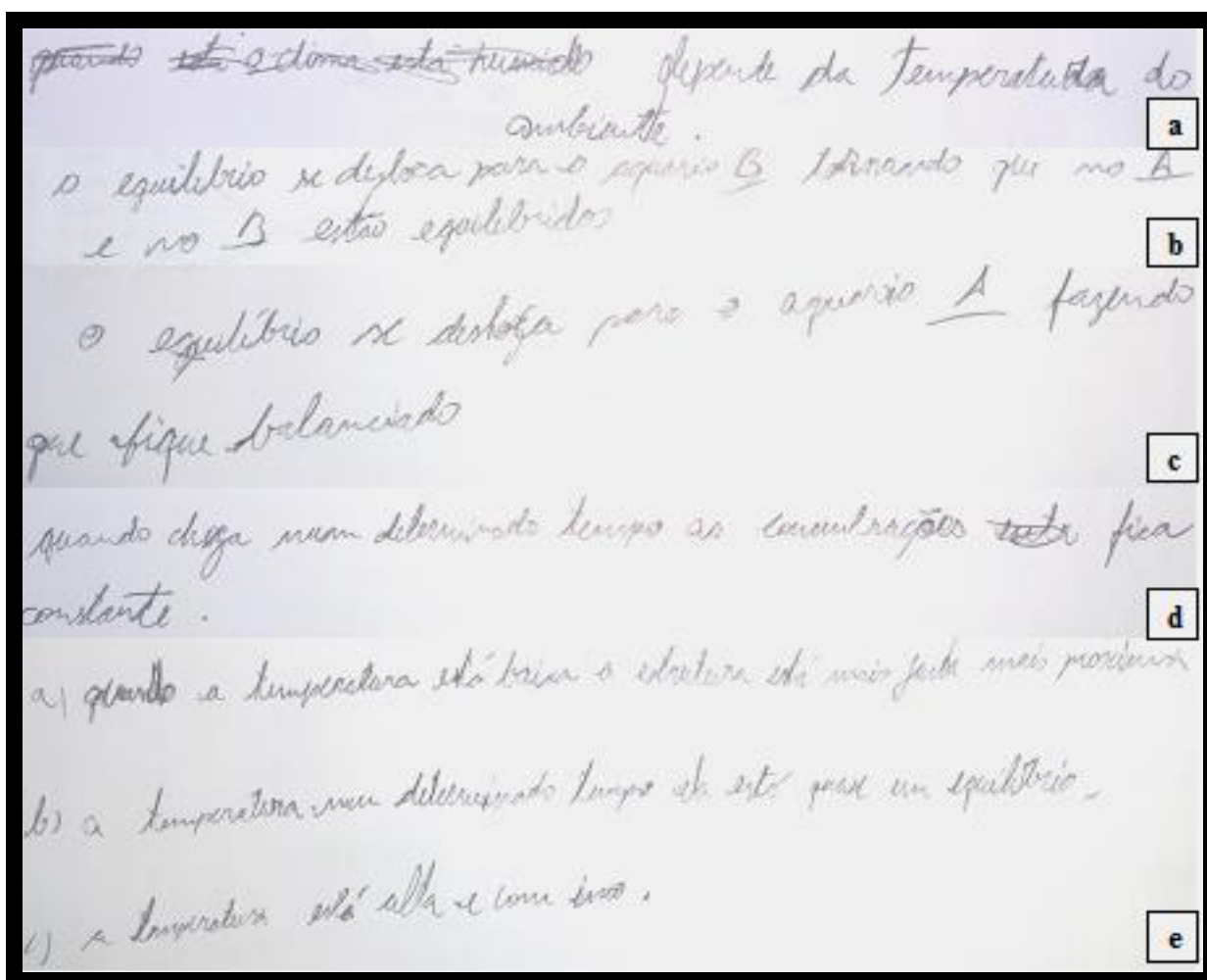
Durante a segunda etapa após a utilização do software *Equil* o estudante **F4** obteve nota 16 sendo esta considerada uma nota regular. O estudante obteve uma melhor nota, conseguindo descrever melhor o conceito do Equilíbrio Químico e explicando o fenômeno que ocorre no gráfico da 2ª questão da **Lista B**.

Após duas semanas da aplicação da **Lista B** e utilização da ferramenta de aprendizagem *Equil*, aplicou-se a **Lista C** com o objetivo de verificar a permanência do conceito ou uma possível modificação conceitual.

A primeira questão da **Lista C** solicitava que o estudante explicasse o fenômeno que ocorre no “galinho do tempo” e sua relação com a temática Equilíbrio Químico, e o estudante **F4** respondeu que depende da temperatura do ambiente, sendo que não foi citada nenhuma relação com a substância contida dentro do “galinho” (**Figura 5-a**). A 2ª questão da Lista C foi deixada em branco, pois segundo o próprio estudante, não conseguiu interpretar o enunciado da questão, que abordava o Princípio de Le Chatelier. Na 3ª questão o estudante respondeu as questões 3.1 (**figura 5-b**) e 3.2 (**figura 5-c**) de forma correta já na questão 3.3, que pedia a definição do conceito de Equilíbrio Químico, o estudante deixou em branco. Na questão 4 após análise dos modelos, o estudante afirmou que o modelo **B** seria

o sistema no qual há o equilíbrio, sendo que o modelo D é o correto pelo fato de representar reagentes e produtos em um único sistema. Na Questão 5 foi repetido o mesmo gráfico da questão 4 da **Lista B** tendo como resposta: quando chega em um determinado tempo as concentrações ficam constantes (**Figura 5-d**). Já na última questão o estudante tenta explicar o efeito da temperatura no Equilíbrio Químico, sendo que possui dificuldades na conexão das ideias para gerar a resposta e explica o efeito da temperatura na organização das moléculas (**Figura 5-e**).

**Figura-5 Resposta do estudante F4 do 4º semestre - 3ª etapa do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**



Durante análise das respostas do estudante **F4** na **Lista C**, constatou-se que o estudante obteve nota 14 sendo esta inferior a 16, conforme a tabela 4, e a nota foi considerada ruim. O estudante **F4** teve dificuldades em responder a **Lista C**, durante a análise foi possível verificar algumas dificuldades, principalmente na construção



das respostas, tendo-se em vista que durante o processo de avaliação foi levado em consideração o modo como é construído o discurso escrito, desde os pontos de vista conceitual e gramatical, até chegar à conclusão.

**J4** ao responder a 1ª questão o estudante apresenta uma relação direta do Equilíbrio Químico com as condições normais de temperatura e pressão e equivalência do mesmo número de mol nos reagentes e produtos (**Figura 6-a**). Ao responder a 2ª questão o estudante parece não ter interpretado ao enunciado de forma correta, pois o mesmo explica um possível deslocamento do equilíbrio em função do coeficiente da substância  $\text{NO}_2$  (**Figura 6-b**) e não representa como a reação entra em equilíbrio. Ao explicar os significados das setas em uma reação química, o estudante explica de forma resumida: “reage e forma, significa que a reação está em equilíbrio” (**Figura 6-c**).

Ao escrever a constante de equilíbrio na 4ª questão o estudante não eleva ao expoente 2 o coeficiente HI (**Figura 6-d**), já na 5ª questão o estudante explica o significado da constante de equilíbrio em uma reação química, colocando em evidência a importância direta do número de mol e da temperatura na constante (**Figura 6-e**). A 6ª questão que pedia a explicação do princípio de Le Chatelier foi deixada em branco.

**Figura-6 Resposta do estudante J4 do 4º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**

1) Quanto uma reação se encontra nos mesmos condições de temperatura e pressão, a possui o mesmo número de mol.

2) O número de mol de produtos é maior que o número de mol de reagentes, fazendo assim o equilíbrio se deslocar para os reagentes.

Reação este. em equilíbrio. Reage e forma. Se quisermos que z

4) 
$$K_c = \frac{[H_2]}{[H_2][I_2]}$$

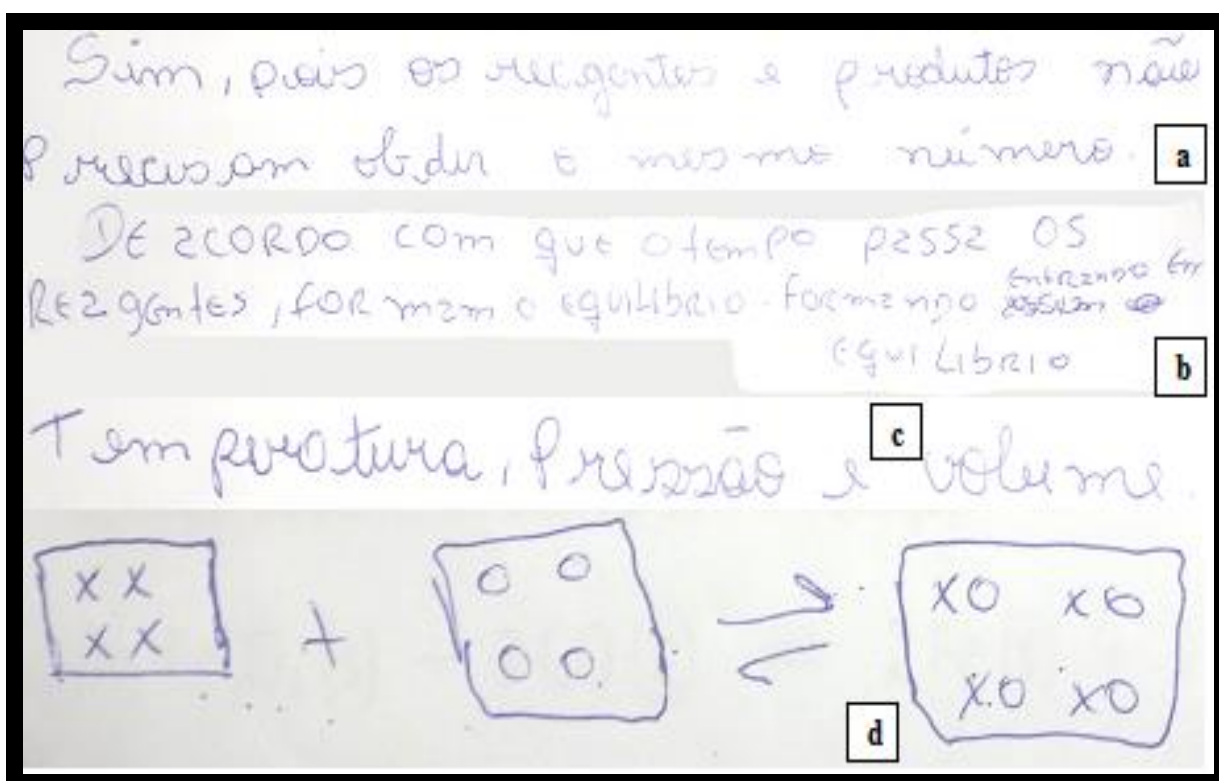
5) É o valor que relaciona produto e reagentes no momento do equilíbrio, num. 2 determina de temperatura em função do número de mol

O estudante **J4** que participou das três etapas da pesquisa obteve nota 11 ao responder a **Lista A**. Durante análise dos resultados das respostas desta lista foi possível verificar algumas dificuldades na definição do conceito do Equilíbrio Químico, pelo estudante. O estudante não possui o domínio do conceito apesar de ter tido contato com a temática do equilíbrio químico durante o ensino médio e na disciplina de química geral II, não possui o domínio qualitativo e quantitativo, pois não representa a constante de forma correta, logo a definição do conceito é equivocada.

Durante análise da **Lista B** que foi aplicada após a utilização da ferramenta de aprendizagem *Equil*, o estudante **J4** obteve nota 19 e foi considerada uma nota com conceito **BOM**, havendo uma pequena evolução em relação à **Lista A** na definição do conceito de Equilíbrio Químico.

Ao analisar o diagrama da **Lista B** na 1ª questão que representa uma reação entrando em Equilíbrio, foi pedido para o estudante indicar se realmente a reação entraria em equilíbrio e justificasse o motivo. A resposta dada foi considerada incompleta, pois o estudante **J4** afirmou que o diagrama realmente representa um sistema em Equilíbrio, mas no processo de construção da argumentação na resposta não obteve êxito (**Figura 7-a**). O estudante **J4** explicou o que ocorria no gráfico da 2ª questão da **Lista B**, indicando a formação do Equilíbrio Químico com o passar do tempo (**Figura 7-b**). Na 3ª questão o estudante **J4** explicou que os fatores que alteram o Equilíbrio Químico são: Temperatura, Pressão e Volume (**Figura 7-c**). Na representação de como a reação entra em Equilíbrio por meio de desenhos o estudante ilustrou a reação ocorrendo em etapas separadas, ao invés de demonstrar toda a reação em um único recipiente (**Figura 7-d**).

**Figura- 7 Resposta do estudante J do 4º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**



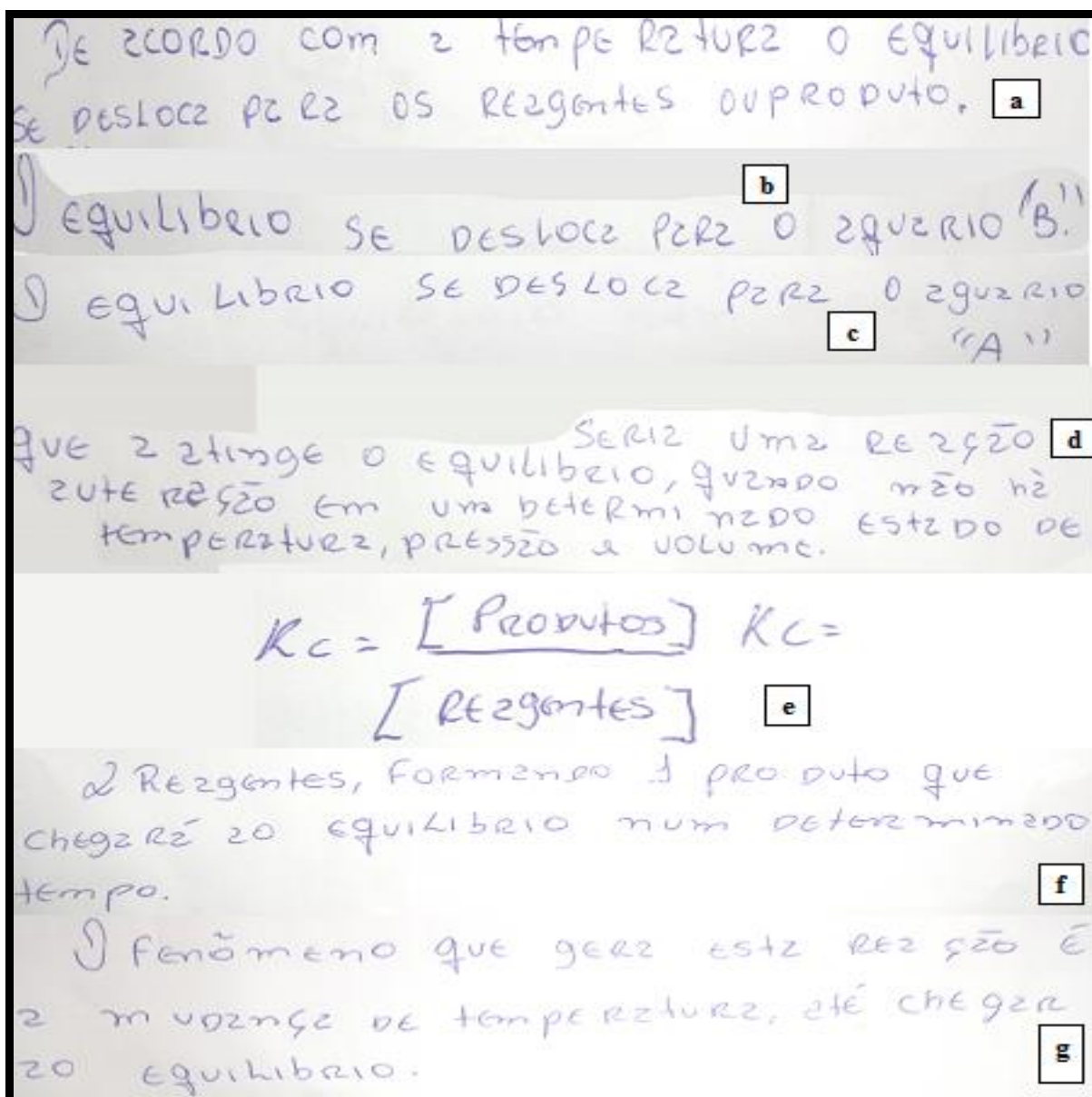
Durante análise da **Lista B** que foi aplicada após a utilização da ferramenta de aprendizagem *Equil*, o estudante **J4** obteve nota 19 e foi considerada uma nota com conceito **BOM**, havendo uma pequena evolução em relação à **Lista A** na

determinação do conceito de Equilíbrio Químico. A utilização do *software equil* facilitou a representação do conceito do equilíbrio químico para o estudante **J4**, mas o conceito ainda permaneceu incompleto, o volume foi confundido com a concentração, como um dos fatores que alteram o equilíbrio químico

A 1ª questão da **Lista C** que aborda o galinheiro do tempo e sua relação com o Equilíbrio Químico, teve como resposta pelo estudante **J4** o efeito da temperatura no deslocamento do Equilíbrio Químico (**Figura 8-a**). A 2ª questão foi deixada em branco, já na 3ª questão o estudante **J4** explicou de forma correta as questões **3.1 (Figura 8-b)** e **3.2 (Figura 8-c)**, ao explicar o conceito de Equilíbrio Químico na questão **3.3**, o estudante explica que não muda o estado de equilíbrio quando não há alteração na pressão, temperatura e volume (**Figura 8-d**). Na 4ª Questão após analisar o modelo que representa uma amostra na fase gasosa de um sistema, o estudante optou pelo modelo **D**, mas não expressou a constante de equilíbrio na questão 4.1 de forma correta (**Figura 8-e**).

Na **5ª questão** o estudante explica o que ocorre no gráfico de uma determinada reação entrando em Equilíbrio Químico (**Figura 8-f**) que também foi interpretado na **2ª questão da Lista B (figura 7-b)**. Na 6ª questão o estudante consegue explicar o efeito da temperatura no fenômeno que gera a mudança de coloração na substância (**Figura 8-g**).

Figura-8 Resposta do estudante J4 do 4º semestre - 3ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.



Ao aplicar a **Lista C** com objetivo de verificar o conceito após duas semanas da utilização da ferramenta de aprendizagem *Equil* foi possível verificar que o estudante **J4** obteve nota 18 considerada uma nota **regular**.

A estudante **P4** obteve nota 10 na **Lista A** e teve um conceito considerado ruim e, apresentou algumas dificuldades na determinação do conceito de Equilíbrio Químico.

Na 1ª questão foi explicado o significado de uma reação estar em Equilíbrio, a estudante relacionou as condições normais de temperatura e pressão como fatores relacionados a uma reação entrar em Equilíbrio (**Figura 9-a**), na 2ª questão a estudante determinou que a quantidade de número de mols dos produtos é maior

que a dos reagentes, logo o Equilíbrio Químico se deslocará para a direita e por este motivo a reação é endotérmica (**Figura 9-b**).

Ao expor o significado das setas na 3ª questão em uma reação de deslocamento do Equilíbrio Químico, a estudante **P4** afirmou que toda reação direta é exotérmica e toda reação inversa é endotérmica (**Figura 9-c**).

Na 4ª questão houve um equívoco na determinação da constante de Equilíbrio, onde todas as concentrações foram elevadas ao quadrado (**figura 9-d**) e, as 5ª e 6ª questões foram deixadas em branco.

**Figura-9 Resposta do estudante P do 4º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**

① reação em equilíbrio, deve estar nas condições normais de temperatura e pressão. **a**

② O número de mol dos produtos é maior que dos reagentes, assim fazendo o equilíbrio químico se deslocar para o sentido dos reagentes, assim fazendo uma reação inversa fazendo a mesma reação uma reação endotérmica. **b**

③ As setas, das setas mudam de sentido e inversa, o deslocamento do equilíbrio químico,   
 $\rightleftharpoons$    
 quando a seta se desloca para a direita a reação é exotérmica, quando a seta se desloca para a esquerda a reação é endotérmica. **c**

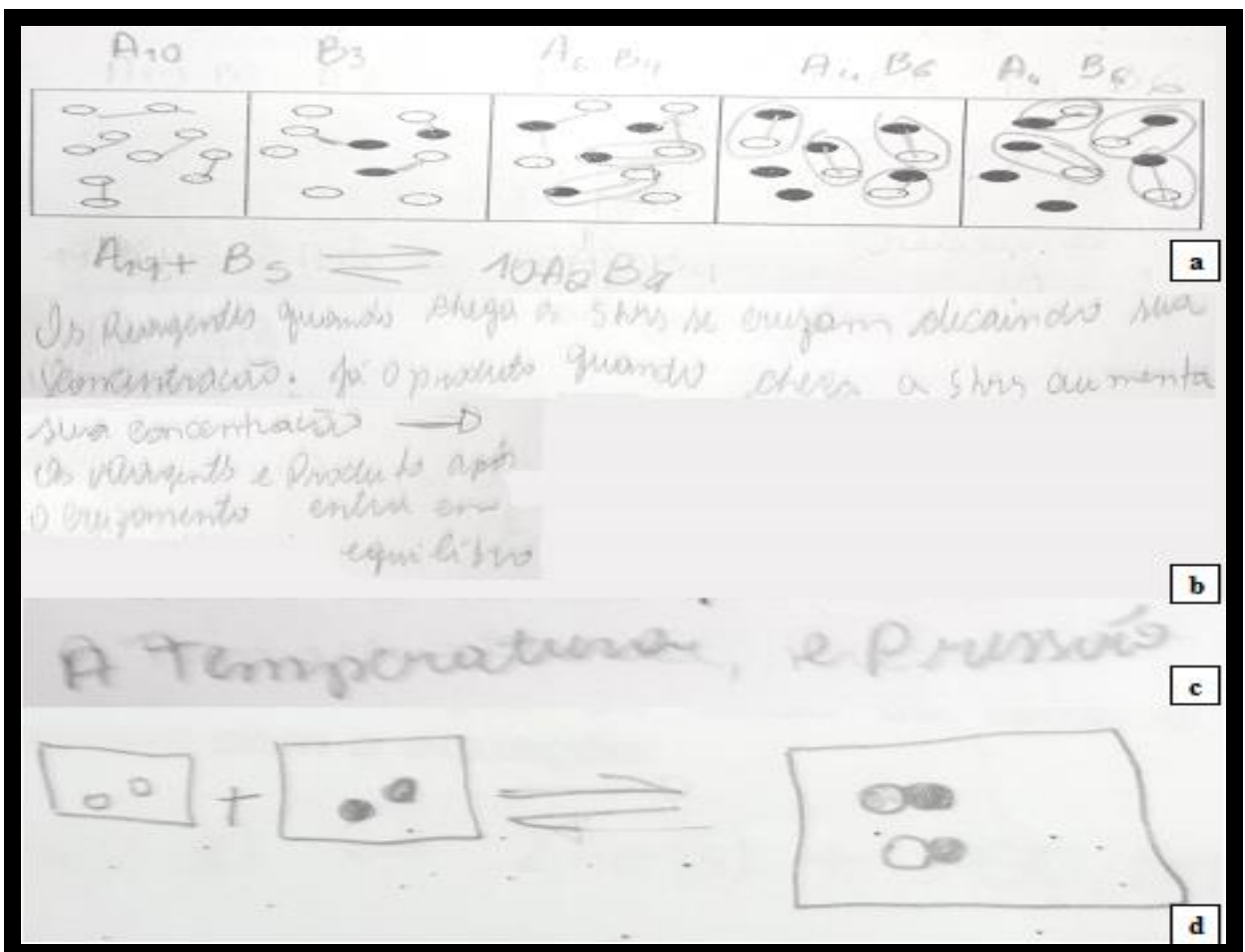
④  $K_c = \frac{[2HI]^2}{[H_2]^2 \cdot [I_2]^2}$  **d**

A estudante **P4** obteve nota 10 na **Lista A** e teve um conceito considerado ruim e, apresentou algumas dificuldades na determinação do conceito de Equilíbrio Químico. Estabelecendo que as condições normais de temperatura e pressão são fatores que estão diretamente ligados ao conceito e afirma que o deslocamento do

equilíbrio ocorre quando os processos endotérmico e exotérmico estão presentes. Além disso, não considera a concentração como fator determinante para o real deslocamento do Equilíbrio Químico e a constante é representado de forma equivocada, desta forma, o conceito do estudante possui vários erros que indicam dificuldades nesta temática.

Na 1ª questão da **Lista B** que tem diagramas de representação de uma reação hipotética de **A** → **B**, no qual a estudante teria que explicar se o sistema teria atingido o estado de Equilíbrio, foi representado pela quantidade de esferas pretas e brancas (**Figura 10-a**). Na 2ª Questão foi descrito o que ocorria no gráfico, (**Figura 10-b**), na 3ª Questão sobre os fatores que alteram o Equilíbrio Químico a estudante indicou: temperatura e pressão (**Figura 10-c**) e na 4ª questão desenhou a reação ocorrendo em recipientes separados (**Figura 10-d**)

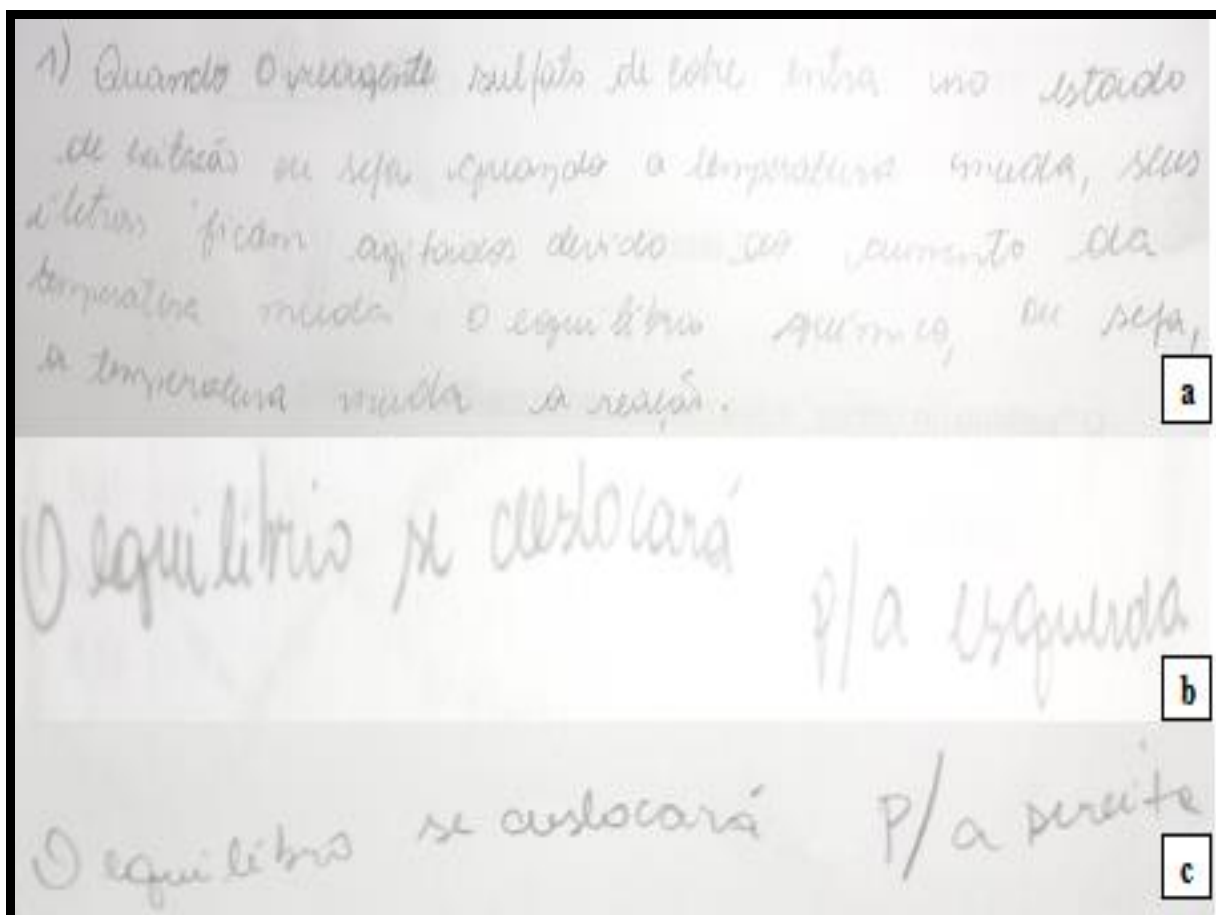
**Figura-10 Resposta do estudante P do 4º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**



Na **Lista B** o estudante **P4** conseguiu obter nota 16 sendo considerada uma nota regular, devido conseguir descrever o fenômeno que ocorre no gráfico e indicar de forma parcial os fatores que influenciam o Equilíbrio Químico. **P4** demonstra na **figura 10-a** a relação das quantidades de bolinhas brancas e pretas para a representação de uma reação estar em equilíbrio, não conseguindo observar a modificação do fenômeno de forma contínua.

Na primeira questão da **Lista C** após análise da relação do “galinho do tempo” a estudante **P4** respondeu a 1ª questão afirmando que o reagente presente no fenômeno é o sulfato de cobre que, sob efeito da mudança de temperatura, muda o Equilíbrio Químico, devido à excitação dos elétrons (**figura 11-a**). As questões **3.1 (figura 11-b)** e **3.2 (figura 11-c)** foram interpretada de forma errônea, pois a questão colocava em evidência o princípio de Le Chatelier, mas a estudante propôs uma resposta inversa ao fenômeno de deslocamento do Equilíbrio Químico.

**Figura-11 Resposta do estudante P do 4º semestre - 3ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**





Durante a análise dos resultados da **Lista C**, que foi aplicada três semanas após a utilização do *software Equil*, verificou-se que o estudante **P4** continua com várias dificuldades, tendo-se em vista que na terceira etapa da pesquisa 80 % das questões foram deixadas em branco tendo obtido nota **8** no conceito de Equilíbrio Químico, considerada uma nota **Ruim**. Ressalta-se que **J4** participou da disciplina de Química Geral II, tendo em sua ementa a temática Equilíbrio Químico, sendo este o primeiro contato no Ensino Superior.

### **4.3 Conceito dos estudantes do 6º semestre**

A verificação das respostas dos estudantes **D6**, **F6** e **K6** do 6º semestre possibilitou a identificação de várias dificuldades na definição do conceito de Equilíbrio Químico, não existindo nenhuma evolução do conceito mesmo após a intervenção do *software Equil*, conforme verificado na tabela 5.

Nesta lista, a 1ª questão indagava sobre o significado de uma reação estar em Equilíbrio, o estudante **D6** tentou explicar uma possível igualdade entre reagentes e produtos em uma reação química (**Figura 12-a**). Na 2ª questão o estudante **D6** representou como uma reação entrava em equilíbrio, por meio de reações e um gráfico que aparenta ser de formação de um produto o  $\text{HI}_{(g)}$  (**Figura 12-b**).

Ao explicar o significado das setas em uma reação o estudante somente desenhou as setas que representam uma reação em Equilíbrio (**Figura 12-c**), a 4ª questão foi deixada em branco, a 5ª questão procurava um esclarecimento sobre o significado da constante de Equilíbrio, sendo que o estudante **D4** relacionou a palavra constante com uma possível não variação das concentrações ao longo do tempo (**Figura 12-d**) e na 6ª questão, ao explicar o princípio de Le Chatelier, o estudante **D6** explicou que ao adicionar um indicador em uma reação ela possibilita o deslocamento do Equilíbrio Químico (**Figura 12-e**).

**Figura-12** Resposta do estudante D do 6º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.

Entre as quantidades do reagente e produtos em uma reação química

Em que as proporções

$N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

$H_2(g) + I_2 \rightarrow 2HI$

Gráfico de concentração vs. tempo para  $2HI$

a constante de Equilíbrio quando se mantém ao longo do tempo

É o Princípio quando o reagente se transforma em produto e constante Equilíbrio. Quando coloca-se um indicador e volta do produto p/ o reagente chamamos reversível

Após análise do conceito do estudante **D6** que obteve nota 5 ao responder a **Lista A**, considerada um diagnóstico do conceito de Equilíbrio Químico, foi possível verificar várias dificuldades, em uma delas o estudante afirmou que ao adicionar um indicador em uma solução o equilíbrio químico é deslocado e o Princípio de Le Chatelier foi explicado desta forma.

A resposta da 1ª questão da **Lista B** que apresentava diagramas de progressão de uma reação hipotética  $A \rightarrow B$ , na qual perguntava qual diagrama indicava um sistema em Equilíbrio, o estudante identificou assinalando (**Figura 13-a**) qual sistema representava o equilíbrio, mas não justificou a resposta, já na 2ª questão justificou o gráfico explicando o valor inicial das concentrações e as modificações que ocorriam (**Figura 13-b e 13-c**). Na 3ª questão o estudante **D6** apontou a temperatura e a concentração (**Figura 13-d**) como únicos fatores que alteram o Equilíbrio Químico, a 4ª questão que pedia a ilustração de quadrinhos de

desenho de uma reação entrando em Equilíbrio foi explicada ocorrendo em etapas (Figura 13-e).

**Figura-13** Resposta do estudante D do 6º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.

The figure shows a student's handwritten response to a question about a reaction reaching equilibrium. It is divided into five parts labeled a through e:

- a**: A diagram showing five stages of a reaction in a rectangular container. The first stage shows 10 white circles (reactant A) and 0 black circles (reactant B). The second stage shows 7 white circles and 3 black circles. The third stage shows 4 white circles and 6 black circles. The fourth stage shows 3 white circles and 7 black circles. The fifth stage shows 3 white circles and 7 black circles, representing equilibrium. Above the diagram, it says "A = Branco" and "B = Preto".
- b**: Handwritten text: "O produto está no 0,00 do gráfico. E o reagente está no 0,40".
- c**: Handwritten text: "O produto aumenta e o reagente diminui até chegarem a ficar constante. Chegando ao equilíbrio".
- d**: Handwritten text: "Temperatura Concentração".
- e**: A chemical reaction diagram for  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HI}(\text{g})$ . It shows three boxes representing the reaction progress. The first box (labeled H) contains 1 white circle and 1 black circle. The second box (labeled I) contains 8 white circles and 8 black circles. The third box shows 2 white circles and 8 black circles. An arrow points from the second box to the third.

Ao responder a **Lista B** após a utilização do software Equil o estudante obteve nota 10 considerada uma nota ruim, havendo uma pequena evolução em relação aos resultados verificados na **Lista A**.

O estudante **D6**, ao responder a 1ª questão sobre o galinheiro do tempo, relacionou a cor do galo com a cor da substância envolvida no fenômeno representado por meio de uma reação química (**Figura 14-a**). Na 2ª questão da **Lista C** foi respondida somente sob análise da reação  $2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g})$  afirmando que a reação é reversível (**Figura 14-b**).

Ao responder a questão 3.1 a estudante explicou que, ao adicionarmos 7 peixes no aquário A, ficaria mais concentrado (**Figura 14-c**), e na questão 3.2 ficaria com a mesma concentração, ou seja, mais equilibrada (**Figura 14-d**), enquanto que a 3.3 foi deixada em branco.

**Figura-14 Resposta do estudante D do 6° semestre - 3ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**

Handwritten text in section (a):

Composto (Azul) + água (líq)  $\rightleftharpoons$  Composto Azul (sólido)  
 Composto (Azul) sólido + luz  $\rightleftharpoons$  Composto (Azul) (líq)  
 Chegou no equilíbrio

Section (b) text: "Porque a reação é reversível"

Chemical equation in (b):  $2 \text{Fe}(s) + 3 \text{CO}_2(g) \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 3 \text{CO}(g)$

Diagram (c) shows two fish tanks, A and B, connected by a tube. Tank A contains 7 fish and Tank B contains 3 fish. A hand is shown pouring fish into tank A.

Text below (c): "A = ficaria mais concentrado"

Diagram (d) shows two fish tanks, A and B, connected by a tube. Tank A contains 4 fish and Tank B contains 4 fish.

Text below (d): "Ficaria com mesma concentração equilibrada"

Na 4ª Questão foi indicado o modelo B como sendo um sistema que representava o Equilíbrio Químico (**Figura 15-a**), a questão 4.1 não foi balanceada pelo estudante e ao expressar a constante de Equilíbrio não elevou ao quadrado a substância  $\text{HCl}_{(g)}$  (**Figura 15-b**). Já a 5ª Questão relacionada com a interpretação do

gráfico, a estudante descreveu os valores das concentrações e a um determinado tempo, a igualdade das velocidades (**Figura 15-c**). Na **6ª Questão**, a temperatura foi dita como o fenômeno responsável pela mudança de estado do líquido presente no recipiente e mudança de coloração da substância presente (**Figura 15-d**).

**Figura-15 Resposta do estudante D do 6º semestre - 3ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**

The figure shows a student's handwritten response divided into four sections labeled a, b, c, and d. Section a contains two diagrams of a container with a horizontal line, showing dark circles (representing molecules) above and below the line. Section b shows a chemical equation:  $KCl \rightleftharpoons HCl$  over  $(H_2) \cdot (Cl_2)$ . Section c contains handwritten text: "Os reagentes estão na concentração 0,40, 0,20. estão diminuindo para 0,10, 0,105, ... O produto está 0,00 está subindo p/ 0,30 de sua concentração, até chegar na mesma velocidade". Section d contains handwritten text: "Temperatura: quanto mais quente o gelo derreterá e chega no Equilíbrio e o líquido".

Ao responder a **Lista C** o estudante **D6** obteve nota 6, havendo a **diminuição** da nota em relação a **Lista B** conforme **tabela 5**. O estudante **D6** obteve este conceito devido não conseguir explicar de forma clara os fenômenos que ocorriam ao longo da **lista C**, o estudante descreveu uma equação química (**figura 14- a**) que não está de acordo com o fenômeno que ocorre na primeira questão. A adição de peixes na 3ª questão não é relacionada em nenhum momento com o princípio de Le Chatelier e, na 4ª questão o estudante escolhe o modelo b, não observando que uma reação em equilíbrio deve estar todas as moléculas presentes na reação conforme o modelo **D**.

A 1ª questão que pedia o significado de uma reação estar em Equilíbrio, teve como resposta dada pelo estudante **F6**: a mesma quantidade de mols dos reagentes sendo igual ao dos produtos (**Figura 16-a**), na 2ª questão ao representar como uma reação entra em equilíbrio foi exemplificada por meio da constante de Equilíbrio (**Figura 16-b**), a 3ª questão não foi respondida, na 4ª questão o estudante representou a constante de equilíbrio (**Figura 16-c**). A 5ª questão pedia explicação sobre o significado da constante de equilíbrio em uma reação Química, o estudante **F6** descreveu que a constante de equilíbrio está relacionada com a quantidade de matéria dos reagentes e dos produtos, para saber se estão em Equilíbrio (**Figura 16-d**). Na 6ª questão ao explicar o princípio de Le Chatelier, o estudante **D6** expressou que o princípio refere-se ao deslocamento do Equilíbrio no sentido em que haja o menor número de mols quando aumenta a pressão (**Figura 16-e**).

**Figura-16 Resposta do estudante F do 6º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**

1) A mesma quantidade de mols dos reagentes e igual a do produto

2) 
$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$
 Diagrama de equilíbrio com 4 moléculas de  $N_2O_4$  e 8 moléculas de  $NO_2$ .

3) 
$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]}$$

5) A constante de equilíbrio em uma reação química significa a relação a quantidade molar dos reagentes e do produtos, e se estão em equilíbrio

6) Refere ao deslocamento para o equilíbrio. Quando aumenta a pressão o equilíbrio se desloca para o menor número de mols

O estudante **F6** obteve **nota 9** no conceito de Equilíbrio Químico ao responder a **Lista A** considerada um diagnóstico.

Ao responder a **Lista B** que foi aplicada após a utilização da ferramenta de aprendizagem *Equil* considerada a etapa de intervenção, o estudante obteve nota 14 no conceito de Equilíbrio Químico havendo uma evolução em relação ao resultado obtido na **Lista A**.

Ao justificar se o sistema entrou em Equilíbrio analisando os diagramas da 1ª questão, o estudante **F6** explicou que com o passar do tempo há um aumento de bolinhas, ou seja, aumento da concentração sendo que a reação entra em equilíbrio quando não existe mais variação na concentração (**Figura 17-a**). Na 2ª questão o estudante descreve o que ocorre no gráfico, explicando a quantidade das concentrações e o mecanismo que leva a detectar quando a reação entra em equilíbrio (**Figura 17-b**). Na 3ª questão o estudante **D6** determinou os fatores que alteram o Equilíbrio Químico (**Figura 17-c**). A 4ª questão pedia a ilustração de uma reação entrando em Equilíbrio por meio de desenhos em quadrinhos, no qual foram representados de forma separada ocorrendo em etapas (**Figura 17-d**).

**Figura-17 Resposta do estudante F do 6º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.**

O diagrama indica que no decorrer da reação há o aumento de Bolinhas pretas, ou seja aumentam a concentração, no momento que as concentrações permanecerem constantes, ou seja para o decorrer, ~~o sistema~~ a reação entrou em equilíbrio

O gráfico ilustra que "A" tem a concentração 0,40 e "B" 0,20, no decorrer da reação as concentrações não variam mais, ou seja a concentração é constante então a reação atinge o equilíbrio

Temperatura, Pressão, Concentração

$$\boxed{\bullet \bullet} + \boxed{\times \times} \rightleftharpoons \boxed{\bullet \times}$$

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

Ao responder a **Lista B** que foi aplicada após a utilização da ferramenta de aprendizagem *Equil*, o estudante obteve nota 18 no conceito de Equilíbrio Químico havendo uma evolução em relação ao resultado obtido na **Lista A**.

Ao responder a 1ª questão da **Lista C** referente ao galinho do tempo o estudante procurou explicar que o “galinho” atinge a coloração cinza e a reação está em equilíbrio (**Figura 18-a**), a 2ª questão foi deixada em branco, na 3.1 o estudante afirmou que o equilíbrio se deslocará para o aquário “B” (**Figura 18-b**), na questão 3.2 o equilíbrio voltará para o aquário **A** (**Figura 18-c**). A questão 3.3 pedia a definição do conceito de Equilíbrio Químico e o estudante respondeu que uma reação permanece constante, ou seja, não há mais variação na quantidade de produtos e reagentes (**Figura 18-d**). Ao responder a 4ª questão o estudante **F6** indicou o modelo **B** como o mais adequado para representar uma amostra na fase gasosa no estado de Equilíbrio, ao expressar a constante de equilíbrio na questão 4.1 o estudante não balanceou a equação química e acabou expressando-a de forma errônea (**Figura 18-e**). Ao explicar o gráfico da 5ª questão o estudante **F6** descreveu o fenômeno que ocorre no gráfico no qual explicou que com o passar do tempo a reação para de variar, ou seja, permanece constante e às 10h do gráfico a reação entra em equilíbrio (**Figura 18-f**), e na 6ª questão o estudante conseguiu descrever, após análise da imagem que o fenômeno que gera a mudança de coloração é a temperatura (**Figura 18-g**).



Figura-18 Resposta do estudante F do 6° semestre - 3ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.

a Quando o salzicho adquire a coloração cinza ele atinge o equilíbrio pois a temperatura não irá mudar, tomando a coloração cinza, ou seja, instável.

b O equilíbrio se deslocará para o ~~lado~~ esquerdo B,

c O equilíbrio voltará para o esquerdo "A"

d Equilíbrio Químico é quando uma reação permanece constante ~~ou seja~~ ou seja não há mais variação de quantidade de produtos e reagentes

$$K_c = \frac{P_{HCl}}{P_{H_2} \cdot P_{Cl_2}}$$

e

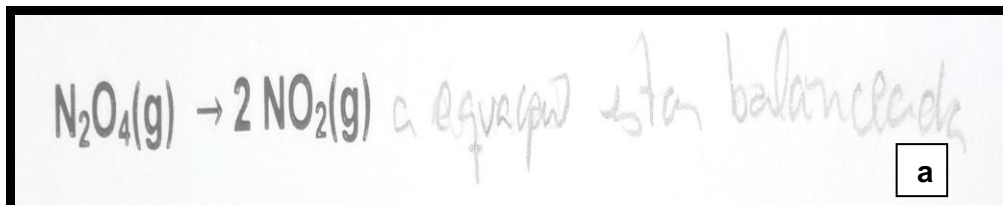
f Com o passar do tempo a reação do Soro fisiológico, para de variar ou seja permanece constante, e no tempo de 10(m) então podemos dizer que a reação entrou em equilíbrio

g Com o passar do tempo a coloração irá mudar pois a temperatura irá aumentar, sendo assim o gelo irá se tornar líquido, e irá mudar a coloração. Então, o que irá influenciar no equilíbrio será a temperatura

Na terceira etapa após três semanas da utilização da ferramenta de aprendizagem *Equil* houve há aplicação da **Lista C**, na qual o estudante obteve nota 13 no conceito do Equilíbrio Químico.

O estudante **K6** deixou as questões 1ª, 3ª, 4ª e 5ª em branco, respondendo somente a 2ª questão no qual afirmou que a equação está balanceada (**Figura 19-a**).

**Figura-19** Resposta do estudante K do 6º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.



O estudante **K6** obteve conceito 5 ao responder a **Lista A**, pois respondeu somente a 2ª questão da **Lista A** de forma errada, influenciando diretamente no resultado da avaliação do conceito.

Ao responder a 1ª questão da **Lista B** que expõem diagramas de uma reação hipotética **A** → **B**, o estudante **K6** enumerou os diagramas de 1 a 5 e contabilizou o número de bolinhas brancas (**Figura 20-a**), pois o mesmo afirmou que: no quarto e quinto diagrama o equilíbrio é igual e isso indica que o sistema atingiu o equilíbrio (**Figura 20-b**), a 2ª e a 4ª questão foram deixadas em branco, na 3ª questão o estudante afirmou que a temperatura e a pressão (**Figura 20-c**) são os fatores que alteram o Equilíbrio Químico.

**Figura-20** Resposta do estudante K do 6º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.

10 8 7 6 4 5

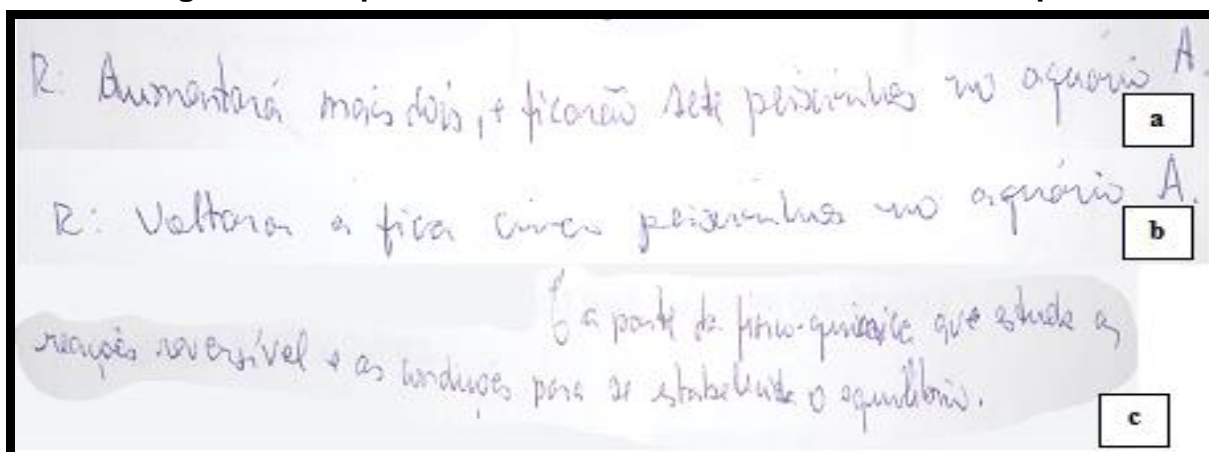
No quarto e quinto diagrama o equilíbrio é igual, isso indica que o sistema atingiu o equilíbrio.

Temperature e pressão.

O estudante **K6** obteve nota 12 no conceito do equilíbrio químico ao responder a **Lista B** que foi aplicada após a utilização do software *Equil*.

Ao responder a **Lista C**, o estudante **K6** obteve nota 5 pelo fato de ter respondido apenas a 3ª questão, onde o item **3.1** relacionava o fenômeno de deslocamento do Equilíbrio Químico, no qual o estudante afirmou que aumentara mais dois, e ficarão sete peixinhos no aquário A (**Figura 21-a**), e no item 3.2 o estudante K6 afirmou que ao retirar os 5 peixinhos no aquário **A**, voltará a ficar cinco peixinhos no aquário **A** (**Figura 21-b**). Já no item **3.3** que pedia a definição do conceito de Equilíbrio Químico levando em consideração o conhecimento já adquirido do estudante **K6**, este afirmou que o equilíbrio é a parte da físico-química que estuda as reações reversíveis e as condições para se estabelecer o Equilíbrio (**Figura 21-c**).

**Figura-21 Resposta do estudante K do 6º semestre - 3ª etapa**



Durante a análise dos resultados dos estudantes que participaram das três etapas da pesquisa, foi possível verificar sérias dificuldades nas respostas analisadas das **Listas A, B e C**. O conceito de Equilíbrio Químico dos estudantes encontra-se em desacordo com os livros didáticos utilizados no Ensino Superior, pois segundo Atkins (2006) o Equilíbrio Químico ocorre quando em uma reação onde as velocidades no sentido da formação de produtos e no sentido da volta aos reagentes são iguais, e a composição da mistura de reação é constante. Brown, LeMay e Bursten (2007) explicam que o Equilíbrio Químico ocorre quando as reações opostas acontecem a velocidades iguais: a velocidade na qual os produtos são formados a partir dos reagentes é igual a velocidade na qual os reagentes são formados a partir dos produtos, mas para que o equilíbrio ocorra, nem os reagentes nem os produtos podem escapar do sistema, na qual as concentrações de todos os reagentes e produtos em um sistema fechado param de variar com o tempo.

Ao comparar o conceito dos livros didáticos com o conceito dos estudantes, é possível verificar uma grande diferença que pode ser observada nas **figuras 1, 2, 6, 9, 12, 16 e 19**. Os estudantes relacionam a palavra “equilíbrio” com a palavra “igualdade ou estático”, onde interpretam que a quantidade dos reagentes e produtos devem ser iguais, para que uma reação esteja em equilíbrio ou as moléculas estão paradas, sendo que o equilíbrio é dinâmico.

De acordo com Eysenck e Keane (2007), os conceitos são representações mentais de classes de objetos ou outras entidades, enquanto categorias são classes de objetos incorporados nos conceitos, tanto na fala cotidiana quanto na literatura sobre este campo, em geral é difícil acompanhar sobre qual destes se está falando, por que os dois (conceitos e categorias) seguem juntos. Muitos conceitos estão organizados em categorias, estudos realizados por Rosch, Mervis, Gray, Johnson e Boyes-Braem (1976) identificaram três níveis nessas hierarquias, como as categorias superordenadas no alto, as categorias de nível básico, no meio, e as categorias subordinadas em baixo. Por exemplo, “móvel é uma categoria superordenada, “cadeira” é uma categoria de nível básico e “espreme-almoço” é uma categoria subordinada. A implicação é que as categorias de nível básico são de utilidade mais geral, tendo o melhor equilíbrio entre a informação e a distinção, desta forma, a informação está ausente no nível mais alto da hierarquia, e a distinção, no nível inferior.

Rosch e colaboradores (1976) obtiveram evidências razoáveis em suas pesquisas, que em geral, usamos categorias de nível básico em vez de categorias superordenadas ou subordinadas. No ensino de Equilíbrio Químico a palavra “Equilíbrio Químico” pode ser considerada uma categoria superordenada e, “igualdade ou estático”, estão configurando como categorias de nível básico.

Após análise dos resultados dos estudantes que participaram desta pesquisa, foi possível verificar que a utilização do software *Equil* necessita de um tutorial (Apêndice 4) que possibilite uma melhor exploração para auxiliar o processo de aprendizagem exibindo passo a passo o funcionamento do software, mas este tutorial de exploração trará uma possível contribuição, somente se houver um domínio conceitual do Equilíbrio Químico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa possibilita aos professores e alunos uma reflexão sobre os conhecimentos já adquiridos evidenciando a importância da introdução de tecnologias digitais como ferramenta alternativa que facilite a construção dos conceitos no ensino de química. Mas os conteúdos digitais não podem ser caracterizados como uma mera potência lúdica que entretêm os estudantes, mas, sim, pelo seu potencial de aprendizagem.

Os resultados aqui apresentados demonstram a carência por parte dos licenciandos na compreensão de aspectos básicos de Equilíbrio Químico. Isto parece estar ligado ao modo de construção do conceito pelos alunos durante o processo de aprendizagem, desta forma os conceitos elaborados pelos materiais didáticos não estão sendo suficientes.

Assim sendo, torna-se necessário a inserção de novos métodos tecnológicos digitais com o intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes inseridos neste contexto. Neste sentido, o produto deste trabalho é um tutorial que possa ajudar na utilização do *software Equil* no processo de ensino e aprendizagem para estudantes e professores que tenham interesse pela temática do Equilíbrio Químico

O software Equil surge como uma alternativa para melhorar a representação mental do conceito de Equilíbrio Químico, não podendo ser considerado uma ferramenta de elevado desempenho, mas uma possibilidade de inovação no ensino de Equilíbrio Químico, pois como demonstrado por meio desta pesquisa esta temática é marcada por dificuldade em seu processo de ensino e aprendizagem.

As dificuldades encontradas aguçam um alerta para a formação de profissionais de Licenciatura em Química, pois estes profissionais serão os futuros professores das próximas gerações no estado de Roraima, logo devemos ter uma maior atenção para a formação realizada na academia.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, R, G. Tecnologia e ensino de ciências: Recontextualização no "novo ensino médio" 2008 <http://nutes2.nutes.ufrj.br/coordenacao/textosapoio/tap-rt01-15.pdf> acessado dia: 20/03/2013
- ASSMANN, H. A metamorfose do aprender na sociedade da informação. *Ciência da Informação*, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 7-15, 2000.
- ATKINS, P. JONES L. (2007). *Princípios de química – questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 3ª ed Porto Alegre: Bookman, 2006
- BANERJEE, A. C. Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13(4), p. 487-494. 1991.
- BENLLOCH, M. (1997) *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas em el parvulario. Una propuesta psicopedagógica para el ámbito de experimentación*. Barcelona: Paídos.
- BENLLOCH, M. BENLLOCH, M. POZO, I, J. (1996) "What changes in conceptual change? From ideas to theories". En: Welford G.; Osborne J. Scott, P. (eds) *Research in Science and Education in Europe*. Londres: Falmer Press.
- BEN-ZVI, R., EYLON, B. E SILBERSTEIN, J. (1987) Student's visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, 17-120.
- BEN-ZVI, R., SILBERSTEIN, J. & MAMLOK, R. Macro- micro relationships: a key to the world of chemistry. In P. L. Lijnse, P. Licht, W. De Vos, A. J. Waarlo (ed.) *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: a central problem in secondary Science Education*, 1990.
- BERGQUIST, W.; HEIKKINEN, H. Students' ideas regarding chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 67,12, p.1000-1003, 1990.
- BRANSFORD, J, D. BROWN, A, L. COCKING, R, R. *Como as pessoas aprendem: Cérebro, mente, experiência e escola*. Tradução de Carlos David Szlak. 1ª. Ed. São Paulo: Senac. Traduzido de *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School* 2007.
- Brewer, W. F. (2003). Mental models. In: Nadel, L., (Ed.). *Encyclopedia of cognitive science*, Vol. 3 , pp. 1–6, London: MacMillan.
- BROWN, T. L.; LEMAY, H. E. Jr.; BURSTEN, B. E. *Química: Ciência Central*. 7.ed. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 2007.
- CAMACHO, M.; GOOD, R. Problem solving and chemical equilibrium: Successful versus unsuccessful performance. *Journal of Research in Science Teaching*, v.26(3), pp.251-272, 1989.

CARVALHO, Leonardo Lana. LOPES, Ederaldo José. Pavlov o problema Mente – Corpo e os Sistemas Complexos. In: LOPES Ederaldo José (Org.). Temas em Ciências Cognitivas e Representação mental. Porto Alegre: Synopsys, 2012. p. 47-63.

CULLEN JR., J. Computer simulation of chemical equilibrium. Journal of Chemical Education. Vol. 66, nº.12, pp. 1023-1025, [s.m.]. 1989.

CHAIB, M. Franskstein na sala de aula: as representações sociais docentes sobre informática. Nuances, nº 8, set. 2002, p.47-64.

CRUZ. J M. O.; Processo de ensino-aprendizagem na sociedade da informação, p 1024, Educ. Soc. vol.29 no.105 Campinas Sept./Dec. 2008.

DICIONÁRIO AURÉLIO DA LÍNGUA PORTUGUESA. 5ª edição. Rio de Janeiro: Editora Positivo, 2010. Infelizmente não

DUIT, R. (1999) “ Conceptual change. Approaches in Science education”. En: W. Schnotz; S. Vosniadou e M. Carreto (eds.) New perspectives on conceptual change. Oxford: Elsevier.

EICHLER, M. L.; DEL PINO, J, C.; Computadores em educação química: equilíbrio químico e princípio de Le Chatelier. Ci. Huma. e Soc. em Rev. Seropédica v. 32 n.1 Janeiro/Junho 45-64 2010.

EYSENCK, M, W.; KEANE M, T.; Manual de psicologia cognitiva. 5ª Edição – Porto Alegre Artemed, 2007.

JOHNSTONE, A.H. Why Science difficult to learn? Things are seldom what they .J. Computer Assisted Learning, 7, 1991.

ECHEVERRIA, A. R. Como estudantes concebem a formação de soluções. Química Nova na Escola. Vol. 3, pp. 5-18, [s.m.]. 1996.

ESQUEMBRE, F. Computers in Physics Education. Computer physics communications, pp.1-7, 2001.

FURIÓ, C.; ORTIZ, E. Persistencia de errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico Enseñanza de la Ciencias, 1, 1, p.15-20, 1983.

GALERA, Cesar. SANTANA, Jeanny Joana Rodrigues Alves Memória de Trabalho e Representação Mental. In: LOPES Ederaldo José (Org.). Temas em Ciências Cognitivas e Representação mental. Porto Alegre: Synopsys, 2012. p. 151-183.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, J. N.; RECENA, M. C. P.; Concepções sobre Equilíbrio Químico de alunos ingressantes no curso de Química – Licenciatura da UFMS. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), UFPR, 21 a 24 de julho de 2008. Curitiba/PR..

GUSSARSKY, E.; GORODETSKY, M. On the concept "chemical equilibrium": The Associative Framework. *Journal of research in science teaching.*, v.127(3), pp.197-204, 1990.

HACKLING, M. W., GARNETT, P. J. Misconceptions of chemical equilibrium. *European Journal of Science Education*, 7, 2, p. 205-214, 1985.

HAMEED, H.; HACKLING, M. W.; GARNETT, P. J. Facilitating conceptual change in chemical equilibrium using a CAI strategy. *International Journal of Science Education*, v.15(2), pp.221-230, 1993.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*. v.29, pp.45-85, 2001.

JANCZURA, Gerson Américo. A Representação Mental de Conceitos. In: LOPES Ederaldo José (Org.). *Temas em Ciências Cognitivas e Representação mental*. Porto Alegre: Synopsys, 2012. p. 185-204.

JOHNSTONE, A. H.; MACDONALD, J. J.; WEBB, G. Chemical equilibrium and its conceptual difficulties *Education in Chemistry*, 14, 6, p.169-171, 1977.

LIMA G. A. B. Categorização como processo cognitivo. *Ciência e cognição 2007- Vol 11:156-157*.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. *Química e reações químicas*. 4ª.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S. A., 2002.

KOZMA, R.B. e Russell, J. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968, 1997.

MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R.M.R. Como os estudantes concebem o estado de Equilíbrio Químico. *Revista Química Nova na Escola*, 4, p. 18-20, nov/1996.

MATLIN, W. M.; *Psicologia Cognitiva 5ª Ed*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S. A., 2004.

MORAN, J.M. Como utilizar a internet na educação. *Ciência da In-formação*, Brasília, DF, v. 26, n. 2, p. 146-153, 1997.

MORAN, J.M. Novos desafios na educação : a internet na educação presencial e virtual. 2001. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/uber.htm>>. Acesso em: 05 dez. 2013.

MORAN, J.M. Mudar a forma de ensinar e de aprender com as tecnologias: transformar as aulas em pesquisas e comunicação presencial-virtual. 2003. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/uber.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2013.



MOREIRA M.A.; Teorias de aprendizagem – 2ª ed. Ampl. – São Paul : EPU, 2011.

NICOLL, G. A Qualitative Investigation of Undergraduate Chemistry Student's Macroscopic Interpretations of the Submicroscopic Structure of Molecules. *Journal of Chemical Education*, v.80(2), February, 2003.

OLIVEIRA, R .de: Informática Educativa. 3 ed. Campinas: Papirus, 1997.

ORLANDI, C.C.; CAMARGO, M.; ANDRADE NETO, A.S. Avaliação e aplicação de simulação computacional no ensino de equilíbrio químico. **Acta Scientiae**. Vol. 8, nº1, pp. 79-84, [s.m.]. 2006.

PAIVA, J.C.M.; GIL, V.M.S.; FERRER CORREIA, A. The right shift? A problem in chemical education. **Journal of Chemical Education**. Vol. 79, nº 5, p.583, [s.m.]. 2002.

POZO, I, J.; CRESPO, M, A, G.; A aprendizagem e o ensino de ciências – do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Tradução: Naila Freitas, 5ª edição, 2009.

POZO, R.M. Prospective teacher's ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23(4), 353-371, 2001.

PRETTO, Nelson de Luca. Uma escola sem/com futuro. 4 ed.Campinas: Papirus, 2002.

QUÍLEZ-PARDO, J; SOLAZ-PORTOLÉS, J. J. Student's and teacher's Misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the Teaching of Chemical Equilibrium. *Journal Research in Science Teaching*, v.32(9), pp.939-957, 1995.

RAVIOLO, A et al. Logros y dificultades de alumnos universitarios en equilibrio químico: uso de un test con proposiciones. *Educación Química*, v.12(1), pp.18-26, 2000.

RAVIOLO, A.; BAUMGARTNER, E.; LASTRES, L.; TORRES, N. Logros y dificultades de alunos universitarios en equilibrio químico: uso de un test con proposiciones. *Educación Química*, 12, 1, p. 18- 26, jan/2001.

RAVIOLO, A. Las imágenes em el aprendizaje y em la enseñanza del equilibrio químico. *Educación Química*. Vol. 17, nº. extraordinario, pp. 300-307, [s.m.]. 2006.

RIBEIRO, R, P; O processo de aprendizagem de professores do ensino fundamental: apropriação da habilidade de planejar situações de ensino de conceitos. Tese de doutorado em educação, UFRN, pág 51, 2008.

ROSCH, E., MERVIS, C.B., GRAY, W.D., Johnson, D.M., Boyes- Braem, P. (1976). Basic objectes in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8, 382-439.

SANGER, M.J. (2000) Using Particulate Drawings to Determine and Improve Students' Conceptions of Pure Substances and Mixtures. *Journal of Chemical Education*, 77(6), 762-766.

SANTOS, Wildson L. P. dos & Schnetzler, Roseli P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 2ª ed. Ijuí: Unijuí, 2000.

STERNBERG, R, J,. *Psicologia cognitiva*. 1 reimpr. da 1. ed. de 2009.

SILVA E. L.; MENEZES E. M. *Metodologia da Pesquisa e elaboração de Dissertação* Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

TABER, K.S. Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research. *Chemistry Education: Research and Practice*. Vol. 2, nº 2, pp. 123-158, [s.m.]. 2001

TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.; SILVA, R. M. G. Investigando a temática sobre equilíbrio químico na formação inicial docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8, 2, p. 571-592, 2009.

TRIVELATO, Sílvia L. F. "O ensino de ciências e as preocupações com as relações CTS". *Educação em Foco*, v. 5, n. 1, mar/set 2000.

TSAPARLIS, G.; KOUSATHANA, M.; NIAZ, M. Molecular Equilibrium Problems: Manipulation of Logical Structure and of M-Demand, and Their Effect on Student's Performance. *Science Education*, v.82, pp.437-454, 1998.

TYSON, L.; TREAGUST, D.F.; BUCAT, R.B. The complexivty of teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*. Vol. 76, nº4, pp. 554-558, [s.m.]. 1999.

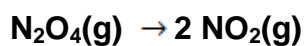
YIN, ROBERT K. *Estudo de caso – planejamento e métodos*. (2ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.

WU, KSIN-KAI, KRAJCIK, J.S. SOLOWAY, E. Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*. 38(7), 821-840, 2001.

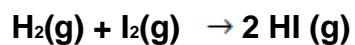
## Apêndice 1

### Lista A

1. O que significa uma reação estar em equilíbrio?
2. Represente como a seguinte reação entra em equilíbrio?



3. Qual o significado das setas em uma reação de deslocamento do equilíbrio químico?
4. Escreva a constante de equilíbrio para a seguinte reação?

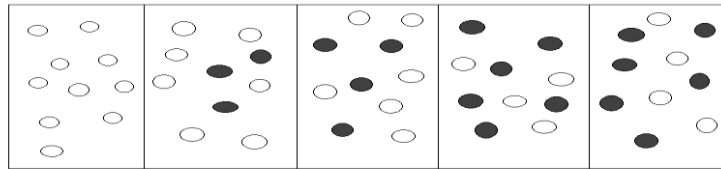


5. O que significa a constante de Equilíbrio em uma reação química
6. Explique o princípio de Le Chatelier?

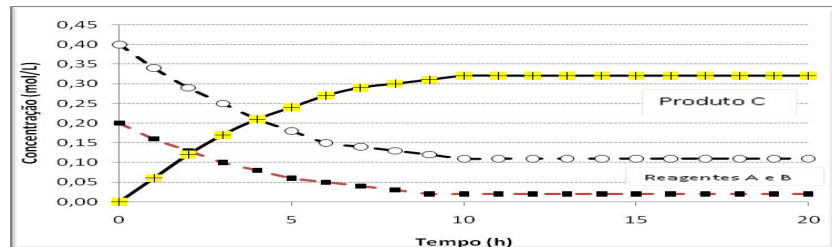
## Apêndice 2

## Lista B

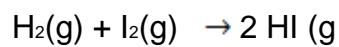
1. Os seguintes diagramas representam uma reação hipotética de  $A \rightarrow B$ , com **A** representado pelas esferas brancas e **B** representadas pelas esferas pretas. A sequência da esquerda para a direita representa o sistema à medida que o tempo passa. Os diagramas indicam que o sistema atingiu o estado de equilíbrio? Justifique sua resposta.



2. Explique o que ocorre no seguinte gráfico abaixo:



3. Quais os fatores que alteram o equilíbrio químico?
4. Ilustre a seguinte reação entrando em equilíbrio na forma de quadrinhos de desenho.

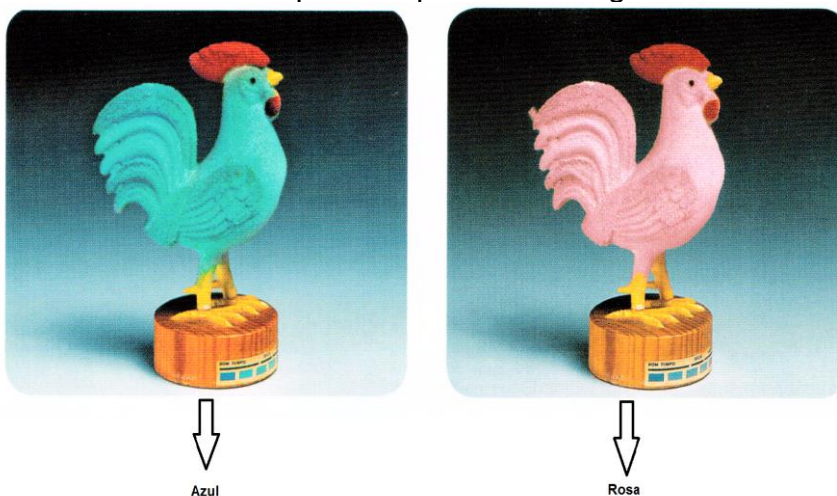


## Apêndice 3

## Lista C

**1-) O “galinho do tempo” e sua relação com o equilíbrio químico**

O chamado galinho do tempo é uma miniatura de plástico que adquire coloração azul quando o tempo está bom, rosa em dias chuvosos e cinza, se o tempo estiver instável. Na verdade, a previsão se baseia em um equilíbrio químico que envolve uma substância química que reveste o galinho.



Diante deste fenômeno explique como ocorre o equilíbrio químico, levando em consideração a reação acima.

**2-) O princípio de Le Chatelier e a produção de ferro**

Henri Le Chatelier foi um dos primeiros químicos a perceber que uma reação química pode atingir o equilíbrio químico e, por causa disso não apresentar rendimento 100%. Um dos casos práticos estudados por ele foi o processo de produção do ferro. Sobre esse processo ele escreveu: “É sábio que num alto forno siderúrgico a redução do óxido de ferro é devida ao monóxido de carbono, de acordo com a equação:

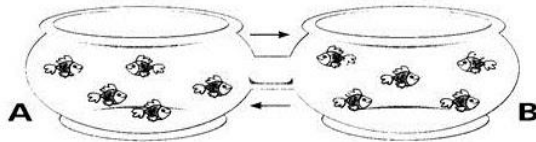


Porém o gás que sai da chaminé contém uma considerável proporção de monóxido de carbono [...] Como se pensava que essa reação não se completava porque o contato entre o monóxido de carbono e o minério de ferro era insuficientemente prolongado, as dimensões dos fornos foram aumentadas. Na Inglaterra foi feito um alto-forno com trinta metros de altura. Mas a proporção de monóxido de carbono que escapava não diminuiu, demonstrando, portanto, por meio de uma experiência que custou centenas de milhares de francos (moeda da época), que a redução do óxido de ferro é uma reação limitada [isto é, que entra em

equilíbrio químico]. O conhecimento das leis do equilíbrio químico teria permitido chegar á mesma conclusão? Explique.

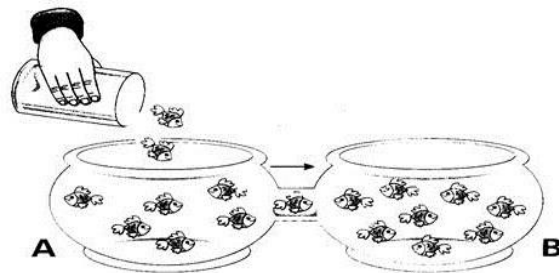
3-)

Considerando os dois Aquários A e B interligados contendo 5 peixes em cada aquário, admitindo que os peixes se locomovem de um lado para o outro e se distribuem nos dois aquários responda:



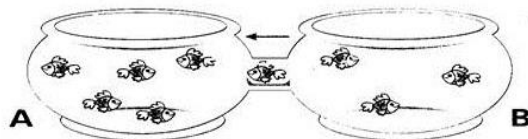
3.1-)

Se adicionarmos 7 peixes no aquário A o que acontecerá?



3.2-)

Se retirarmos peixes do aquário A, o que acontecerá?

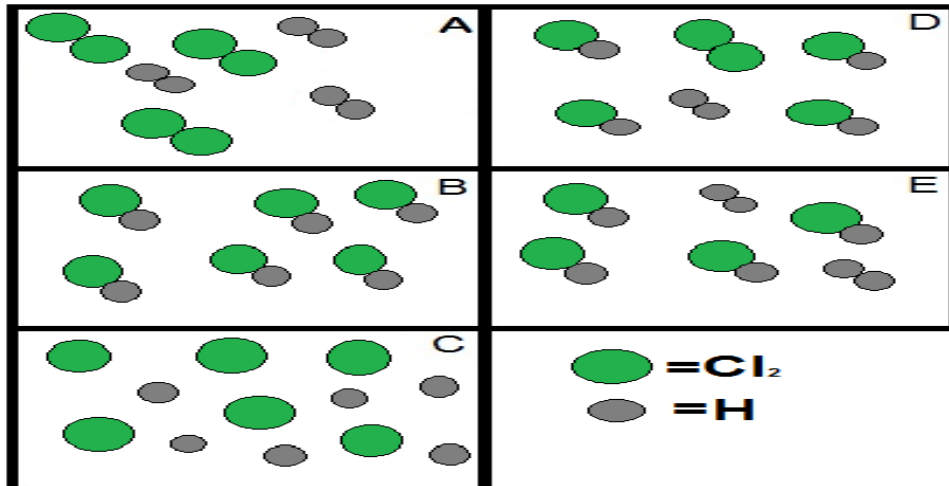


3.3-)

Observando as representações dos três aquários interligados acima e levando em consideração o seu conhecimento já adquirido sobre Equilíbrio Químico, defina o conceito de Equilíbrio Químico.

4-)

Qual dos modelos é mais adequado para representar uma amostra da fase gasosa de um sistema no qual há o equilíbrio:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCl}(\text{g})$ ?

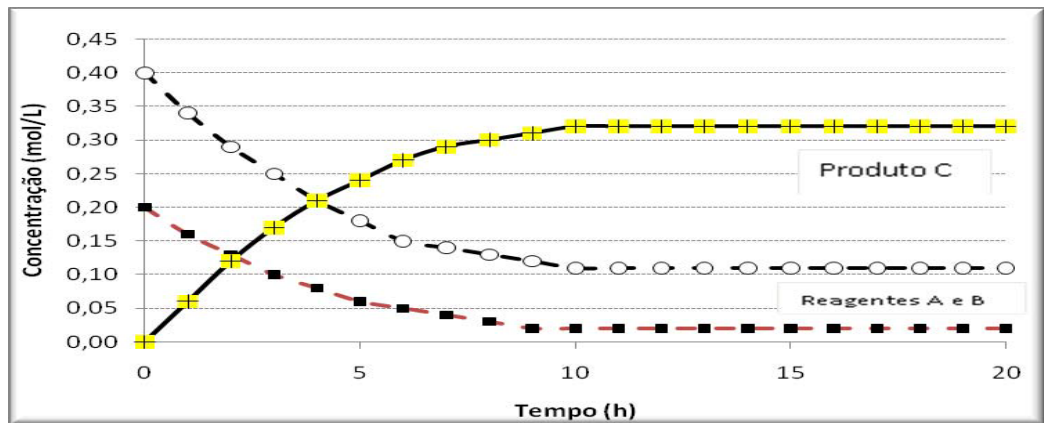


4.1-)

Expresse a constante de equilíbrio.

5-)

Explique o que ocorre no seguinte gráfico abaixo:



6-)

Após análise da imagem abaixo explique qual o fenômeno que gera a mudança de coloração da substância envolvida nesta reação levando em consideração a temática de Equilíbrio Químico.





# Apresentação

Equil um programa para o ensino de Equilíbrio Químico, foi desenvolvido entre 2002/2004, como parte da dissertação de mestrado em Engenharia de produção / ênfase em Sistemas Produtivos e Ergonomia de Gabriela Trindade Perry, orientada pelo prof. Dr. Fernando G. Amaral (PPGEP-UFRGS) e Co-orientador o prof. Dr. Agostino S. A. Neto (PPGECIM-ULBRA).

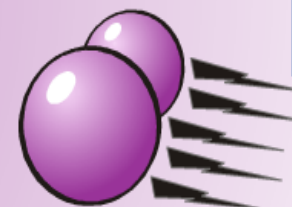
O Equil, está disponível em duas versões: 1 e 2. Na versão 1 há apenas o módulo de simulação da reação. Ele foi submetido ao *Journal of Chemical Education*, para ser publicado na seção software. Esta versão 2 é mais completa do ponto de vista de suporte ao aluno e ao professor, e permite a comparação de até 5 simulações.

Este tutorial foi gerado como produto do trabalho de dissertação do Mestrado em Ensino de Ciências (PPGEC-UERR) de Iury José Sodré Medeiros, orientado pela prof. DSc. Ivanise Maria Rizzatti, tendo sido motivado pela ausência de um tutorial que pudesse de forma simples proporcionar uma melhor utilização do *Software Equil*, para estudantes e professores que tenham interesse pela temática do Equilíbrio Químico .



# Equil

Um programa para ensino de Equilíbrio Químico



1 2 3

0 mol.L-1 0 mol.L-1 0 mol.L-1

$H_2(g)$   $I_2(g)$   $HI(g)$

4 5

Iniciar simulação

677K — 405°C  
 676K — 404°C  
 675K — 403°C  
 674K — 402°C  
 673K — 401°C  
 672K — 400°C  
 671K — 399°C  
 670K — 398°C  
 367°C  
 668K — 35°C  
 667K — 395°C

Temperatura=

2

1

Adicionar os valores das concentrações, em mol/L modificando as setas do cilindro.

5

Iniciar a simulação da reação:  $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightarrow \text{HI}_{(g)}$ .

2

Adicionar os valores das concentrações, em mol/L modificando as setas do cilindro.

6

Sair do *software Equil.*

3

Adicionar os valores das concentrações, em mol/L modificando as setas do cilindro.

4

Adicionar a temperatura no sistema, podendo ser determinada em graus Célsius ou Kelvin.

3 mol.L-1

675K	403°C
674K	402°C
673K	401°C
672K	400°C
671K	399°C
670K	398°C
669K	367°C
668K	396°C
667K	395°C

Temperatura=

Iniciar a simulação

3

Um programa para ensino de Equilíbrio Químico

Recomeçar simulações   Comparar simulações   Simulação para qualquer valor   Formulário   Sobre o Equil   Ajuda

Concentrações mol.L<sup>-1</sup>

Velocidades mol.L<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup>

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$

33.33%   10.24%

Gráficos simulação   Rever   Nova simulação (mostrar valores decimais e ponto, não arredondar)

C. iniciais [ ]mol.L <sup>-1</sup>			C. finais [ ]mol.L <sup>-1</sup>			T(K): 669K	
[H <sub>2</sub> ]	[I <sub>2</sub> ]	[HI]	[H <sub>2</sub> ]	[I <sub>2</sub> ]	[HI]	Kc: 60.1869	P <sub>atm</sub> : 1
6	6	6	1.8446	1.8446	14.310		

>> Novas concentrações:

[H<sub>2</sub>] 0 [ ]mol.L<sup>-1</sup> [I<sub>2</sub>] 0 [ ]mol.L<sup>-1</sup> Nova temperatura T 667 K

[HI] 0 [ ]mol.L<sup>-1</sup>

Nova simulação

1

Recomeçar uma nova simulação, que retornara para o inicio do *software* (pag. 1), sendo que novas concentrações podem ser adicionadas e uma nova temperatura.

5

Pode ser feita uma nova simulação com novas concentrações e temperatura sem a necessidade de retornar para o inicio do *software* (pág. 2).

2

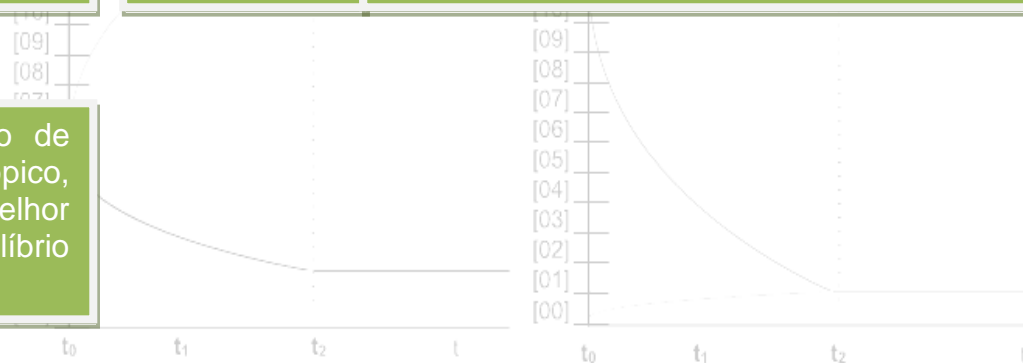
O *software* possibilita a visualização de uma reação a nível microscópico, facilitando desta forma uma melhor compreensão do conceito de Equilíbrio Químico.

3

Por meio da análise das concentrações iniciais e finais da reação é possível demonstrar para os estudantes que não há nenhuma relação da necessidade da concentração inicial ser igual à concentração final.

4

É possível por meio da análise dos gráficos, realizar a relação entre os valores da concentração com a velocidade da reação.



Gráficos simulação

Rever

Nova simulação (para valores decimais use ponto, não vírgula)

&gt; Novas concentrações:

&gt;&gt; Nova temperatura

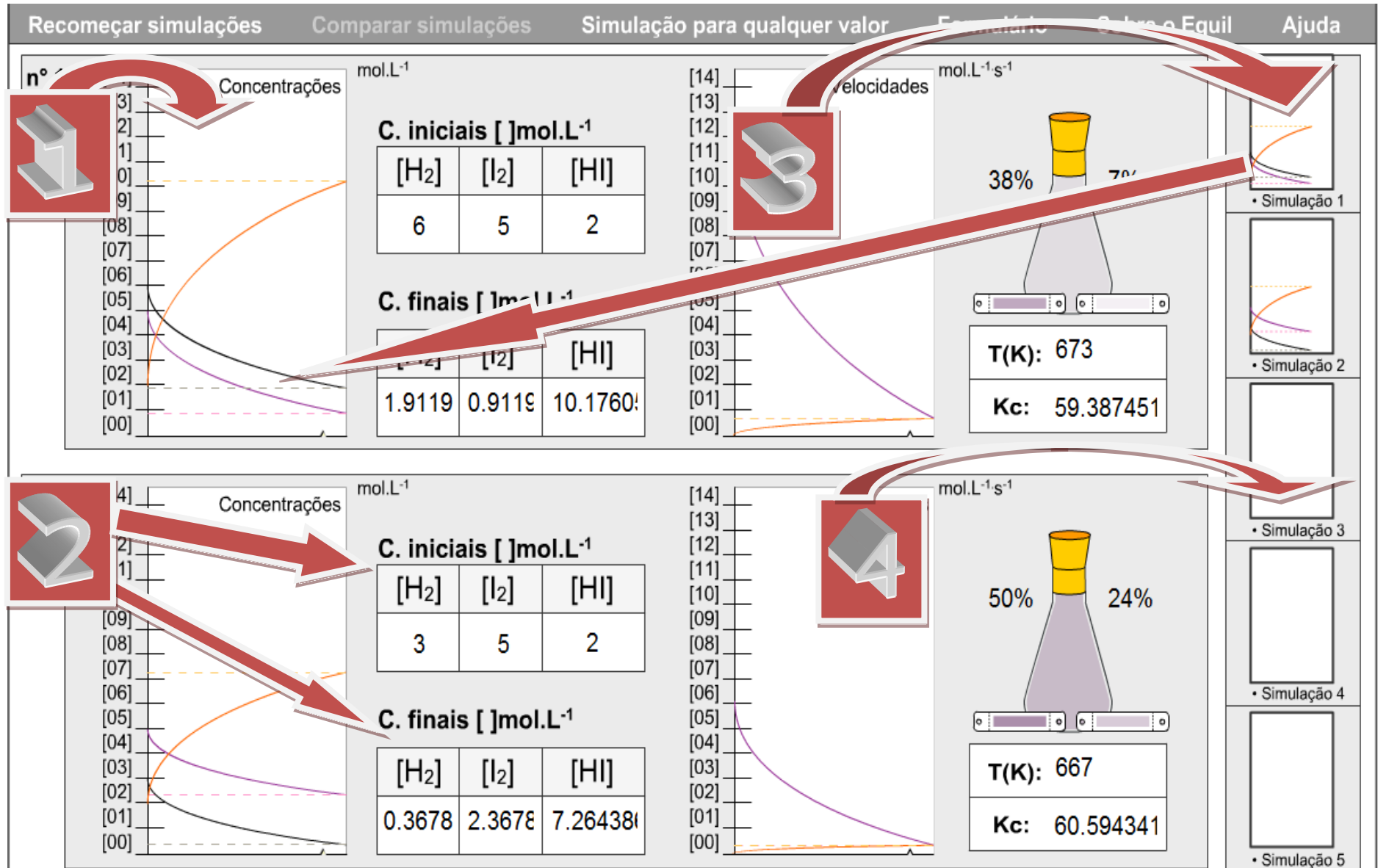
$\text{H}_2$ ] 0 [ ] mol.L<sup>-1</sup> [ $\text{I}_2$ ] 0 [ ] mol.L<sup>-1</sup>

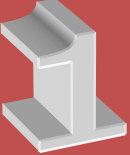








T 667 K

$\text{HI}$ ] 0 [ ] mol.L<sup>-1</sup>

Nova simulação

5



	Qualquer valor	Formulário	Sobre o Equil	Ajuda
 <p>Surge a possibilidade da demonstração da reação por meio de gráficos, e a comparação de simulações diferentes realizadas no software.</p>	[10] [09]	[112] [12] [111]	[10] [09]	 <p>• Simulação 1</p>
 <p>As concentrações iniciais e finais também são demonstradas, mas só existe a possibilidade da comparação de duas simulações.</p>	[01] [00]	1.9119 0.9119 10.1760	[01] [00]	 <p>• Simulação 2</p>
 <p>A simulação que é demonstrada somente em gráfico pode ser arrastada com o mouse pressionando o botão esquerdo, após o mecanismo o valor das concentrações serão demonstradas, para uma possível comparação.</p>	[10] [09]	[112] [12] [111]	[10] [09]	 <p>• Simulação 3</p>
 <p>Podem ser adicionadas novas simulações seguindo os passos que se encontram na página 4.</p>	[01] [00]	0.3678 2.3678 7.26438	[01] [00]	 <p>• Simulação 4</p>
				 <p>• Simulação 5</p>



Recomeçar simulações   Comparar simulações   Simulação para qualquer valor   Formulário   Sobre o Equil   Ajuda

### Simulação para qualquer valor

T° (K)=

Concentrações iniciais [ ]mol.L

[H <sub>2</sub> ]	[I <sub>2</sub> ]	[HI]
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Concentrações finais [ ]mol.L<sup>-1</sup>

[H <sub>2</sub> ]	[I <sub>2</sub> ]	[HI]
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

K<sub>c</sub>=

Calcular

10.30%

H2(g) + I2(g) <=> 2HI(g)

Concentrações mol.L<sup>-1</sup>

Velocidades mol.L<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup>

10.30%

Nova simulação para valores decimais use ponto, não vírgula

>> Novas concentrações:

[H<sub>2</sub>]  [ ]mol.L<sup>-1</sup> [I<sub>2</sub>]  [ ]mol.L<sup>-1</sup>

[HI]  [ ]mol.L<sup>-1</sup>

>> Nova temperatura

T  K

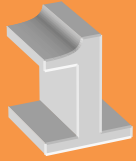
Nova simulação

K<sub>c</sub>: 59.3874

P<sub>atm</sub>: 1







É possível adicionar novos valores para a concentração e temperatura, sendo que o valor das concentrações não pode ser superior a 6 mol/L e a temperatura não pode ser maior que 677 K..



O software permite em um mesmo ambiente o cálculo da constante de Equilíbrio Químico e a simulação das reações, que pode ser observado por meio dos gráficos de concentração e temperatura.



Pode ser adicionado qualquer valor de temperatura para o cálculo da constante de Equilíbrio Químico



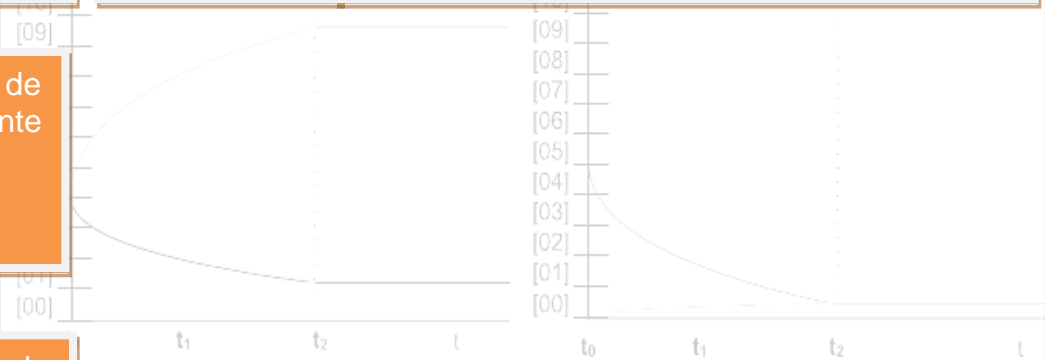
Pode ser adicionado qualquer valor de concentração para o cálculo da constante de Equilíbrio Químico.

$K_c =$



Para a realização do cálculo da constante de Equilíbrio Químico é necessário pressionar o botão calcular.

[H <sub>2</sub> ]	[I <sub>2</sub> ]	[HI]	[H <sub>2</sub> ]	[I <sub>2</sub> ]	[HI]	K <sub>c</sub> : 59.3874
4	4	4	1.2363	1.2363	9.5273	P <sub>atm</sub> : 1



10.30%

Nova simulação (para valores decimais use ponto, não vírgula)

>> Novas concentrações:

>> Nova temperatura

[H<sub>2</sub>] 0 [ ] mol.L<sup>-1</sup> [I<sub>2</sub>] 0 [ ] mol.L<sup>-1</sup>

T 667 K

[HI] 0 [ ] mol.L<sup>-1</sup>

Nova simulação



# Apoio

67

