



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Uma proposta de Ambiente Virtual de Aprendizagem no
ensino de conceitos relacionados a Equilíbrio Químico

Zaira Zangrando Cardoso

Brasília – DF

2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Uma proposta de Ambiente Virtual de Aprendizagem no
ensino de conceitos relacionados a Equilíbrio Químico

Zaira Zangrando Cardoso

Dissertação elaborada sob orientação do Prof. Ricardo Gauche e apresentado à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Ciências”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

BRASÍLIA – DF

2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME Zaira Zangrando Cardoso

TÍTULO Uma proposta de ambiente virtual de aprendizagem no ensino de conceitos relacionados a equilíbrio químico.

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Ciências”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em _____ de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Gauche
(Presidente)

Prof.^a Dr.^a Mírian Rejane Magalhães Mendes
(Membro externo – IFNMG)

Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva
(Membro interno – PPGEC/UnB)

Dedico este trabalho a meu pai Francisco, minha mãe Magali, meu irmão Zak e minha irmã Zandra, pelo forte sentimento que nos une.

Para Carlos Magno, meu companheiro desde sempre.

Para minha filha Camila, o amor da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À meus pais e irmãos pelo apoio e incentivo.

Ao meu esposo e grande companheiro Carlos Magno, pelo estímulo e por ter sido pai e mãe de nossa filha em minha ausência.

À minha amada filha Camila, minha inspiração.

Aos amigos e familiares, especialmente minha prima Alice, e as amigas Walkyria e Fabiana, pela torcida.

Ao professor Ricardo Gauche, pela orientação e bom humor.

Aos professores Roberto Ribeiro da Silva e Mirian Mendes, pelas valiosas sugestões, quando da Defesa do Projeto.

Aos professores do Programa, especialmente Márcia Murta, Patrícia, Wildson, Gérson Mól e Malu.

Ao Diego, Carol e Luciene (Secretaria PPGEC/UnB).

Aos amigos do PPGEC/UnB, especial para Dani Cavalcanti, Ana Paula e Mayara.

Ao amigo de hoje e sempre, Wilson Badaró Junior.

À amiga Rosana, por compartilhar momentos importantes ao longo dessa trajetória.

Ao Fernando Pires, por permitir a realização da pesquisa.

Aos meus alunos, sem eles nada seria possível.

“O valor das coisas não está no tempo em que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”

Fernando Pessoa

RESUMO

O trabalho desenvolvido consiste em uma pesquisa-ação de caráter qualitativo no âmbito do Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC/UnB), envolvendo alunos do 2^o ano do ensino médio de uma escola pública do Distrito Federal. Procuramos conhecer e discutir as concepções apresentadas por alguns alunos acerca de conceitos envolvidos no conteúdo equilíbrio químico, buscando examinar os principais obstáculos envolvidos nesse tema e, a partir dessas informações, desenvolver uma proposta de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) como estratégia de ensino e aprendizagem. Em uma proposta de participação colaborativa foram elaboradas e executadas uma sequência de atividades desenvolvidas na plataforma MOODLE para acompanhamento das atividades e dificuldades. O suporte teórico das discussões baseou-se em vasta literatura sobre o ensino de Química e equilíbrio químico, novas tecnologias de informação e comunicação (NTIC) e AVA. Conversaram entre si, entre outros autores, Quílez-Pardo, Machado e Aragão, Canzian e Maximiano, quando se abordou o ensino de equilíbrio químico; Moran, Masetto e Behrens, Pierre Lévy, Gomez, quando abordado o mundo digital e as novas ferramentas tecnológicas. A coleta de dados deu-se no AVA por meio de enquete disponibilizada no MOODLE e para encerramento de coleta de informações e maior abrangência da investigação, optamos por realizar um Grupo de Discussão. A presente pesquisa teve por finalidade propor um AVA que possa contribuir com a compreensão de conceitos acerca de equilíbrio químico, indicando a potencialidade dessa ferramenta no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de equilíbrio químico, Ambiente virtual de aprendizagem (AVA), plataforma MOODLE.

ABSTRACT

The work consists of a qualitative action research under the Professional Master 's Program on Post-Graduation in Science Teaching (PPGEC/UNB). The research involves 2nd grade High School students from a public school in the Federal District. We seek to understand and discuss the ideas presented by some students about the concepts involved in the content: Chemical equilibrium. We tried to examine the main obstacles involved in the teaching of this subject and, from that stand point, develop a proposal of virtual learning environment (VLE) in terms of teaching strategy and learning development. With a proposal centered on collaborative participation we developed and implemented a series of activities on the platform MOODLE for monitoring the activities and difficulties presented by the students. The theoretical basis for the discussions was the extensive literature on the teaching of chemistry and chemical balance, as well as new information and communication technologies (NICT) and VLE. Some of the authors used were: Quílez-Pardo, Machado and Aragão, Canzian and Maximiano, in the area of chemical equilibrium. In matters related to the digital world and new technological tools, we used Moran, Masetto and Behrens, Pierre Lévy, Gomez. Data collection took place in VLE by a poll available in MOODLE. For data gathering and more comprehensive research, we chose to use Discussion Groups. This study aimed to propose a VLE that may contribute to the understanding of concepts on the subject of Chemical Balance, indicating the potential of this tool in the process of teaching and learning.

Keywords : Teaching chemical equilibrium , Virtual learning environment (VLE), Moodle platform.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	09
EQUILÍBRIO QUÍMICO NO ENSINO MÉDIO	12
AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM (AVA) NO ENSINO DE QUÍMICA	21
O CONTEXTO, A METODOLOGIA E A PROPOSTA	33
DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA, ANÁLISES E REFLEXÕES	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
APÊNDICES	103
Apêndice A - Atividade 1 - AVA	
Apêndice B - Atividade 2 - AVA	
Apêndice C - Atividade 3 - AVA	
Apêndice D - Atividade 4 - AVA	
Apêndice E - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE	
Apêndice F - Texto de Apoio a Professores de Química	
ANEXOS	143
Anexo A - A História da Química	
Anexo B - Chuva Ácida	
Anexo C - Chuva Ácida	
Anexo D- Equilíbrio Químico nas cavernas	

INTRODUÇÃO

A motivação para este trabalho não é recente. É fruto de inquietações, questionamentos e debates surgidos ao longo da minha prática docente. Em minha atuação profissional como professora de Química do ensino médio, percebi¹ claramente a dificuldade que os estudantes enfrentam quando são colocados diante das simbologias próprias dessa disciplina e o quão distorcidas são as apropriações de alguns conceitos.

Em diversos momentos de reflexão, observei que estava inserida dentro de um universo que dava ênfase à transmissão de conteúdos e à memorização de fatos, símbolos, nomes, fórmulas, deixando de lado a apreensão da informação, a elaboração mental, a reflexão dos alunos e a vinculação entre o conhecimento químico e o cotidiano. Os conteúdos eram desenvolvidos com minuciosidades e detalhes desnecessários. O ensino apenas focado no preparo para um exame de seleção, para o qual estudante é “treinado” em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão.

Inserida nesse contexto, concordo com Schnetzler (2004, p. 50), que argumenta que, nesse modelo, “a aprendizagem é entendida como uma simples recepção de informações ditas pelo professor, assumindo-se a linguagem como um mero ‘tubo’ que transmite, conduz as palavras do emissor (professor) para o receptor (aluno) com significados rígidos.” Os conteúdos são transmitidos como inquestionáveis, descontextualizados, livres de crenças e opiniões dos sujeitos que as realizam.

Escutei inúmeras vezes que a pouca aprendizagem dos alunos era devida à “falta de base” ou de “pré-requisitos” ou à falta de interesse, remetendo-me ao seguinte questionamento: só há problemas de aprendizagem e não de ensino?

Em contraposição a esse modelo de ensino, o desafio é fazer com que a sala de aula seja um ambiente de constante investigação, que nos leve a uma contínua reflexão e revisão de nosso trabalho.

Percebo que meus alunos possuem uma incrível habilidade para manusear aparelhos eletrônicos e grande fascínio pelas redes sociais e ferramentas digitais, e

¹ Neste trabalho, a primeira pessoa do singular será utilizada quando me referir a considerações e experiências pessoais. A primeira pessoa do plural será utilizada em referência a processos coletivamente desenvolvidos, como os resultantes da orientação e os vivenciados com os alunos.

acredito que essa atração pode contribuir com a aprendizagem. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), nas suas várias formas de utilização diária, como TV, rádio, telefones celulares, tocadores MP3, MP4, *ipod*, *tablets*, etc., já estão massivamente presentes na sociedade brasileira e, especificamente, na sala de aula.

Nas últimas décadas, ampliou-se a discussão em torno das metodologias utilizadas para contribuir com a aprendizagem. Mas, observamos que em muitos locais prevalece, como recurso único utilizado pelo professor, o giz e o quadro negro, porém, acreditamos que as TIC disponíveis podem ser muito úteis para a atuação docente. Segundo Ferreira (1998, p. 781), "o dito ensino tradicional pode tornar-se muito mais eficiente e atraente quando se utiliza de tecnologias interativas" e para Moran et al. (2003, p. 22), "o uso de mídias interativas em sala de aula pode estimular o interesse dos alunos e facilitar a aprendizagem significativa de conceitos".

No sentido de contribuir para a aprendizagem e colaborar com as discussões que envolvem o uso pedagógico das redes sociais, a proposta se estabelece no uso do ciberespaço², utilizando-se de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) por meio da Plataforma MOODLE, para o desenvolvimento de uma proposta de participação colaborativa, que possa ser um suporte eficaz para a compreensão de conceitos de equilíbrio químico.

A participação colaborativa pode ser compreendida como um trabalho solidário, no qual todos os integrantes do processo procuram investigar, refletir, interpretar e compreender determinados assuntos, pressupondo assim uma contribuição mútua.

Diante de tantos conteúdos, a escolha de equilíbrio químico deve-se ao fato de o assunto ter sido apontado por muitos autores como um conceito de grande importância para o ensino de Química (MASKILL; CACHAPUZ, 1989), uma vez que envolve outros temas, tais como reações químicas, reversibilidade das reações e cinética química. De maneira geral, a forma como o tema é abordado nos livros didáticos e em sala de aula, tende a enfatizar aspectos matemáticos relacionados ao conceito, em detrimento de uma abordagem qualitativa (MACHADO; ARAGÃO, 1996).

² Segundo Pierre Lévy (1999b, p. 17), ciberespaço é o novo meio de comunicação que surge da interconexão mundial dos computadores.

É preciso salientar, também, a importância desse tema para o estudo de outros conceitos da Química, como teorias ácido-base, reações de oxirredução e de precipitação. Sendo assim, faz-se necessário que se tenha uma atitude diferente em relação a como abordar esse conteúdo em sala de aula, visando contribuir com a aprendizagem. Para isso, é importante primeiramente ponderar e compreender as dificuldades de aprendizagem e os erros conceituais relacionados, assim como suas prováveis origens (QUÍLEZ-PARDO et al., 1993). As dificuldades apontadas na resolução de problemas referentes ao equilíbrio químico são devidas à utilização de estratégias didáticas incorretas ou à linguagem usada (QUÍLEZ-PARDO, 1997a; 1997b).

Dessa forma, questiona-se como as TIC, por meio do suporte do AVA, pode contribuir para superar lacunas e distorções relacionados à compreensão de conceitos de equilíbrio químico.

Buscamos, portanto, desenvolver o trabalho, expondo, na dissertação, inicialmente, a escolha do tema, apresentando a revisão da literatura sobre o ensino-aprendizagem do conceito de equilíbrio químico no ensino médio. Em seguida, iremos expor o Ambiente Virtual de Ensino (AVA) por meio da plataforma Moodle e suas potencialidades como suporte no ensino de Química e, mormente no de equilíbrio químico. Dando sequência, descreveremos o contexto em que foi desenvolvido o trabalho, a metodologia e como se estruturou a proposta, correlacionando com os capítulos 1 e 2. Faremos o detalhamento do desenvolvimento da proposta, a análise do que foi desenvolvido e reflexões a respeito. Apresentaremos nas Considerações Finais, os principais pontos positivos do trabalho e suas limitações. Por fim, incluiremos o apêndice correspondente ao texto de apoio a professores de Química, no qual descreveremos a proposição desenvolvida e os anexos.

EQUÍLIBRIO QUÍMICO NO ENSINO MÉDIO

O ensino de Química no Brasil, inúmeras vezes se atém à transmissão de informações desconectadas com a vida do estudante, demandando quase sempre memorizações de fórmulas e nomenclatura de compostos químicos, uso de equações complexas e aplicação de regrinhas em um processo de mecanização e sem o devido o entendimento de uma situação-problema (MÉNDEZ, 2004).

Quando o processo de ensino e aprendizagem em Química se resume a reproduções de conceitos, À memorização de regras e fórmulas, pouca experimentação, falta de articulação com o cotidiano e conteúdos fragmentados torna-se totalmente desinteressante para os alunos (ZANON; MALDANER, 2007).

Nesse sentido, Lopes (1993) afirma que

a ciência química talvez seja uma das que sofre mais desse esfacelamento no ensino. Como fazem dela a ciência da memória, do empírico, distante do caráter materialista racional e matemático por ela adquirido há mais de um século, massa disforme de informações destituídas de lógica, profundamente dogmáticas! Ao invés de grandiosamente ensinar e pensar e a pensar cada vez melhor, é transmitido como um conjunto de normas e classificações sem sentido. (p. 327).

É evidente, assim entendo, a necessidade de redirecionar o ensino de Química, de maneira a aproximar o aluno do conteúdo. Segundo Lück (2007), em uma simples observação do processo educativo, verifica-se que ainda ocorre uma prática fragmentada, concentrada em resolução de atividades, conteúdos que se unem, mas não se somam e não se associam, “uma vez que prevalece a ideia de que a melhor escola é aquela que mais aprova nos vestibulares” (BRASIL, 1999).

Beltran e Ciscato (1991) apontam:

O atrelamento do [...] ensino médio ao vestibular é mais um fator a complicar o ensino de química; a pressão para ‘dar a matéria’ e ‘terminar o programa’ tem como resultado, entre outros, a superficialidade da análise dos fenômenos, a má construção de conceitos e a ausência do relacionamento do assunto com o saber da Química. Nessas condições, o ensino de química desliza para seu grau mais baixo e inútil: a simples memorização dos conceitos e de “regrinhas” para resolver problemas e testes visando o vestibular. (p. 17).

Inquietações conduziram meu olhar para os documentos legais a fim de conhecer as referências nacionais para o ensino de Química, no intuito de contribuir com a formação dos alunos numa perspectiva mais abrangente.

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM, 2006),

no que tange aos conhecimentos químicos, propõe-se, assim como os PCNEM (2002), que se explicita seu caráter dinâmico, multidimensional e histórico. [...] Contudo, o que se observa de forma geral, nos programas escolares, é que persiste a ideia de um número enorme de conteúdos a desenvolver, com detalhamentos desnecessários e anacrônicos. Dessa forma, os professores obrigam-se a 'correr com a matéria', amontoando um item após o outro na cabeça do aluno, impedindo-o de participar na construção de um entendimento fecundo sobre o mundo natural e cultural. São visivelmente divergentes o ensino de Química no currículo praticado e aquele que a comunidade de pesquisadores em Educação Química do país vem propondo. (p. 107-108).

De acordo com Ferreira e Justi (2008),

as dificuldades associadas ao ensino e à aprendizagem de Química perpassam, geralmente, o aspecto abstrato dessa ciência. Lidar com aspectos intangíveis aos nossos sentidos proporciona uma sensação de inépcia e vulnerabilidade do que é possível aprender frente à amplitude e complexidade do universo em que estamos inseridos. (p. 32).

O aspecto abstrato e a dificuldade no processo ensino aprendizagem também são corroborados por Johnstone³ (apud SOUZA; CARDOSO, 2008),

a ideia de que o estudo de Química implica, além da observação dos fenômenos naturais (universo macroscópico), a representação destes em linguagem científica (universo simbólico) e 'manipulação mental' de partículas como átomos, íons e moléculas (universo microscópico) pressupõe que o verdadeiro entendimento e o domínio do conhecimento químico dependem da livre transição entre esses três níveis. (p. 51).

Segundo as Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+, 2002),

³ JOHNSTONE. Macro and microchemistry. The scholl Science Review. v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982. Apud SOUZA e CARDOSO, 2008.

[...] a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade.

A proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Ao contrário disso, pretende que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola. (p. 84).

Ainda em concordância com as propostas do PCN+ (BRASIL, 2002), os conteúdos de Química devem possuir uma abordagem que contemple três domínios básicos, sendo eles:

representação e comunicação: ‘envolvendo a leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da Química e da ciência, a transposição entre diferentes formas de representação, a busca de informações, a produção e análise crítica de diferentes tipos de textos’. (p. 88);

investigação e compreensão: que se refere ao ‘uso de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associados a essa disciplina’. (p. 88);

contextualização sociocultural: referente à ‘inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneos’. (p. 88).

Fica evidente que nenhum conteúdo da Química pode ter uma abordagem que não considere a reflexão, discussão, interpretação e compreensão. Uma das propostas dos documentos legais é a de trazer consistência aos conteúdos, apresentando aos alunos a ampla importância do conhecimento químico, e fomentar condições para que eles o compreendam e relacionem com seu cotidiano.

Chassot (1995, p. 47) afirma que “fazer educação através da Química significa um continuado esforço em colocar a ciência a serviço do mundo, da vida, na interdisciplinaridade, no intercâmbio das ciências entre si”, o que se busca é melhorar o ensino e a aprendizagem de Química (CHASSOT, 1995), visando uma contribuição na formação do estudante para a vida.

Na busca de informações para iniciar o trabalho, procura-se identificar nos alunos suas concepções sobre equilíbrio químico, e focar nos erros conceituais que eles apresentam ao estudar o referido tema. Com relação aos enfoques a serem abordados ao trabalhar esse conteúdo, pode ser enfatizado, entre outros, que o estudante seja capaz de

reconhecer que, em certas transformações químicas há coexistência de reagentes e produtos (estado dinâmico da reação). Identificar as variáveis que perturbam o estado de equilíbrio químico (Le Chatelier). Representar, através da constante de equilíbrio químico, a relação entre as concentrações de reagentes e produtos em uma transformação química. Prever as quantidades de reagentes e produtos numa transformação química em equilíbrio. Propor e utilizar modelos explicativos para compreender o equilíbrio químico. Compreender a importância e o controle da dinâmica das transformações químicas nos processos naturais e produtivos. Propor meios e avaliar as consequências de modificar a dinâmica de uma transformação química. (BRASIL, 2002, p. 99).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) destacam em relação ao conteúdo equilíbrio químico que

o objetivo deste tema é reelaborar as ideias sobre o tempo e as quantidades envolvidas nas transformações químicas, considerando a cinética da transformação e o estado de equilíbrio químico caracterizado, em qualquer que seja o sistema em estudo, pela coexistência de reagentes e produtos em constante interação. (BRASIL, 2002, p. 99).

Portanto, é fundamental que o aluno saiba reconhecer uma situação de equilíbrio químico. Para que o estado de equilíbrio possa ser atingido, é necessário que o sistema esteja fechado (não há troca de matéria com o meio). Um sistema entra em equilíbrio químico quando temos reações reversíveis que, portanto, ocorrem nos dois sentidos (direto e inverso) com a mesma velocidade. Assim, reagentes continuam se transformando em produto e vice-versa em nível microscópico. Visualmente não se percebe nenhuma alteração, aparentando que a reação parou. É importante salientar que termodinamicamente se alcança o

equilíbrio químico quando a energia livre de Gibbs(G)⁴ dos reagentes e dos produtos se iguala.

Outro conceito a ser compreendido refere-se às implicações do cálculo da constante de equilíbrio (K). Segundo Ramirez (1985, p. 278), “para uma reação qualquer, esta constante revela a extensão da reação como quanto de produto obterá até que se estabeleça o equilíbrio”. O aluno deve entender que não é apenas uma abordagem numérica ou um cálculo matemático, mas compreender o seu significado. Os PCN+ sinalizam que “a expressão matemática representativa do estado de equilíbrio deve ser entendida como uma relação entre as concentrações de reagentes e produtos e não uma mera fórmula matemática” (2002, p. 99).

No entanto, muitos autores afirmam que o equilíbrio químico é, dentre os componentes dos currículos de Química, um dos temas que apresentam grande dificuldade para o ensino e aprendizagem (MASKILL; CACHAPUZ, 1989; QUILEZ-PARDO, 1993; CANZIAN; MAXIMIANO, 2010). Tais motivos devem-se ao tema precisar, para o seu desenvolvimento, de conhecimento prévio de conceitos como ligações e reações químicas, teoria ácido-base, balanceamento e estequiometria, soluções, cinética e termoquímica, entre outros. Percebe-se que os livros didáticos tendem a elevar os aspectos quantitativos (matemáticos) em detrimento de uma abordagem qualitativa (MASKILL; CACHAPUZ, 1989; BERGQUIST; HEIKKINEM, 1990).

Hildebrand (1946) argumenta que

parece que não existe tópico na química introdutória universitária que apresente mais dificuldades para os estudantes do que o do equilíbrio químico. Depois de tentar durante mais de 30 anos dar respostas claras às suas perguntas, cheguei a obter grande simpatia deles, dando-me conta de que é inerentemente um tema difícil. (p. 589).

Autores como, Maskill e Cachapuz (1989), Quilez-Pardo (1993, 1997), Canzian e Maximiano (2010), destacam alguns aspectos abstratos desse tema. Mencionam a sua natureza dinâmica; a dificuldade em diferenciar situações de não

⁴ Segundo Brady; Humiston (1986, p. 98), entende-se como energia livre de Gibbs como: $\Delta G = \Delta H - TS$ onde ΔG representa a quantidade máxima de energia liberada em um processo ocorrendo a temperatura e pressão constante que está livre ou disponível para realizar trabalho útil.

equilíbrio e situações de equilíbrio; a compreensão do princípio de Le Chatelier; e o não tratamento termodinâmico do tema.

A literatura enfatiza também dificuldades e concepções alternativas dos alunos em relação a esse tema. Algumas delas são recorrentes. “Podemos apontar dentre elas: a reação para de ocorrer no equilíbrio; as concentrações de reagentes e produtos se igualam no equilíbrio; reagentes e produtos encontram-se em compartimentos separados” (VAN DRIEL; DE VOS; VERDONK, 1990⁵, p. 151-162 *apud* FERREIRA; JUSTI, 2008, p. 33). A ideia de reversibilidade e a concepção de que a reação inversa somente inicia depois que todos os reagentes transformaram-se em produtos (FURIÓ; ORTIZ, 1983; RAVIOLO et al., 2000).

Machado e Aragão (1996) apontam em sua pesquisa que as concepções dos alunos acerca do equilíbrio químico relacionam-se com experiências cotidianas, portanto, possuem natureza macroscópica sensorial (como um funcionamento de uma balança para exemplificar o estado de equilíbrio), dificultando assim, a estruturação de um modelo microscópico em que reagentes e produtos coexistem em um sistema fechado, ocorrendo colisões constantes que, apesar de resultarem em transformações químicas, não provocam alterações visíveis. Os alunos tendem a manter a ideia que no equilíbrio nada mais ocorre e que não há alterações no sistema.

Outros aspectos foram salientados na pesquisa de Machado e Aragão (1996) como: dificuldades em diferenciar termos como constante e igual; compreender a reversibilidade das reações e a existência simultânea de reagentes e produtos no estado de equilíbrio.

Para muitos alunos, no estado de equilíbrio químico não existem mais espécies reagentes. Para outros, a reversibilidade é até possível, mas para que os reagentes sejam formados ao longo da reação é preciso, primeiramente, que todos tenham se transformado em produtos. Apenas a partir da formação dos produtos, envolvendo o consumo total dos reagentes, é possível que esses sejam reconstituídos. [...] a representação dos alunos para o estado de equilíbrio, parece conter a ideia de que as espécies químicas se encontrariam em recipientes separados. (MACHADO; ARAGÃO, 1996, p. 19).

⁵ VAN DRIEL, J.H., DE VOS, W e VERDONK, A.H. Why do some molecules react, while others don't? Em: Lijnse, P.L.; Licht, P.; de Vos, W.; e Waarlo, A.J. (Eds). *Relating Macroscopic Phenomena to Microscopic Particle*. Utrecht: Centre for Science and Mathematics, 1990. p. 151-162. *Apud* FERREIRA e JUSTI, 2008.

Vários trabalhos também apontam as limitações (de HEER, 1957; TREPTOW, 1980; QUÍLEZ-PARDO; SANJOSÉ-LOPEZ, 1995, CANZIAN; MAXIMIANO, 2010) na abordagem do Princípio de Le Chatelier nos livros didáticos, que buscam uma generalização, enfatizando que “muitas vezes ele é relacionado com o princípio de ação e reação da mecânica” (QUÍLEZ-PARDO; SANJOSÉ-LOPEZ, 1995, p. 384), podendo levar o estudante a um procedimento de repetição mecânica, não existindo uma reflexão e compreensão da dinâmica do processo, ocasionando erros conceituais.

A primeira formulação do princípio ocorreu em 1884 e Le Chatelier se baseou nos trabalhos de J. H. van't Hoff e G. Lippmann. Apesar de o princípio ser revisto várias vezes e sofrer algumas alterações, em 1933, Le Chatelier reconhece o primeiro enunciado como exato (QUÍLEZ-PARDO, 1995).

Todo sistema em equilíbrio químico estável submetido à influência de uma causa externa que tenda a fazer variar, seja sua temperatura, seja seu estado de condensação (pressão, concentração, número de moléculas numa unidade de volume), em sua totalidade ou somente em algumas de suas partes, sofre apenas modificações internas, as quais se ocorressem isoladamente acarretariam modificação de temperatura ou de estado de condensação de sinal contrário àquela resultante da ação exterior. (LE CHATELIER, 1884, p. 787, tradução nossa).

De acordo com a pesquisa realizada por Canzian e Maximiano (2010, p. 113), “o princípio não deve ser aplicado diretamente em determinadas situações ou podem existir determinadas condições nas quais essa generalização não é válida”. Algumas situações exigem uma análise termodinâmica (temperatura, volume, pressão) mais rigorosa e que nem toda “perturbação” em um sistema acarretaria uma perturbação no estado de equilíbrio.

Segundo Uehara (2005) uma das causas dos erros conceituais relacionados com a aplicação do Princípio de Le Chatelier pode estar vinculada a uma abordagem superficial do problema, não existindo um controle rigoroso das variáveis.

Particularmente referindo-se ao emprego desse princípio no Ensino Médio, alguns estudos da década de 1990 continuaram abordando situações em que ele se encontra limitado, podendo gerar, nesses casos, erros conceituais significativos. Alguns desses exemplos aparecem na adição de sólidos e variação de pressão, ambos em equilíbrios heterogêneos, e adição de gás inerte a um sistema

homogêneo gasoso (QUÍLEZ-PARDO; SANJOSÉ-LOPEZ⁶ apud CANZIAN; MAXIMIANO, 2010, p. 109).

De maneira geral observa-se nos livros didáticos de ensino médio, que o enunciado do Princípio de Le Chatelier, se apresenta de forma sucinta, utilizando termos de caráter vago.

Canzian e Maximiano (2010) apontam que,

esses termos gerais e vagos podem conduzir os alunos a predizerem mudanças incorretas em um determinado sistema em equilíbrio. Além disso, essa aplicação mecânica não exige um completo entendimento das características que compõem o estado de equilíbrio químico, o que pode promover uma falsa sensação de entendimento, já que a aplicação do princípio parece funcionar de forma lógica. (p. 113).

A pesquisa realizada pelos mesmos autores aponta que a terminologia usada nos livros didáticos pode acarretar em um tratamento superficial do princípio.

[...] a maioria dos autores de livros didáticos do ensino médio, preferem utilizar o termo ‘perturbação’[...] para se referir à mudança de uma variável no sistema em equilíbrio e concluem que ocorre um ‘deslocamento’[...] ou ‘alteração’[...] no sistema com o objetivo de ‘minimizar’, ‘reduzir’ ou ‘diminuir’ ou ainda ‘neutralizar’ essa nova ‘perturbação’ ou ‘alteração’. [...] O termo ‘fator externo’, embora mais próximo do termo ‘causa externa’ utilizado na primeira formulação original pelo químico Henri Louis Le Chatelier em 1884, é ainda mais ambíguo e vago, pois não define quais são esses fatores e muito menos sua relação com as propriedades do sistema em equilíbrio que devem ser considerados. (CANZIAN E MAXIMIANO, 2010, p. 112).

Observa-se, também, que termos como “desloca para a direita” e “desloca para a esquerda” podem reafirmar a ideia de que reagentes e produtos não existem ao mesmo tempo, e ainda que eles se encontram em compartimentos separados (MACHADO; ARAGÃO, 1996).

Uma última reflexão relaciona-se à forma como o conceito de equilíbrio químico é abordado, prevalecendo com ênfase na cinética química e, deixando de apresentar os aspectos termodinâmicos. No ensino médio, o equilíbrio químico é

⁶ QUÍLEZ-PARDO, J. e SANJOSÉ-LOPEZ, V. Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: Nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 12, p. 123-133, 1995. Apud CANZIAN e MAXIMIANO, 2010.

discutido apenas com base na teoria das colisões e velocidade, excluindo, nessa abordagem, os conceitos de espontaneidade, extensão de uma reação, entropia e energia livre.

Sabadini e Bianchi (2007) apontam três pontos negativos na abordagem cinética de equilíbrio químico.

Primeiro [...] o conceito é mais amplo quando advindo da termodinâmica. [...] Segundo [...] na obtenção da expressão da constante de equilíbrio, usa-se o artifício de igualar as velocidades das reações de ida e volta. Admitindo-se assim que as reações possuem apenas uma etapa.[...] Usar como exemplo a formação da amônia, a lei da velocidade para a reação direta será tetramolecular, o que acarreta em erro grave do ponto de vista cinético, pois não existem registros de reações com molecularidade superior a três. [...] Terceiro [...] na abordagem cinética não há inserção das transformações químicas dentro de um conceito mais universal sobre as transformações da natureza. (p. 10).

Outro aspecto que merece destaque para o não entendimento do conteúdo refere-se aos termos utilizados, pois a química apresenta termos específicos. Como mencionado por Machado e Aragão (1996) o termo “equilíbrio” pode levar a ideia de igualdade ou relacionar a situações estáticas. De acordo com Machado e Moura (1995, p. 29), “a linguagem nem sempre comunica [...] é fonte de equívocos, ilusões, mal-entendidos”.

Fica evidente que existe uma lacuna no entendimento de aspectos importantes relacionados aos conceitos de equilíbrio químico. E essa deficiência parece estar vinculada à forma como o assunto é abordado nas aulas e nos livros didáticos, com muito destaque em aspectos quantitativos e com pouca ênfase em aspectos conceituais e qualitativos. É preciso mudar essa abordagem, priorizando o entendimento do fenômeno. Dessa forma, “é preciso estimular a prática do ‘pensar quimicamente’, estabelecendo uma contraposição ao uso de regras memorísticas e livrescas, que pouco contribuem ao desenvolvimento intelectual de nossos estudantes”.(SOUZA; CARDOSO, 2008, p.56).

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM (AVA) NO ENSINO DE QUÍMICA

Vive-se hoje em uma sociedade que disponibiliza uma quantidade espantosa de informação em diversos meios. No entanto “ao longo da história, a informação sempre foi escassa e de difícil acesso. Desde a invenção da escrita, a parte mais valiosa e interessante esteve depositada em textos que só eram acessíveis para uma pequeníssima minoria” (BRUNNER, 2004, p. 24). Livros e periódicos demoraram a se massificar e só nas últimas décadas experimentaram uma explosão. Atualmente, a informação disponível está mais acessível e a cada dia mais abundante, como mostra a internet e a World Wide Web⁷ (BRUNNER, 2004).

A história do computador, desde o seu surgimento até os dias de hoje, é extremamente recente. No entanto, as transformações por que passou esse equipamento se deram de forma extremamente veloz, desde sua forma física, o potencial de seus processadores e, principalmente, seus fins. Se antes era de uso exclusivo das forças militares, hoje é muito mais empregado nos setores industrial, de bens e serviços e no uso doméstico (FONSECA, 2007). Os computadores passaram a ocupar praticamente todos os ambientes e a fazerem parte do cotidiano das pessoas. Ganharam, também, espaço como ferramenta pedagógica no processo ensino-aprendizagem, disponibilizando aos estudantes textos, imagens, sons e interatividade.

São inúmeras as possibilidades advindas do uso do computador. Cada vez mais moderno e poderoso em recursos, ele nos permite pesquisar, descobrir novos conceitos e lugares, entrar em contato com ideias, textos, experiências. Conforme afirma Moran (2012),

especificamente em rede, o computador se converte em um meio de comunicação, a última grande mídia, ainda em estágio inicial, mas extremamente poderosa para o ensino e aprendizagem. Com a internet podemos modificar mais facilmente a forma de ensinar e aprender tanto nos cursos presenciais como nos cursos à distância. São muitos os caminhos, que dependerão da situação concreta em que o professor se encontrar: número de alunos, tecnologias disponíveis, duração das aulas, quantidade total de aulas que o

⁷ *World Wide Web* (WWW) foi cunhado por Tim Berners-Lee ao criar o conjunto de sítios/ páginas da *Web*, que são formatados pelo modo de Protocolo de Transferência de Hipertexto, ou HTTP, além do HTML - *HyperText Markup Language*, que significa *Linguagem de Marcação de Hipertexto*. (GOMEZ, 2004, p. 84).

professor dá por semana, apoio institucional. Alguns parecem ser, atualmente, mais viáveis e produtivos. (p. 44).

De acordo com o PCN + (2000),

o uso do computador no ensino é particularmente importante nos dias de hoje. A busca e a articulação de informações são facilitadas pelos dados disponíveis na rede mundial de computadores. É claro que a confiabilidade das fontes de informações deve ser objeto de atenção do professor. Há também, hoje em dia, um conjunto de programas para o ensino de Química disponível (no mercado e na rede), cuja aplicação aos alunos deve ser avaliada pelo professor, levando em consideração a qualidade do programa, das informações fornecidas, o enfoque pedagógico, a adequação ao desenvolvimento cognitivo do aluno e a linguagem. Esse recurso também pode ser usado pelo professor ou pelo aluno para a criação de seus próprios materiais: na redação de textos, simulação de experimentos, construção de tabelas e gráficos, representação de modelos de moléculas. É também um meio ágil de comunicação entre o professor e os alunos, possibilitando, por exemplo, a troca de informações na resolução de exercícios, na discussão de um problema, ou na elaboração de relatórios (p. 109).

Hoje, o quadro da informação disponível e acessível é completamente distinto daquele apontado por Brunner (2004). Ela é cada vez mais abundante e fácil de obter, como mostra a Internet e World Wide Web. Para Brunner (2004, p. 23), “o desafio para a educação atual não é onde encontrar a informação, mas como oferecer acesso a ela sem exclusões e, ao mesmo tempo, aprender e ensinar, selecionar, avaliar, interpretar, classificar e usar essa informação”.

Segundo Moran, Masetto e Behrens (2012, p. 55), “a internet é uma mídia que facilita a motivação dos alunos, pela novidade e pelas possibilidades inesgotáveis de pesquisa que oferece”. Ainda segundo esses autores,

a internet pode ajudar a desenvolver a intuição, a flexibilidade mental, a adaptação a ritmos diferentes. A intuição, porque as informações vão sendo descobertas por acerto e erro, por conexões ‘escondidas’. As conexões não são lineares, vão ‘linkando-se’ por hipertextos, textos interconectados, mas ocultos, com inúmeras possibilidades diferentes de navegação. Desenvolve a flexibilidade, porque a maior parte das sequências são imprevisíveis, abertas. A mesma pessoa costuma ter dificuldade em refazer a mesma navegação duas vezes. Ajuda na adaptação a ritmos diferentes: a internet permite a pesquisa individual, em que cada aluno trabalhe no seu próprio ritmo, e a pesquisa em grupo, em que se desenvolva a aprendizagem colaborativa. (p. 53).

A Internet tem tornado acessível a informação a um grupo enorme de pessoas, que podem conectar a rede, passando a serem usuárias desse universo de informações. Essa troca pode ocorrer em diferentes níveis, desde o local até o internacional.

Ao considerarmos tecnologias em uma sala de aula, vem-nos à mente a expressão “Tecnologias de Informação e Comunicação” (TIC), algumas vezes acompanhada do adjetivo “novas”. Segundo Martinez (2004),

quando falamos de tecnologias da informação e da comunicação não nos referimos apenas à Internet, mas ao conjunto de tecnologias microeletrônicas, informáticas e de telecomunicações que permitem a aquisição, produção, armazenamento, processamento e transmissão de dados na forma de imagem, vídeo, texto ou áudio. Para simplificar o conceito, chamaremos novas tecnologias de informação e da comunicação às tecnologias de redes informáticas, aos dispositivos que interagem com ela e seus recursos (convergindo em redes e em aplicações que utilizam o TCP/IP⁸). Televisões, rádios, reprodutores de vídeo, materiais impressos e outras tecnologias 'convencionais' não são consideradas novas. (p. 96).

As Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC) causaram transformações radicais na sociedade, ocasionando uma revolução digital. Pode-se digitalizar⁹ imagens, sons, palavras faladas, códigos de barra, movimentos, enfim, inúmeras informações. Nossos alunos apresentam um comportamento estruturado por essas novas tecnologias, uma vez que são nativos digitais. Prensky (2001) formulou essa expressão para designar os nascidos na era das tecnologias digitais. Em contrapartida, os professores seriam os imigrantes digitais, já que não nasceram na era digital, mas procuram acompanhar essas inovações.

Empregar as NTIC em sala podem auxiliar na desvinculação de um programa a ser seguido com rigidez, minimizando assim a padronização fundamentada nos sumários dos livros. Assim, cria-se um planejamento amparado nos interesses dos alunos que passam a ter contato com informações e conhecimentos variados. Para Santos e Schnetzler (1996),

⁸ Os protocolos TCP (Transmission Control Protocol) e IP (Internet Protocol) foram criados com o intuito de realizar a intercomunicação de computadores. As configurações desses protocolos têm como função controlar como a informação é passada de uma rede a outra, e como manipular o endereçamento contido nos pacotes, a fragmentação dos dados e a checagem de erros. Disponível em < <http://www.pop-rs.rnp.br/ovni/tcpip/> > Acesso em: 15 maio 2013.

⁹ Segundo Pierre Lévy (1999 b, p. 52), digitalizar uma informação consiste em traduzi-la em números.

a implantação do ensino de química para formar o cidadão implica a busca de um novo paradigma educacional que venha a reformular a atual organização desse ensino [...]. É preciso ter claro que ensinar para a cidadania significa adotar uma nova maneira de encarar a educação, pois o novo paradigma vem alterar significativamente o ensino atual, **propondo novos conteúdos, metodologias, organização do processo de ensino-aprendizagem e métodos de avaliação**. (grifo nosso. p. 33).

Nas palavras de Martínez (2004, p. 97), “é necessário ter em mente que a incorporação de ‘novas tecnologias’ não pretende substituir as ‘convencionais’ que ainda são e continuarão sendo utilizadas”. O que se almeja é fazer um complemento dos tipos de tecnologias no intuito de tornar mais produtivo os processos de ensino e aprendizagem porque não existe um recurso que responda a todas as necessidades.

Faz-se necessário considerar que esses recursos informatizados estão disponíveis, e estão sujeitos a projetos educativos que colaborem com a aprendizagem e que possibilitem o desenvolvimento de postura crítica e de atividades criativas. “O recurso por si só não garante a inovação, ele depende de um projeto bem formulado, alimentado pelos professores e alunos que são usuários. O computador é a ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem” (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2012, p. 99). Prensky (2001) afirma que a tecnologia dá suporte à Pedagogia, e não o contrário, o que nos remete a Paulo Freire (1996) que defende que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção”. (p. 47).

Para Moran, Masetto e Behrens (2012),

os alunos, habituados a frequentar as aulas sentados, enfileirados e em silêncio, terão que enfrentar uma nova postura nestas novas décadas. No paradigma tradicional, a linguagem oral e a escrita são contempladas num processo de repetição que leva a decorar datas, números, fórmulas, enfim, dados que muitas vezes não têm significado para os alunos no processo de aprendizagem. Os alunos traduzem o que conseguiram reter ou decorar e, ao longo do tempo, essas informações são esquecidas. O professor, muitas vezes, julga que o ensino se consolida pela quantidade de informações que são explicadas para serem decoradas. Por sua vez, os alunos reclamam que, mesmo dominando as informações, não conseguem aplicá-las a uma situação concreta. (p. 73).

A provocação feita ao docente é modificar a forma de ensinar para optar por uma direção que leve à aprendizagem. Na realidade, é preciso primordialmente que professores e alunos persistam em um constante processo de aprender. A aspiração por mudança na prática pedagógica se torna maior na sociedade da informação e Pierre Lévy (1999 b) nos alerta sobre uma nova categoria de conhecimento, denominada digital. Segundo Pierre Lévy¹⁰ (apud BEHRENS, 2012),

o conhecimento poderia ser apresentado de três formas diferentes: a oral, a escrita e a digital. Embora as três formas coexistam, torna-se essencial reconhecer que a era digital vem se apresentando como uma significativa velocidade de comunicação. (p.73)

Nesse procedimento de encarar os progressos tecnológicos, a escola não passa impune. Como alerta Kenski (1998),

o estilo digital engendra, obrigatoriamente, não apenas o uso de novos equipamentos para a produção e apreensão de conhecimentos, mas também novos comportamentos de aprendizagem, novas racionalidades, novos estímulos perceptivos. Seu rápido alastramento e multiplicação, em novos produtos e em novas áreas, obriga-nos a não mais ignorar sua presença e importância. (p. 61).

Não se deve abandonar o caminho percorrido pela linguagem oral e escrita, mas reconhecer que a era digital pode trazer melhorias para a aquisição de conhecimento. Devemos encarar criteriosamente os recursos eletrônicos como ferramentas que podem contribuir com metodologias mais eficazes para aprender.

Segundo Pierre Lévy (1999 a),

a linguagem digital apresenta-se nas novas tecnologias eletrônicas de comunicação e na rede de informação. O paradigma na era digital, na sociedade da informação, enseja uma prática docente assentada na construção individual e coletiva do conhecimento. (p. 34).

O professor necessita dispor da informática como instrumento de sua prática pedagógica, tendo como princípio norteador que tanto o computador quanto a internet/rede devem estar a serviço da escola, do ensino e da aprendizagem. De

¹⁰ LÉVY, Pierre. As tecnologias das inteligências: O futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993. Apud BEHRENS, 2012.

acordo com Moran, Masetto e Behrens (2012, p. 75), “como parceiros, professores e alunos desencadeiam um processo de aprendizagem para buscar a produção do conhecimento”.

Nesse processo de aprendizagem, busca-se explorar projetos que favoreçam uma relação de diálogo (FREIRE, 1997) entre as partes, possibilitando dessa forma que professores e alunos aprendam, em uma perspectiva coletiva para a aquisição e produção do conhecimento.

A relação é de parceiros solidários que enfrentam desafios de problematização do mundo contemporâneo e se apropriam da colaboração, da cooperação e da criatividade, para tornar a aprendizagem colaborativa, significativa, crítica e transformadora. (BEHRENS, apud MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2012, p. 78).

Valoriza-se, dessa forma, o interesse em investigar, em pesquisar, em adquirir conhecimento. Para Moran, Masetto e Behrens (2012, p. 79), “aprender a conhecer implica aprender, compreendendo a aprendizagem como um processo que nunca está acabado”. De acordo com Demo (1996), o processo de aprender ultrapassa a “decoreba”, a cópia, ele deve se aportar na pesquisa como princípio educativo.

Com a compreensão de que a tecnologia está a serviço do homem e pode ser utilizada como ferramenta para promover o desenvolvimento de aptidões, os professores necessitam de uma postura crítica para considerar em sua prática pedagógica o uso da informática, apresentando recursos novos e inovadores aos alunos. Assim,

os professores e os alunos podem utilizar as tecnologias da informação para estimular o acesso à informação e à pesquisa individual e coletiva, favorecendo processos para aumentar a interação entre eles. A rede informatizada cria a possibilidade de exposição e de disponibilidade das pesquisas dos alunos, de maneira mais atrativa e produtiva. Os alunos podem se beneficiar da tecnologia da informação, que, além da internet, oferece diversos tipos de programas aplicados à educação, como: exercitação, programas tutoriais e aplicativos, jogos, editores de textos e simulações. (MORAN, MASETTO; BEHRENS, 2012, p. 97).

Segundo Olé Skovsmose (2000), é necessário que os professores disponibilizem para seus alunos ambientes que promovam a investigação, em que os alunos sejam seduzidos a se envolverem em um processo desafiador e

exploratório. No entanto, para que esse processo ocorra, o professor deverá prover aos seus alunos suportes para gerar essa investigação. Suportes esses que vão desde o uso de recursos didáticos à valorização das ideias expostas pelos discentes, pois, “quando os professores prezam o impulso humano para construir novos conhecimentos possibilidades ilimitadas são criadas para o aluno” (BROOKS,1997, p. 35), ou seja, ambientes educacionais que encorajem a apropriação ativa do conhecimento. Para Geller et al.(2004),

alunos são indivíduos diferentes entre si, que não aprendem em igual medida, qualitativa e quantitativamente. Ou seja, é preciso reconhecer que não há total homogeneidade em um grupo de educandos. Ritmos de aprendizagem diferentes, estilos cognitivos variados, experiências de vida distintas, conhecimentos diversos convivem em uma mesma comunidade educacional, de forma que para respeitar a individualidade de cada aluno e, ao mesmo tempo, levar todos a experimentarem o processo educacional com prazer, uma das premissas é repensar nossos modelos de atuação docente. (p. 277).

Contando com as possibilidades e características proporcionadas pelas Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC) na Educação, considera-se a possibilidade de potencializar a interação do aluno usuário com o ciberespaço levando em consideração que,

as NTIC constituem um conjunto de recursos tecnológicos, que se integram para proporcionar, através das funções de hardware, software e telecomunicações, automação e comunicação. Especificamente relacionada à área da educação, se assumirmos que o processo de aprendizagem corresponde a uma construção e reconstrução de conhecimentos, as NTIC poderão desempenhar uma função relevante se contribuírem para o desenvolvimento cognitivo, permitindo transformar informação em conhecimento. (BOLACHA; AMADOR, 2003, p. 32).

Segundo Rheingold¹¹ (apud MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2012),

o ciberespaço é uma rede que torna todos os computadores participantes e seus conteúdos acessíveis/disponíveis aos usuários de qualquer computador ligado a essa rede. Ele não é somente um espaço de armazenamento, ele é um espaço onde o usuário pode interagir, fazer coisas, pode criar ou tomar emprestada uma sala

¹¹ RHEINGOLD, Howard. Virtual reality. Nova York: Simon & Schuster, 1991. Apud MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2012.

virtual e encontrar outros usuários. Os mecanismos oferecidos pelo ciberespaço permitem que o usuário viaje pelo sistema, podendo mover com o cursos na tela, a imagem ao redor da sala ou do ambiente [...]. Possibilita aos alunos acessar, por meio da internet, bibliotecas no mundo inteiro, caminhar pelo espaço, localizar obras. O acesso estende-se aos museus e laboratórios que podem possibilitar em viagem virtual. Essas inovações já fazem parte do mundo informacional. Cabe aos educadores se apropriarem dessas possibilidades e criarem projetos levem seus alunos a “viajar” pela internet e a ser beneficiados com a realidade virtual (p. 103).

De acordo com Moran (2009), a informática precisa capacitar e fornecer subsídios ao aluno na aquisição de novos conhecimentos, contribuindo assim, com o processo ensino-aprendizagem. Enfim, ser um suporte na aprendizagem de conteúdos curriculares mirando o desenvolvimento integral do aluno.

Faz-se necessário “saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir conhecimento”. (BRASIL, 1998, p. 7). Segundo Lévy (1999 a), as ferramentas digitais mudaram os hábitos das pessoas e com isso alterou-se a forma como se relacionam e aprendem.

Lévy (1999 a) afirma que é necessária uma mudança qualitativa no processo ensino-aprendizagem, que em muito ganharia ao utilizar os recursos das NTIC, principalmente os que envolvem a aprendizagem colaborativa. O progresso dela depende diretamente do grau de envolvimento, participação, colaboração. Acreditamos que a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem criados com essa diretriz pode propiciar e favorecer a aprendizagem de conceitos, e especificamente de conceitos de equilíbrio químico.

O presente trabalho apresenta uma abordagem pedagógica, no sentido de explicar e explorar fenômenos e processos sobre equilíbrio químico, bem como proporcionar aos estudantes o desenvolvimento da capacidade de compreensão do conteúdo nos diferentes níveis de representação por meio de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) criado na plataforma MOODLE.

No entanto, o que é um ambiente virtual de aprendizagem? Do latim, ambiente (*ambientis*), tem o sentido de envolver algo; Virtual (*virtus*) significa força ou virtude. De acordo com o Dicionário Houaiss, “ambiente é relativo ao meio circundante, é um lugar, espaço, recinto” e “virtual constitui uma simulação criada por meios eletrônicos, existe apenas em potência, sem efeito real”.

Lévy (1999 b) explica que,

o virtual encontra-se antes da concretização efetiva ou formal (a árvore está virtualmente presente no grão). [...] o virtual não se opõe ao real, mas sim ao atual: virtualidade e atualidade são apenas dois modos diferentes da realidade. Se a produção da árvore está na essência do grão, então a virtualidade da árvore é bastante real (sem que seja, ainda, atual). (p. 49).

Dessa forma, um ambiente virtual de aprendizagem relaciona-se a um espaço ou lugar, sem características físicas ou territoriais delimitadas, onde existem inúmeras possibilidades de compartilhamento de informações, visando à ampliação da interação professor/aluno, aluno/aluno, aluno/conteúdo favorecendo o trabalho colaborativo, possibilitando o desenvolvimento da autonomia dos usuários.

Criado em 1990 por Martin Dougiamas, o MOODLE é acrônimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (ambiente modular de aprendizagem dinâmica orientada a objetos). De acordo com o seu próprio manual disponibilizado na rede¹², o Moodle possui ferramentas de comunicação, de avaliação, de disponibilização de conteúdos, de administração e organização. Ele também permite a construção compartilhada de textos, trabalhos e projetos.

Athail Rangel Pulino Filho, em seu manual: Introdução ao Moodle¹³ – Ambiente virtual de Aprendizagem – Módulo 1, define:

MOODLE - um programa para computador destinado a auxiliar educadores a criar cursos on-line de qualidade. Tais sistemas de educação via Internet são algumas vezes também chamados de Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem (SGA) ou Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Uma das principais vantagens do Moodle sobre outras plataformas é um forte embasamento na Pedagogia Construcionista.

No AVA tem-se uma expansão da sala de aula e a aprendizagem vai além do espaço delimitado pela escola. Ele pode contribuir significativamente para uma aprendizagem onde todos os envolvidos estão em sinergia total.

Assim, professores e alunos engajados em um processo social, desencadeiam um processo de ensino e aprendizagem visando à produção de conhecimento tendo como foco a comunicação, a colaboração e com a criatividade.

¹² < <https://moodle.org/> >

¹³ Disponível em <https://moodle.org/?lang=pt_br>

Moran (2012) aponta as mudanças no papel do professor diante dessa perspectiva:

O que muda no papel do professor? Muda a relação de espaço, tempo e comunicação com os alunos. O espaço de trocas aumenta da sala de aula para o virtual. O tempo de enviar ou receber informações amplia-se para qualquer dia da semana. O processo de comunicação se dá na sala de aula, na internet, no *e-mail*, no *fórum*, no *chat*. É um papel que combina alguns momentos de professor convencional com momentos do gerente de pesquisa, estimulador de busca. É um papel de coordenação mais flexível e constante, que exige muita atenção, sensibilidade, intuição e domínio tecnológico. (p. 50).

Moran, Masetto e Behrens (2012, p. 52) afirmam que, “um dos grandes desafios é ajudar a tornar a informação significativa, a escolher as informações entre tantas possibilidades, a compreendê-las de forma cada vez mais abrangente e torná-la parte de nosso referencial”. Os mesmos autores enfatizam que, “os recursos da informática não são o fim da aprendizagem, mas são meios que podem instigar novas metodologias que levem o aluno a aprender a aprender com interesse, com criatividade e com autonomia”. (p. 67).

Na elaboração do projeto que deverá ser debatido, vivenciado e aprimorado com os estudantes, o professor deve apropriar-se de referenciais empregados na sala de aula e fora dela. É também em uma abertura respeitosa aos outros que reconhecemos que não existe um *penso individual* e sim um *pensamos* como ato coletivo, resumido na frase de Freire (1975, p. 79): “Ninguém educa a ninguém, os homens se educam entre si mediatizados por seu mundo”.

No AVA o ensino deve estar baseado na comunicação, na interação e na colaboração. Os sujeitos envolvidos devem conviver com as diferenças, debatendo conflitos sociocognitivos partindo de uma reflexão individual e coletiva (MORAN, MASETTO; BEHRENS, 2012).

Esse entendimento nos remete à ideia freiriana do círculo de cultura, que segundo Gomez (2004),

é no conceito freireano de círculo de cultura que encontramos elementos para desenvolver uma criação solidária ao permitir que a palavra e o texto dos educadores/educandos circulem na rede. O círculo é entendido como o espaço educativo e a estratégia de aprendizagem, o conhecimento nele não é só reflexão ou espelho do outro, mas busca também a ação transformadora ao reconhecer e aceitar o outro. Por meio da internet, vão-se criando outras narrativas

em que a mediação é o eixo do processo educativo, artístico, tecnológico e científico nela gerado. Assim a educação como ato gnosiológico introduz uma situação que leva à tomada de consciência do que se sabe, mas também do que não se sabe e se deseja saber sobre a rede e os conhecimentos que nela circulam. (p. 43).

Os primeiros círculos de cultura, no dizer de Paulo Freire (1994),

Eram círculos que se formavam em associações beneficentes, em clubes de futebol, em sociedades de amigos de bairro, em igrejas. Os educadores se encarregavam de preparar o terreno para a criação do círculo, visitavam o clube popular ou a igreja paroquial ou a sociedade de amigos de bairro e falavam da ideia da possibilidade de um trabalho pedagógico. Quando aceita a proposta, se fazia boa divulgação na área, usando-se os recursos populares [...]. Criados dois, três círculos, os educadores faziam um levantamento temático entre os participantes que era estudado por nós, em equipe, na sede do movimento. 'Tratados' os temas, se organiza com eles um programa a ser discutido com os participantes do círculo [...]. Preparávamos os materiais para discussão tendo em vista os recursos de que dispúnhamos [...]. Penso no que poderíamos fazer hoje com os recursos tecnológicos à nossa disposição.(p. 155)

Gomez (2004, p. 44) ressalta que “o círculo de cultura digital é um espaço e uma estratégia de ensino e aprendizagem que permite a circulação da palavra e dos textos dos educadores e educandos”. A interação entre os círculos vai formando a rede na conexão de vivências, palavras, temas, frases e contextos.

Outra ideia que nos parece importante é a de que, mesmo que se universalizem os meios tecnológicos necessários para o acesso ao ciberespaço, aqui retratado especificamente no AVA, o estabelecimento de uma sociedade em que a cultura esteja estruturada pelo uso de tecnologias digitais em rede, cultura essa denominada por Pierre Lévy (1999 b) de Cibercultura¹⁴, só será viável com a alfabetização digital.

Essa alfabetização consiste em lidar, no âmbito digital, com saberes básicos/específicos e também com novos saberes de informática. Para Gomez (2004, p. 43), “a alfabetização é um processo inacabado da pessoa e de seu grupo que, por meio da educação, aprende, produz e circula a leitura e escrita em outros espaços culturais além dos convencionais”. Dessa forma,

¹⁴ Cibercultura especifica o conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço. (LÉVY, 1999 b, p.17).

a alfabetização afirma-se como um processo interativo de aprendizagem grupal, cooperativo, dialógico e de comunicação. Tanto quanto a leitura e a escrita convencional, a alfabetização digital encontra-se ancorada em um fato tecnológico e cultural. O uso generalizado da rede de computadores e a cultura gerada em torno dela criaram possibilidades de relações sociais de enorme impacto social, econômico e político, em nível local e global, gerando novos espaços de poder relacionados ao conhecimento nos quais encontramos brechas para ações educativas. (GOMEZ, 2004, p. 51).

O conceito de alfabetização vai além de simplesmente poder ler e escrever, é significar o ler e o entender, é dar sentido a partir da “leitura de mundo”.

A alfabetização digital é a habilidade para entender e usar informação, em múltiplos formatos, em uma extensiva gama de fontes digitais apresentadas por computadores. É um ato de leitura e escrita de cognição do que se visualiza na tela, de escuta por meio dos arquivos de som, da animação por meio de simulações, da colaboração com os outros, da possibilidade de buscar e adquirir textos e das habilidades para usar tais coisas na própria vida. (GOMEZ, 2004, p. 53).

Ainda nas palavras de Gomez (2004),

os dispositivos e tecnologias do nosso tempo devem ser usados para aproximar as pessoas e educar na solidariedade. Dificilmente alguém entenderá que, na base dessa afirmação, está só o ensino ou só a aprendizagem como sinônimo de educação, pois no processo educativo um não se entende sem o outro.(p. 54).

A partir dos referenciais citados, a utilização de um AVA no desenvolvimento da proposta, se justifica devido às suas inúmeras possibilidades didáticas. Em síntese, AVA é flexível, participativo, baseado na interação, na troca e na colaboração.

O CONTEXTO, A METODOLOGIA E A PROPOSTA

Fundamentados na discussão apresentada sobre as dificuldades no ensino de equilíbrio químico e a abrangência de assuntos relacionados ao conteúdo, procuramos neste trabalho, vincular um ambiente real de sala de aula a um ambiente virtual de aprendizagem, com a participação de parte dos alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública.

Assim, neste capítulo, será detalhado o contexto escolar para a melhor visualização do cenário da investigação, o aporte teórico da metodologia que está apoiado na pesquisa-ação e as principais características do ambiente virtual.

O Contexto

O trabalho foi desenvolvido em uma escola pública que iniciou as suas atividades de ensino em 05 de março de 1979. O corpo docente é composto aproximadamente de 280 professores e 3033 alunos de ensino fundamental e médio.

O efetivo de alunos e professores da escola é distribuído atualmente em seis turmas de sexto ano; dez turmas de sétimo ano; onze turmas de oitavo ano; quatorze turmas de nono ano no ensino fundamental; quinze turmas de primeiro e segundo ano e dezesseis turmas do terceiro ano do ensino médio. Cada turma com aproximadamente 35 alunos.

Além das atividades regulares, na escola são desenvolvidas atividades extraclasse, dentre as quais, destacamos:

- Iniciação desportiva oferecida aos alunos, que podem optar por uma ou mais modalidades;
- Atividades culturais e artísticas: banda de música, coral, corpo de baile e teatro;
- Viagens e intercâmbios;
- Aulas de apoio pedagógico de Química, Física e Matemática realizadas no contraturno;

- Clubes e grêmios: filatelia, clube de Ciências, clube de Química, clube de escoteiros, clube de Astronomia, clube de xadrez;
- Aulas preparatórias para as Olimpíadas de Química, Física, Matemática, Biologia e Astronomia.

Os alunos contam ainda com uma quadra de esportes coberta, biblioteca informatizada, sala de informática com a presença de uma professora especializada, laboratórios de Ciências, Física, Biologia e Química, o qual está passando por processo de modernização e adequação as normas de segurança. Na escola ainda são ministradas aulas de inglês por níveis, nos moldes de institutos civis especializados nessa área.

Além dos professores, a escola conta com coordenadores de série, coordenadores de disciplinas, supervisores pedagógicos, pedagoga, psicólogo, todos inseridos em seções específicas e atuando conjuntamente com a Divisão de Ensino.

Na disciplina de Química, os livros adotados são do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e o conteúdo programático segue a previsão anual contida no Plano de Sequencia Didática (PSD) e o Plano de Execução Didática (PED), comuns a todos as escolas do sistema. O sistema ao qual a escola é vinculada possui uma base curricular única que deve ser seguida por todos, obedecendo à mesma sequencia programática. A justificativa para tal fato, é evitar prejuízos ao alunos transferidos, já que a transferências entre alunos entre as escolas do sistema ocorre frequentemente .

Em relação ao ensino de Química nessa escola, percebem-se algumas dificuldades, como excesso de conteúdo; cobrança de minuciosidades e aspectos matemáticos; dificuldades por parte dos alunos em compreender alguns fenômenos e correlacioná-los ao cotidiano; pequeno número de aulas práticas; enfim, uma série de entraves que contribuem para a falta de interesse por parte dos alunos.

Metodologia

A pesquisa está fundamentada em uma abordagem metodológica de pesquisa-ação que possui alguns aspectos próprios. Segundo Thiollent (1986),

há uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada; desta interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta; há durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda atividade intencional dos atores da situação. (p. 16).

Dessa forma, a pesquisa-ação apresenta-se problematizadora e reflexiva, com grande interação entre os participantes e o pesquisador. De acordo com Azevedo (2008),

o trabalho realizado em uma pesquisa-ação consiste em um conjunto de atividades, cujos objetivos e ações são frutos das necessidades do grupo, empenhado em resolver seus problemas comuns. As reflexões também coletivas são momentos de análises e de revisão do trabalho realizado. Estas análises, subsequentemente, geram novos planejamentos, novas ações e novas reflexões. (p. 13).

Os que realizam pesquisa-ação trabalham juntos em interação e envolvimento. É uma pesquisa realizada “com” os outros e principalmente, respeitando a voz dos participantes (alunos). Dentro dessa perspectiva, Tripp (2005, p. 445) afirma que, “a pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos”.

Procuramos em nossa pesquisa-ação desenvolver um AVA por meio da plataforma Moodle em uma proposta de ensino de conceitos envolvendo equilíbrio químico. Esse espaço visa à participação de todos os sujeitos envolvidos, distanciando-se de uma prática “bancária” (FREIRE, 1997), e contribuindo com a aprendizagem.

Para a análise das informações adquiridas, adotamos a metodologia qualitativa. De acordo com Bogdan e Biklen (1994),

os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas e de complexo tratamento estatístico. As questões a investigar não se estabelecem mediante a operacionalização de variáveis, sendo, outrossim, formuladas com o objetivo de investigar os fenômenos em toda a sua complexidade e em contexto natural. Ainda que os indivíduos que fazem investigação qualitativa possam vir a selecionar questões específicas à medida que recolhem os

dados, a abordagem à investigação não é feita com o objetivo de responder a questões prévias ou de testar hipóteses. Privilegiam, essencialmente, a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação. As causas exteriores são consideradas de importância secundária. Recolhem normalmente os dados em função de um contato aprofundado com os indivíduos, nos seus contextos ecológicos naturais. (p. 16).

Em uma investigação qualitativa a fonte de dados é o ambiente natural, sendo caracterizado por Bogdan e Biklen (1994) de uma pesquisa “naturalística”. Esses autores afirmam que a obtenção de dados é predominantemente descritiva, por conter descrição de situações, pessoas entrevistadas, depoimentos e permite revelar a opinião dos sujeitos envolvidos. Desse modo, “[...] ao considerar os diferentes pontos de vista dos participantes, os estudos qualitativos permitem iluminar o dinamismo interno das situações, geralmente inacessível ao observador externo” (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p. 12).

Proposta

Esta pesquisa foi desenvolvida com parte dos alunos do segundo ano do ensino médio durante o terceiro bimestre (período de aplicação da proposta - 01 de agosto a 06 de setembro de 2013).

A proposta consiste na utilização de um AVA criado na plataforma Moodle, visando à participação colaborativa, aquela que envolve contribuição mútua entre todos os sujeitos, no ensino de conceitos envolvendo equilíbrio químico.

Na criação do AVA, alguns aspectos devem ser considerados. Deve-se respeitar o perfil do aluno, o contexto escolar, a linguagem utilizada, os recursos tecnológicos, buscando conferir ao AVA uma identidade própria.

No desenvolvimento da proposta, várias propostas de avaliação e estratégias de ensino e aprendizagem podem ser utilizadas. Optamos nesta pesquisa, por uma avaliação formativa, por entendermos que ela contempla e favorece a dinamicidade e interatividade no processo, pois, conforme aponta Gomez (2004, p. 76) “a avaliação deve ser formativa, continuada e processual por ser uma prática educativa flexível e interativa, contextualizada e dialógica”. Buscamos adequar ao AVA algumas estratégias de aprendizagem e para isso o Moodle possui vários recursos, como:

- Fóruns: os grupos de discussão permitem compartilhar atividades e opiniões representando o esforço coletivo. As mensagens registradas nesses espaços podem advir das várias dimensões de compreensão de um assunto e de posições subjetivas em relação à temática discutida.
- *Chats*: o debate em tempo real, síncrono (bidirecional ou multidirecional), possui potencial para incentivar o diálogo. Nele, os participantes trocam mensagens escritas sobre reflexões, discutem ideias da própria produção, de maneira restrita a alguns participantes ou aberta a todos.
- Glossário, biografias, fontes: são *links* internos que aparecem embutidos nas telas, em que se encontram breves explicações de termos, nomes e obras mencionadas ao longo do curso, ajudando a compreendê-los.
- Arquivos anexos em extensão PDF: os arquivos em anexos propõem a leitura relacionada a um conteúdo da unidade.
- *Wikis*: permite que os documentos sejam editados coletivamente com uma linguagem de marcação simples e eficaz. (Gomez, 2004, p. 168-169).

Em meio às inúmeras possibilidades do Moodle e dos recursos tecnológicos à disposição do educador, podemos selecionar alguns objetos de aprendizagem e disponibilizá-los na plataforma para que sejam analisados e questionados.

Objetos de aprendizagem são recursos digitais dinâmicos, interativos e reutilizáveis (textos, animação, vídeos, imagens, aplicações, páginas Web,...) que destinam-se a apoiar o aluno no processo de aprendizagem.[...] Objetos de aprendizagem devem ter um propósito educacional definido, um elemento que estimule a reflexão do estudante e que sua aplicação não se restrinja a um único contexto. (BRASIL, 2007.p. 15-25).

Ainda atentos às inúmeras possibilidades do Moodle, almejamos o uso da plataforma como suporte à realização de atividades demonstrativo-investigativas, que, para Silva, Machado e Tunes (2010, p. 245), são “as atividades experimentais [...] em que o professor apresenta, durante as aulas, fenômenos simples a partir dos quais ele poderá introduzir aspectos teóricos que estejam relacionados ao que foi observado”.

Silva, Machado e Tunes (2010, p. 244) esclarecem que “há a necessidade de se modificar drasticamente o que entendemos por laboratório, ampliando o conceito de atividades experimentais”, cabendo, serem entendidos como laboratórios, conforme a forma de abordagem, espaços como a própria sala de aula, área externa da escola e outros estabelecimentos. Esse entendimento também pode ser aplicado ao AVA.

Assim, os diversos recursos disponibilizados pelo Moodle, tais como fóruns de participação coletiva, visualizações de simulações e vídeos, entrega de atividades, troca de mensagens, entre outros, serão analisados no sentido de escolher aqueles que melhor atendam aos objetivos do trabalho a ser desenvolvido. Dessa forma, os recursos selecionados tem como objetivo auxiliar na superação dos problemas apontados na literatura e vivenciados em sala de aula.

A realização das atividades deste trabalho estão pautadas nas formas síncronas e/ou assíncronas, onde Mello (2009) argumenta que,

as atividades síncronas são aquelas realizadas com os participantes que se encontram ou não em um mesmo local, sendo, porém, necessariamente desenvolvidas ao mesmo tempo. Já as atividades assíncronas são aquelas realizadas em tempos diferentes, podendo os participantes estar ou não em um mesmo local. Nesse caso, eles podem acessar e disponibilizar informações sem a presença dos demais integrantes. (p. 38).

Continua,

- **Atividade presencial síncrona:** atividade de ensino que ocorre ao mesmo tempo e no mesmo lugar. Exemplo disso são as atividades face a face, comumente realizadas nos cursos totalmente presenciais, ou ainda, no início e na conclusão de cursos semipresenciais, com locais e horários determinados;
- **Atividade não presencial síncrona:** atividade de ensino que ocorre ao mesmo tempo (horário determinado), mas em locais diferentes, ou seja, não há necessidade da presença física do professor e dos alunos. Exemplificam essa forma de atividade as conferências eletrônicas realizadas em salas de discussões, videoconferências, etc.;
- **Atividade presencial assíncrona:** atividade de ensino que ocorre no mesmo local (escola, universidade, etc.), mas em momentos diferentes. O exemplo a seguir tipifica essa atividade: trabalho desenvolvido com um grupo de alunos que utilizem o mesmo ambiente ou ferramenta (computador, por exemplo) para realizar determinada atividade em horários distintos;
- **Atividade não presencial assíncrona:** atividade de ensino que ocorre em tempos e locais diferentes. O correio-eletrônico, a consulta e publicação em páginas da web são exemplos desse tipo de atividades. (p. 39, grifos da autora).

Considerando que nossa pesquisa será organizada na interação da sala de aula com o AVA, a professora fez uso de um "registro pedagógico", onde pontuava sobre as concepções apresentadas pelos alunos e as dificuldades na compreensão

do conteúdo. Tais anotações serviram de guia na elaboração das atividades apresentadas no AVA.

Para obtermos um *feedback* dos alunos sobre o desenvolvimento da proposta utilizamos uma enquete e um grupo de discussão. A enquete continha 28 itens, foi disponibilizada no AVA e teve como objetivo avaliar a estratégia e aspectos vivenciados durante o processo. O grupo de discussão teve por finalidade investigar o que poderia ser alterado, adicionado, removido ou melhorado, no ambiente virtual, para a concretização da proposta. Segundo Weller (2010), o "desenvolvimento dos grupos de discussão [...] não se constitui apenas como uma técnica de coleta de dados, mas como um método de investigação" (p. 55), e objetiva " a obtenção de dados que possibilitem a análise do contexto ou do meio social dos entrevistados, assim como de suas visões de mundo ou representações coletivas" (p. 56).

DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA, ANÁLISES E REFLEXÕES

Para a compreensão do procedimento da pesquisa realizada, que deu origem ao texto de apoio aos professores, apresentaremos a seguir o detalhamento do desenvolvimento do trabalho.

O Contexto da Investigação

Desenvolvemos a presente pesquisa com parte dos alunos do segundo ano do ensino médio durante o período do terceiro bimestre letivo. A proposta de trabalho foi apresentada ao coordenador de série e ao coordenador da divisão de ensino que avaliaram positivamente a iniciativa. Questionaram a seleção dos sujeitos envolvidos e sugeriram que não ocorresse exclusão. Para o desenvolvimento da pesquisa seria selecionado uma turma com aproximadamente trinta e cinco alunos. Porém, se alunos de outras turmas manifestassem interesse, que fossem incluídos na pesquisa. Acatei prontamente a exigência.

Apresentei a proposta aos alunos e a escolha dos sujeitos envolvidos deu-se de forma que a participação fosse voluntária. Dentre as quinze turmas de segundo ano, quatro estão sob minha regência. Em princípio, uma turma (35 alunos) foi selecionada para participar da pesquisa. No entanto, alunos de outras turmas mostraram interesse em fazer parte das discussões ocorridas no ambiente virtual, totalizando setenta e oito alunos participantes.

Não havia um critério predefinido para a escolha da turma participante da pesquisa. Após a explicação da proposta, os alunos se prontificaram, voluntariamente, a participar do trabalho. Apesar do ambiente virtual ser atemporal, a pesquisa visa a interação do AVA com a sala de aula para a obtenção do *feedback* da proposta. Assim, um critério a ser cogitado seria a quantidade de aulas durante o bimestre. No entanto, as turmas apresentavam as mesmas quantidades de aulas e um perfil de alunos muito semelhante. Alunos participativos e alunos mais calados. Dessa forma, a escolha da turma não seguiu nenhum critério específico.

Em abril de 2013, com o intuito de viabilizar o suporte necessário à investigação desta proposta, foi criado um espaço na plataforma Moodle da UnB (www.aprender.unb.br), destinado ao gerenciamento deste trabalho, onde a página de abertura é reproduzida na Figura 1 (CARDOSO; GAUCHE, 2013).

Figura 1 - página de abertura na Plataforma Moodle - Aprender UnB



Fonte: a autora

O AVA foi efetivamente "inaugurado" no início do terceiro bimestre letivo (agosto, 2013) e as atividades seguiram até a primeira semana de setembro. Em princípio, o itinerário de pesquisa visava a disponibilização de uma atividade por semana no ambiente virtual, porém, algumas atividades escolares e atividades extra curriculares dificultaram esse processo.

Alunos participantes da pesquisa foram selecionados para algumas apresentações que compõem datas festivas e outros estavam envolvidos em processos de estudo (Olimpíada de Química, Matemática e Física, Torneio virtual de Química, outros). Apesar de toda a flexibilidade de tempo e espaço do AVA, alguns alunos justificaram a ausência nas atividades alegando cansaço e falta de tempo para a participação.

Durante a investigação, procuramos identificar, compreender e analisar as concepções prévias apresentadas pelos alunos, mediante as discussões de uma abordagem qualitativa do equilíbrio químico, assim como os fatores que

nele interferem, por meio das ponderações em sala e das atividades propostas no AVA. Dessa forma, buscamos conectar esse dois momentos (sala/AVA) e contribuir para a superação das lacunas e distorções sobre o conceito.

As atividades selecionadas para o AVA foram "fruto" das interações e debates ocorridos em sala. Após o registro das principais concepções, dúvidas e questionamentos dos alunos, a atividade era elaborada. A temática abordada nas atividades 2 e 3 e três textos disponibilizados na biblioteca virtual foram propostos por alunos.

Cabe salientar que as atividades desenvolvidas no AVA não tinham um intuito de quantificar a avaliação, portanto, não valiam nota. As atividades tinham o caráter de informar sobre o aprendizado e as possíveis dificuldades na apropriação de conceitos e contribuir para uma melhor formação do aluno.

Durante a primeira semana de agosto foi realizado o cadastramento dos alunos na plataforma Moodle, e apesar de todos os alunos participantes confirmarem que têm acesso a internet em casa e nos celulares, alguns sentiram dificuldade em fazer o cadastramento, alegando que utilizam o correio-eletrônico com pouca frequência. Para confirmação do cadastro na plataforma faz-se necessária a confirmação por meio de link enviado ao endereço eletrônico.

Onze alunos informaram que já haviam tido contato com a plataforma Moodle. Oito deles usaram a plataforma em outra disciplina no primeiro ano do ensino médio na mesma escola e três tiveram contato em outra escola. Dentre esses três, um aluno a havia usado para entrega de atividades na disciplina Química.

Os onze alunos, de maneira unânime, reclamaram sobre algumas ferramentas da plataforma, que são difíceis e complexas, fato esse já mencionado em outra pesquisa (UEHARA, 2005) e sobre o prazo fixo de entrega das atividades. Diante das argumentações desses alunos, optamos por desenvolver atividades nos fóruns de discussões. Nos fóruns de discussões é possível compartilhar atividades e opiniões e essas atividades não foram elaboradas com data limite de participação. Isso deixou a atividade mais flexível e, devido a alguns eventos já mencionados, alguns alunos ausentaram-se do ambiente virtual por um período, retornando posteriormente às atividades. De acordo com Silva (2005),

No fórum, o professor abre provocações em texto – ou em outras fontes de visibilidade – e juntamente com os estudantes desdobra eles dinâmicos de discussões sobre temas de aprendizagem. Em interatividade assíncrona, os participantes podem trocar opiniões e debater temas propostos como provocações à participação. Para participar com sua opinião, o aluno clica sobre um dos temas e posta seu comentário, expressando sua posição em elos de discussões em torno da provocação. O aprendiz também pode iniciar um debate propondo um novo tema, fazendo da sua participação uma provocação que abre novos elos de discussões. Ele emite opinião, argumenta, contra-argumenta e tira dúvidas. Todas as participações ficam disponibilizadas em links na tela do fórum. O aprendiz pode atuar sobre qualquer uma, sem obedecer necessariamente a uma sequência de mensagens postadas de acordo com as unidades temáticas do curso. A qualquer hora ele se posiciona sobre qualquer participação, postando a sua mensagem, cujo título fica em destaque na tela, convidando a mais participações. (p. 66).

Durante os momentos de interação ocorridos entre a sala de aula e o AVA, foram elaboradas e disponibilizados nos fóruns de discussões quatro atividades envolvendo aspectos qualitativos de conceitos de equilíbrio químico e suas principais características, as quais serão detalhadas posteriormente. Também foram selecionados quatro textos que foram debatidos durante as aulas de Química e Português.

Nas aulas de Química, os textos auxiliaram na exploração dos conceitos envolvendo o conteúdo e nas aulas de Português, os textos foram utilizados para a elaboração de resumos. Posteriormente, as temáticas abordadas nos textos foram norteadoras para a elaboração das questões contidas na avaliação bimestral de Química.

Uma quinta atividade foi elaborada a partir de um texto proposto por aluno (equilíbrio químico envolvendo corais). No entanto, devido à proximidade da semana de avaliações bimestrais, não foi disponibilizada no AVA.

Na elaboração e seleção das atividades priorizamos identificar erros conceituais acerca do conteúdo e, a partir dessas informações, superar lacunas na apropriação desses conceitos, visando ampliar a capacidade do aluno na compreensão das atividades propostas no AVA e das atividades demonstrativas-investigativas.

Como mencionado na revisão de literatura (QUÍLEZ; SANJOSE, 1985; MACHADO; ARAGÃO, 1986; MASKILL; CACHAPUZ, 1989; CANZIAN; MAXIMIANO, 2010) o conceito de equilíbrio químico é problemático tanto para o professor quanto para o aluno. A compreensão da descrição macroscópica e microscópica é complexa.

Dessa forma, desenvolvemos nosso trabalho na perspectiva de apontar as principais características de uma reação em equilíbrio químico e propiciar a compreensão de como e porque ele ocorre. Destacamos essas características a seguir:

- ✓ o processo é dinâmico - a reação não para de ocorrer, mesmo sem evidências visuais;
- ✓ reagentes e produtos coexistem. Não há compartimentalização da reação;
- ✓ as reações são reversíveis - reação direta (formação dos reagentes) e inversa (formação dos produtos) ocorrem simultaneamente;
- ✓ concentrações de todas as espécies são constantes - contrariando a ideia de igualdade;
- ✓ implicações envolvidas no cálculo da constante de equilíbrio;
- ✓ controle rigoroso das variáveis no entendimento do Princípio de Le Chatelier para equilíbrio homogêneo e heterogêneo.

Assim, procuramos desenvolver atividades de fácil compreensão entre os momentos de interação entre a sala de aula e o AVA nesse processo investigativo, abordando os pontos mais relevantes citados na literatura.

Descrição das Atividades

As atividades desenvolvidas no ambiente virtual foram coletivas, disponibilizadas nos fóruns de discussões, e realizadas de forma assíncrona.

Foram anotados no "registro pedagógico" todas as informações advindas das aulas e do AVA ocorridas durante a aplicação da proposta.

Também registramos as informações obtidas nos momentos de discussões ocorridas em sala, as concepções prévias dos alunos, os principais pontos de dificuldade sobre o conteúdo, e dúvidas geradas na explicação ou na resolução de exercícios. Essas informações foram primordiais no desenvolvimento das atividades do AVA.

Cabe salientar que a proposta foi aplicada em uma turma de 35 alunos. Como outros alunos manifestaram interesse em participar, as mesmas temáticas desenvolvidas nas atividades foram realizadas em outras turmas de minha regência. Porém o relato aqui vivenciado é referente à turma selecionada.

1.^a Atividade - Lentes Fotocromáticas

O livro didático adotado¹⁵ pela escola coloca um pequeno texto informativo exemplificando como reação de equilíbrio químico o que ocorre em lentes fotocromáticas sob incidência de radiação ultravioleta e uma aluna questionou sobre o processo o que motivou uma discussão. Entre os pontos relevantes apresentados pelos alunos, anotados no registro pedagógico durante a discussão, estão a compreensão da dinamicidade das reações em equilíbrio químico, a reversibilidade das reações e a coexistência de reagentes e produtos no mesmo local. Essas características foram abordadas na atividade disponibilizada no AVA.

Para colaborar com o processo de superação de lacunas, foi realizada uma atividade demonstrativa-investigativa (Figura 2) utilizando uma luz negra, lente fotocromática, prendedor de cabelo fotocromático e protetor solar com o objetivo de elucidar os conceitos mencionados no registro pedagógico. Foi explicado que nesse experimento, a reação envolvida depende do material constituinte da lente. Como a lente era de vidro, ocorre uma reação de oxirredução com íons prata. A atividade foi dividida em duas etapas. Na primeira foi observado o efeito da radiação na lente fotocromática e na segunda o efeito da radiação no prendedor de cabelo fotocromático, sendo que em um deles havia sido passado protetor solar. O experimento foi repetido e as

¹⁵ CANTO, E. L.; PERUZZO, F. M. Química na abordagem do cotidiano, volume 2, Moderna, 2006.

2.^a Atividade - Síntese Haber-Bosch

Antes de iniciar a aula de Química, observei que alguns alunos estavam debatendo sobre a produção de grãos no Brasil (discussão iniciada na aula de Geografia) e aproveitando a situação, foi questionado à turma, se existia relação entre a temática discutida por esses alunos e a produção de fertilizantes e explosivos e se dentro desses assuntos poderíamos identificar conceitos de equilíbrio químico.

Um aluno comentou que havia lido sobre a síntese da amônia e que o processo estava relacionado à fabricação de explosivos durante a Primeira Guerra Mundial. Essa discussão provocou diversos questionamentos durante a aula. Queriam compreender a importância da síntese, o porquê da necessidade do uso da amônia durante o período da Guerra, o motivo do uso de condições extremas de temperatura e pressão, a importância do catalisador e qual a relação com a produção de grãos.

Os inúmeros questionamentos e argumentações ofereceram informações sobre a maneira como os alunos estavam compreendendo os conceitos envolvidos no conteúdo. Por uma limitação de horário, foi proposto que os alunos continuassem esse debate na atividade que seria desenvolvida no AVA e posteriormente retomássemos a temática com as contribuições advindas da interação sala de aula - AVA.

Nos registros pedagógicos, havia pontuado sobre a necessidade de realizar uma atividade no AVA que enfatizasse deslocamento de equilíbrio, uma vez que os alunos estavam cometendo os mesmo erros já apontados na literatura (CANZIAN; MAXIMIANO, 2010). Estavam tratando de forma mecânica o Princípio de Le Chatelier (ação e reação), sem a análise rigorosa das variáveis envolvidas (pressão, temperatura, volume, catalisadores, gases inertes) em equilíbrios homogêneos e heterogêneos.

Além de identificar as concepções envolvendo deslocamento de equilíbrio, as argumentações dos alunos evidenciavam algumas distorções nas características fundamentais para a compreensão do estado de equilíbrio químico.

Portanto, foi disponibilizado no AVA, o fórum de discussões 2 (Figura 4) com o objetivo de analisar as concepções dos alunos sobre a influência, em uma reação em equilíbrio químico, de alterações na temperatura, pressão, uso de catalisadores e retirada de participantes. Para melhor visualização da atividade 2, verificar apêndice B.

Figura 4 - atividade 2 AVA - Síntese Haber - Bosch

Síntese Haber-Bosch
por Zaira Cardoso

Atividade 2

A amônia (NH₃) está entre as cinco substâncias produzidas em maior quantidade no mundo. Sua importância está relacionada ao seu uso direto como fertilizante e por se constituir matéria-prima para a fabricação de outros fertilizantes nitrogenados. Também é utilizada na produção de explosivos e de plásticos (USBERCO & SALVADOR, 2005, p. 384).

Até o início do século XX, a principal fonte natural de compostos nitrogenados era o NaNO₃ (salitre do Chile), que resulta da transformação de excrementos de aves marinhas em regiões de clima seco. O salitre natural, porém, não seria suficiente para suprir o consumo atual de compostos nitrogenados. É interessante notar que existe uma quantidade quase inesgotável de nitrogênio no ar, sob a forma de N₂. No entanto, a molécula é muito estável (energia da ligação N≡N é 943,8 KJ/mol), ou seja, é muito difícil rompê-la para formar qualquer composto nitrogenado. Esse problema foi resolvido em 1909 pelo químico Fritz Haber, com a síntese da amônia. O processo foi aperfeiçoado industrialmente, por Carl Bosch, o que deu origem ao nome síntese de Haber-Bosch. Até hoje, esse é o processo de fixação do N₂ do ar, para a obtenção de compostos nitrogenados (FELTRE, 2004, p. 214).

$$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92,22 \text{ KJ}$$

Temperatura: 400 a 600 °C.
Pressão: 140 a 340 atm
Catalisador: Fe₃O₄

A síntese de Haber-Bosch teve um papel histórico importante, pois proporcionou aos alemães a possibilidade de resistir ao bloqueio dos aliados durante a primeira Guerra mundial. De fato, devido ao embargo inimigo, a Alemanha não conseguia mais importar salitre necessário para a fabricação de explosivos. Com a síntese de NH₃, os alemães produziam HNO₃ e deste chegavam aos explosivos de que necessitavam (FELTRE, 2004, p. 215).

Com base em seus conhecimentos sobre Equilíbrio Químico e a influência da temperatura, pressão, concentração e catalisadores sobre o sistema, argumente sobre os questionamentos a seguir.

- Nesse sistema, a adição do catalisador melhora o rendimento da reação? Justifique.
- Qual o motivo do uso da pressão elevada na síntese de Haber-Bosch?
- Como explicar a elevada temperatura do sistema, uma vez que, a reação é

Fonte: a autora

3.^a Atividade - Camada de Ozônio

A terceira atividade foi elaborada a partir de parte do debate originado na atividade demonstrativo-investigativa realizada sobre lentes fotocromáticas. Na etapa que usava o prendedor de cabelo fotocromático, em um deles foi passado protetor solar e observado que a alteração de cor, com a incidência da radiação, era muito lenta. Nesse momento, dúvidas surgiram em relação a composição e função do protetor solar e, durante os questionamentos três alunos argumentaram sobre a influência da radiação ultravioleta no planeta e essas dúvidas conduziram o debate à importância da camada de ozônio para a manutenção da vida. Com base nessas informações e com as anotações do

registro pedagógico, a atividade 3 do AVA (Figura 5) foi desenvolvida com o objetivo de analisar a influência da temperatura e pressão em uma reação em equilíbrio químico; verificar a extensão da reação a partir de informações advindas da constante de equilíbrio e pesquisar sobre a relação da camada de ozônio com a radiação ultravioleta de diferentes comprimentos de onda (UVC, UVB, UVA) para a vida no planeta.

Foi usado como suporte teórico para a elaboração da atividade o livro paradidático¹⁶ intitulado "A atmosfera terrestre" disponível na biblioteca da escola. Para melhor visualização da atividade 3, verificar o apêndice C.

Figura 5 - atividade 3 - AVA - Camada de Ozônio

Espaço de discussão 3
por Zaira Cardoso

Atividade 3 - Camada de Ozônio

A quantidade de ozônio na atmosfera terrestre é pequena e variável com a altitude; ele apresenta maiores teores na estratosfera, especialmente nas altitudes entre 20 a 50 quilômetros. Esse gás consiste numa das formas alotrópicas do elemento oxigênio. A união entre os átomos nas moléculas do gás oxigênio pode ser quebrada, levando, eventualmente, à formação de moléculas de ozônio. Esse processo envolve o consumo de energia, que pode ser fornecida por um tipo específico de radiação solar: a radiação ultravioleta.

Na estratosfera, do mesmo modo que o ozônio é formado a partir do oxigênio molecular por meio da ação da radiação UV, ele também é destruído por essa mesma radiação, quando é decomposto em uma molécula do gás oxigênio e um átomo isolado de oxigênio. O ciclo do ozônio que ocorre na estratosfera tem um papel importante para a vida na Terra: a absorção da radiação UV, que é parte da radiação solar que chega ao nosso planeta.
(texto adaptado - Tolentino, Rocha-Filho, da Silva. *A atmosfera terrestre*, 2004.)

$$3 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{O}_3(\text{g})$$

Com base em seus conhecimentos químicos, argumente

1. A formação do ozônio é endotérmica ou exotérmica? Ela é favorecida com o aumento da temperatura?
2. Alterações na pressão exercem influência na formação do ozônio? Como?
3. O que podemos concluir em relação à constante de equilíbrio, se a reação acima estiver favorecendo a formação do ozônio?
4. O ciclo de formação e destruição do ozônio estratosférico por radiação ultravioleta dos tipos UVC e UVB desempenha um papel importante em favor da vida. Por quê?

Fonte: a autora

4.^a Atividade - Galinho do tempo

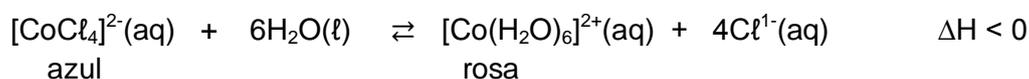
Essa atividade foi selecionada porque a maioria dos alunos não conhecia esse "indicador de umidade". Primeiro foi disponibilizado no AVA a atividade 4 (Figura 6) com o intuito de verificar todo o processo ocorrido até o momento e se os alunos haviam compreendido as características fundamentais

¹⁶ TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, R. R. **A atmosfera terrestre**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

de uma reação em equilíbrio químico, como também o entendimento do Princípio de Le Chatelier.

Questionei a turma sobre a pouca participação na atividade do AVA a os alunos argumentaram que não haviam entendido o fenômeno retratado.

Para elucidar a atividade foi realizada uma atividade demonstrativo-investigativa utilizando o galinho do tempo (Figura 7), um secador de cabelo e um aparelho umidificador. Foi explicado que o galinho é feito de uma material semelhante a camurça contendo impregnado em suas asas cloreto de cobalto. A equação representada abaixo foi escrita no quadro para facilitar a compreensão.



Foi realizado o aquecimento de uma das asas, que assumiu a coloração azul e, em seguida, após usado o umidificador, adquiriu a coloração rósea. A Atividade foi repetida.

Foi demonstrado e explicado que o aquecimento desloca o equilíbrio, no sentido da reação inversa (formação do reagente), favorecendo a coloração azul. O resfriamento desloca o equilíbrio no sentido direto (formação do produto), favorecendo a coloração rosa. Sob temperatura ambiente, tanto a substância de coloração rosa quanto a azul estão presentes, resultando na coloração violeta.

O objetivo da atividade foi corroborar com a compreensão da coexistência das duas substâncias, da reversibilidade da reação e que o processo é dinâmico. Alguns questionamentos dos alunos confirmaram a dificuldade no entendimento do efeito da temperatura/umidade na reação. Após os esclarecimentos ocorridos na atividade demonstrativo-investigativa, os alunos se comprometeram em retornar a atividade do AVA. Para melhor visualização da atividade 4, verificar o apêndice D



Os outros textos foram selecionados por exemplificarem situações de ocorrência de reações em equilíbrio químico e as possíveis alterações que podem acontecer nessas reações devido a mudanças de temperatura, pressão e volume. O segundo e terceiro texto intitulam-se "Chuva Ácida" e o quarto texto refere-se ao "Equilíbrio Químico nas cavernas"

Esses textos não foram utilizados para desenvolver atividades no AVA. Eles serviram de material de apoio, em sala. A escolha das atividades exploradas no AVA foram "fruto" de questionamentos gerados em sala pelos alunos. Porém, os textos podem ser explorados futuramente no ambiente virtual.

As atividades desenvolvidas no AVA buscaram uma expansão da sala de aula. O tempo em sala de aula é rígido e fixo. Somos regidos por uma sequência didática que deve ser seguida e em muitas situações, os momentos de interação e troca são comprometidos ou interrompidos pela finalização do tempo de aula. Ao analisar o que o aluno escreve no AVA e seu comportamento em sala durante os questionamentos, aumentamos as possibilidades de comunicação. O aluno percebe que a dificuldade não é só dele e sente-se, em sua maioria, à vontade para expor as dúvidas.

Importante ressaltar que a participação do aluno nas atividades fornecia informações valiosas, tanto para a elaboração da atividade seguinte quanto para a abordagem do conteúdo em sala de aula. Durante a interação sala de aula - AVA - atividades demonstrativas-investigativas pôde-se verificar, como destacado em pesquisas (MASKILL; CACHAPUZ, 1989; QUÍLEZ-PARDO, 1993) a existência de lacunas conceituais referentes a conceitos anteriores e fundamentais para a compreensão de equilíbrio químico.

Por não estarem pré-definidas, as atividades desenvolvidas necessitavam de uma análise minuciosa do registro pedagógico. Portanto, a proposta foi se estruturando durante o período de aplicação.

Relatos da investigação

Ao longo do período de aplicação dessa estratégia de ensino e aprendizagem, foram observadas criteriosamente as relações dos alunos entre si, com a professora, com as atividades desenvolvidas, com os objetos de conhecimento e com a Química.

Foi utilizado nessa pesquisa-ação para o levantamento dos dados, o AVA, o registro pedagógico, enquete, grupo de discussão e observação participante. Segundo André (2005), a observação participante

implica uma atitude de constante vigilância, por parte do pesquisador, para não impor seus pontos de vista, crenças e preconceitos. Antes, vai exigir um esforço deliberado para colocar-se no lugar do outro, e tentar ver e sentir, segundo a ótica, as categorias de pensamento e a lógica do outro. (p. 26-27)

Assim, as interferências ocorridas ao longo do desenvolvimento proposta, aconteceram com parcimônia e apenas nos encontros presenciais. Nenhuma intervenção foi realizada nas respostas dos alunos nas atividades dos fóruns de discussão/ AVA. A ideia era deixar o aluno à vontade e que ele e sua resposta, seu posicionamento, suas dúvidas, erros e acertos, não fossem expostos e nem influenciasse a participação de outro aluno.

Visamos, na proposta desenvolvida, analisar a compreensão dos aspectos qualitativos do equilíbrio químico demonstrados no desenvolvimento das atividades no AVA e na participação do aluno em sala de aula, evitando atividades que levassem à formação de concepções alternativas (MACHADO; ARAGÃO,1996) sobre os conceitos. No entanto, essas concepções foram fundamentais durante o processo investigativo.

Por considerarmos importante o processo vivenciado, optamos por incluir na íntegra os principais trechos das argumentações apresentadas pelos alunos, no intuito de demonstrar a importância da valorização das concepções dos alunos, para o processo ensino-aprendizagem. A interação AVA - sala de aula buscava a superação de lacunas e distorções conceituais relativas ao conteúdo. Assim, em alguns casos, foi realizado um "*Print Screen*" da página do Moodle com as argumentações dos alunos e em outros foi realizado a cópia dos trechos. O *Print Screen* captura em forma de imagem tudo o que está presente na tela selecionada.

Apresentaremos um panorama geral de cada atividade, buscando identificar nas argumentações dos alunos, as concepções prévias e o entendimento das características fundamentais acerca de uma reação em equilíbrio químico. Foi excluída qualquer identificação do aluno (nome e foto), e designei-os apenas por gênero <aluno/a>. A professora será indicada como <professora>.

Cabe salientar que alguns alunos participaram de todos os fóruns e outros não, por motivos já mencionados e outros por motivos que foram analisados na enquete e no grupo de discussão.

A plataforma Moodle, disponibiliza instrumentos para acompanhamento das atividades, sendo possível verificar no relatório de participação do aluno todas as suas visualizações, abandono ou tempo de realização das atividades.

Analisando....

As atividades - AVA

1.^a Atividade - AVA - Fórum de discussão - Lentes fotocromáticas

O objetivo da atividade era identificar concepções prévias; elucidar características fundamentais de uma reação em equilíbrio químico como, coexistência de reagentes e produtos, simultaneidade das reações, dinamicidade do processo; fornecer informações sobre lacunas e distorções conceituais.

Trinta e dois alunos participaram dessa atividade. Após breve explicação, a atividade solicitava que os alunos argumentassem sobre alguns questionamentos. No intuito de facilitar a visualização e análise dos principais pontos observados nas argumentações dos alunos, optou-se por separar as respostas para cada pergunta. Na atividade do AVA, as argumentações de cada aluno estavam dispostas sequencialmente. Para cada pergunta foram selecionadas seis respostas, cada uma continha informações que serviram de suporte para a verificação de lacunas a serem preenchidas no momento de sala de aula, ou informações sobre a evolução conceitual do aluno. Foi pedido que os alunos argumentassem sobre o fenômeno e poderiam utilizar conceitos

estudados anteriormente para corroborar com suas explicações. Para tanto, foram feitas seis perguntas norteadoras.

<professora> - Por que as lentes fotocromáticas escurecem quando expostas ao sol?

<aluno> pois o óculos reage com o sol.

<aluna> Pois essas lentes possuem cloreto de prata que na ausência de luz UV são transparentes, mas quando expostas aos raios UV as moléculas sofrem um processo químico e mudam sua forma, fazendo a lente ficar escura.

<aluna> As lentes fotocromáticas escurecem devido à interação dos cristais de AgCl com a radiação ultravioleta, tais cristais se dissociam quando o "sistema das lentes" recebe uma maior incidência de energia (radiação UV), formando assim: prata metálica e átomos de cloro.

<aluno> Nas lentes, há a presença de prata que ao se encontrar com os raios UV escurecem.

<aluno> Acredito que se deva ao equilíbrio que foi "incomodado" pelos raios UV.

<aluna> As moléculas de (AgCl) presentes na lente fotocromática quando expostas ao raio UV, com luz solar direta, mudam de forma e absorvem parte da luz visível, fazendo então com que escureçam as lentes.

O comando da atividade solicitava que os alunos argumentassem sobre o fenômeno relatado e a maioria se ateve a respostas curtas, explorando pouco os conceitos envolvidos. Os alunos apresentaram grande dificuldade em propor uma explicação, destacando a influência de ideias de natureza macroscópica sensorial como relatado na pesquisa de Machado e Aragão (1996) e Souza e Cardoso (2008).

<professora> - Qual o função da radiação UV nessa reação?

<aluna> Fornecer uma quantidade de energia que altera o equilíbrio químico, sendo assim favorecido os produtos.

<aluna> Fornecer a energia necessária pra deslocar o equilíbrio.

<aluno> A radiação UV tem o papel de fornecer a energia a reação para que a locomoção do equilíbrio químico promova a produção do produto.

<aluno> A radiação UV tem o papel como fonte de energia para que, devido ao fato de a reação direta ser endotérmica, mover equilíbrio químico promovendo a produção do produto.

<aluno> O papel dos raios UV na reação é que são eles que fornecem a energia necessária para que ocorra a reação.

<aluno> A radiação UV tem o papel de iniciar a reação para que ocorra a mudança na cor da lente.

Como relatado por Quílez-Pardo e Sanjosé-Lopez (1985) e por Uehara (2005), o controle das variáveis envolvidas em uma reação é complexo. Percebi que os alunos estavam com dificuldade em vincular as ideias a uma explicação microscópica, assim como, conectá-las ao conceito cinético de agitação das moléculas, colisões efetivas, quebra de ligações e reorganização dos átomos.

<professora> -O processo é reversível? O que você entende por um processo reversível?

<aluno> sim, é reversível. uma reação reversível é uma reação que pode voltar a ser o que era antes.

<aluna> os átomos de prata e do cloro estão presos ao vidro e não escapam caracterizando uma reação irreversível.

<aluna> Eu entendo como, depois de usada pode ser voltada, então, produto pode ser reagente e reagente pode ser produto.

<aluno> Um processo reversível é aquele que permite determinado sistema, retornar ao seu estado inicial.

<aluno> Sim. As reações reversíveis são as reações nas quais os reagentes são convertidos em produtos e os produtos são convertidos em reagentes até chegar a um equilíbrio, quando as velocidades em ambos os sentidos se igualam.

<aluna> Sim. Processo reversível, é todo aquele processo que pode voltar ao início do processo .

Alguns alunos evidenciaram em suas respostas a não compreensão da reversibilidade ou se referiram a reação inversa como um retorno ao "estado inicial".

<professora> - Na lente coexistem reagentes e produtos?

<aluno> Sim, caso contrário não estariam em equilíbrio. Eu acho!

<aluno> Sim. Pois como a reação é reversível, não haverá um momento no qual existirão apenas produtos ou apenas reagentes. (Salvo o caso em que for cessada a emissão de energia luminosa para a lente.).

<aluno> Sim, esse fato é justificado pelo sistema ser fechado.

<aluna> Sim, por ser uma reação reversível ela vai e vem até chegar ao equilíbrio químico quando a velocidade de ida e de vinda se tornam iguais, onde ambas as substâncias coexistem.

<aluna> Sim, o equilíbrio químico favorece o reagente num momento o qual a lente não está recebendo energia luminosa causando uma concentração mísera de produto, ainda assim coexistirá as duas substâncias.

<aluna> Sim, pois está em equilíbrio.

Todos os alunos responderam que coexistiam reagentes e produtos nas lentes. No entanto, algumas explicações foram confusas, justificando o fato apenas pela presença de um sistema fechado ou que existiriam exceções, porém sem explicitar quais. Alguns alunos demonstraram clareza na ideia de coexistência e reversibilidade associada à presença ou ausência da radiação. Machado e Aragão (1996) relatam em sua pesquisa as dificuldades dos alunos em aceitar as concepções de reversibilidade e coexistências das substâncias.

<professora>-O que ocorre para que aconteça a mudança da cor nas lentes?

<aluno> Com a ausência da prata e o aumento dos raios UV, acaba ocorrendo a mudança de cor.

<aluno> Se dá ao aumento da incidência de luz que desloca o equilíbrio para a direita fazendo a lente escurecer que ao entrar em

um local escuro diminui sua incidência luminosa deslocando o equilíbrio para a esquerda.

<aluna> Sem a reação, a quantidade de AgCl é predominante na lente, logo não há uma cor visível, mas quanto mais produto formado, maior é a quantidade de Ag na lente, ou seja: +produto +escuro.

<aluna> O cloreto de prata (AgCl) é incolor que é misturado com a prata, essa mistura faz que ocorre a mudança de cor.

<aluna> Os raios UV fornecem energia para que a prata metálica escureça as lentes, e quando não houver luminosidade suficiente ocorre o favorecimento da reação inversa, ou seja, produção de AgCl, que é incolor.

<aluno> Quando tais raios entram em contato com a reação reversível em equilíbrio, ela automaticamente mostra-se com velocidades de direta e inversa diferentes e demonstra tal mudança pela diferença da cor.

Algumas concepções prévias dos alunos ficaram evidentes nessas respostas. Que a reação inversa só inicia depois que todos os reagentes transformam-se em produtos e que os reagentes acabam após a reação entrar em equilíbrio, como apontado na pesquisa de Furió e Ortiz (1983). Alguns alunos apresentavam uma visão compartimentalizada do processo (MACHADO; ARAGÃO, 1986; FERREIRA; JUSTI, 2008) quando associa o deslocamento no sentido da "direita" ou "esquerda".

<professora> - *Quando ocorre a mudança de cor, ela permanece indefinidamente? Explique.*

<aluna> Não, fora da luminosidade, as substâncias voltam ao seu estado anterior.

<aluno> Não, pois a partir do momento em que a radiação UV não fornecer energia para a reação, ela voltará a se deslocar para o lado dos reagentes (que é transparente). A cor muda de acordo com a exposição ao sol.

<aluna> A cor não permanece indefinidamente pois em ambiente escuro a luminosidade não fornece energia suficiente para manter a reação, e o Cl e o Ag voltam a reagir.

<aluno> Não, pois sem fonte luminosa (UV) o produto não é formado, e ele é quem dá a cor escura à lente, logo, sem UV a

quantidade de reagente é maior que a de produto, fazendo a lente ficar clara.

<aluno> Não. Exposta ao sol, a lente adquire energia por meio da radiação UV, o que desencadeia a reação. Quando a lente não for iluminada pelo sol, a reação tende a formar mais reagente e menos produto, e como o reagente é incolor, a lente vai ficando cada vez mais clara. A cor muda de acordo com a exposição ao sol.

<aluna> A cor escurecida não permanece indefinidamente, pois, na ausência ou escassez de radiação UV, o equilíbrio se desloca para o lado dos reagentes, o que promove a formação de AgCl, que é incolor.

Esse questionamento teve como intuito reforçar a ideia de reversibilidade da reação, coexistência dos reagentes e produtos e dinamicidade do processo. A maioria dos alunos associou a intensidade da radiação com a intensidade da cor nas lentes. Porém, a ideia de equilíbrio estático e a não coexistência de reagentes e produtos foi mencionada.

Analisando todas as respostas disponibilizadas no AVA, observamos que as ideias estavam bastante heterogêneas em relação a aspectos como: dinamicidade do processo, coexistência das substâncias, reversibilidade e visão compartimentalizada do processo. No entanto, alguns alunos apresentavam total clareza de ideias em suas argumentações.

Com base nessas informações, contemplamos as principais ideias arroladas e as possíveis distorções e lacunas do conceito para fundamentar o momento seguinte. Os principais pontos levantados durante a atividade foram explorados novamente em sala de aula. A atividade do AVA tinha como objetivo fornecer subsídios para a total compreensão dos conceitos abordados. Com a participação ativa dos alunos no momento de *feedback* da atividade, conseguimos provocar a "curiosidade epistemológica" (FREIRE, 1997), em que os alunos tornavam-se críticos, questionadores e conseguiam romper com concepções prévias.

Essa atividade foi elaborada a partir de um momento de interação da turma. A socialização das ideias durante uma discussão gerada sobre a produtividade brasileira de grãos foi fundamental para o desenvolvimento dessa atividade. A curiosidade dos alunos sobre o processo científico relativo à síntese da amônia produziu contribuições valiosas para a compreensão dos conceitos abordados. Participaram desse fórum 21 alunos.

A atividade teve como objetivo levantar as concepções dos alunos sobre as alterações de temperatura e pressão; abordar a ação dos catalisadores em uma reação em equilíbrio químico e o efeito da retirada de um dos participantes durante o processo. Com isso, ponderar sobre o entendimento dos alunos perante os conceitos de deslocamento de equilíbrio.

Como na atividade 1, para cada questionamento foram mostradas as respostas com as contribuições mais relevantes para o processo ensino-aprendizagem. Foram selecionadas cinco respostas.

<professora> Nesse sistema, a adição do catalisador melhora o rendimento da reação? Justifique .

<aluno> Acho que sim, pois os catalisadores fazem isso.

<aluna> abaixando a energia de ativação aumenta a velocidade da reação, e com isso mais produto.

<aluna> Não, ele só aumenta a velocidade, tanto direta quanto inversa. Ou seja, não produz mais um que outro, e sim mais de ambos.

<aluno> O catalisador não interfere no rendimento, ele só vai diminuir a energia de ativação e aumentar a velocidade da reação, para alcançar o equilíbrio mais rápido.

<aluno> O catalisador busca um processo mais rápido da reação , até mesmo pela elevada energia de ativação da ligação tripla de nitrogênio. Vale lembrar que o rendimento é constante.

Como apontado na pesquisa de Canzian e Maximiano (2010) foi identificada nas argumentações dos alunos uma abordagem visando a generalização do conceito de catalisador e essa generalização não é válida para uma reação em equilíbrio químico. Alguns alunos utilizaram de forma mecânica conceitos de cinética química e outros conseguiram explorar esses

conceitos relacionando as variáveis envolvidas em uma reação em equilíbrio químico.

<professora> Qual o motivo do uso da pressão elevada na síntese de Haber-Bosch?

<aluna> Favorecer o deslocamento da reação no sentido da produção de produto (direita), pois este possui menor volume gasoso. Lembrando que o aumento de pressão favorece o deslocamento para o lado de menor volume gasoso, e o abaixamento de pressão favorece o deslocamento para o lado com maior volume gasoso.

<aluno> + Pressão = + Produto (já que a soma lá dos números dos produtos é menor que a dos reagentes).

<aluna> Quanto maior a pressão, a reação fica mais rápida.

<aluna> A pressão elevada é para deslocar o equilíbrio no sentido do produto.

<aluno> A pressão elevada é utilizada para deslocar o equilíbrio para o lado da equação com o menor volume (no caso a amônia). Por isso, o intuito da elevada pressão é aumentar a síntese da amônia.

Dois alunos explicitaram uma visão compartimentalizada do processo (direita e esquerda). Buscava-se com esse questionamento verificar se o aluno estava realizando uma análise termodinâmica (CANZIAN e MAXIMIANO, 2010) das variáveis, no caso específico da pressão. Foi verificado que parte dos alunos fazia uma repetição mecânica de conceitos de cinética.

<professora> Como explicar a elevada temperatura do sistema, uma vez que, a reação é exotérmica, o que contraria o Princípio de Le Chatelier?

<aluno> A reação, com temperatura alta, é mais veloz, porém tem rendimento menor.

<aluna> Acho que contraria o principio de Le Chatelier porque a reação é exotérmica, então se aumenta a temperatura ela se deslocaria para os reagentes (endotérmica), mas aumentando a temperatura também aumenta a velocidade da reação, o que aumentaria a produção de amônia mas em pequenas quantidades.

<aluno> A temperatura elevada desloca o equilíbrio para o lado endotérmico (reagentes), o que reduz a quantidade de produto.

<aluno> Exotérmica só quer dizer que libera energia, errôneo induzir que a temperatura será baixa.

<aluna> A temperatura elevada pra obter eficiência na reação, favorecendo o produto também.

Interessante observar que nesse questionamento alguns alunos se posicionaram de forma bem detalhada, fazendo um controle das variáveis envolvidas (UEHARA, 2005), identificando a partir da variação de entalpia se a reação é exotérmica ou endotérmica e relacionando a alteração de temperatura sugerida. Alguns alunos repetiram de maneira mecânica o conceito cinético sem uma abordagem criteriosa.

<professora> Durante o processo, introduz-se a mistura gasosa N_2 e H_2 no reator e, após o estabelecimento do equilíbrio, essa mistura é transferida para um condensador, onde o NH_3 liquefeito é retirado rapidamente do sistema. Qual o motivo para a intensa e rápida retirada do NH_3 do processo?

<aluno> Para não acontecer a reação inversa.

<aluno> Com a retirada do NH_3 , os reagentes terão que sintetizar mais NH_3 , para manter o equilíbrio.

<aluna> A amônia é retirada do sistema para que não haja a reação em que a amônia volta ao estado gasoso de hidrogênio e oxigênio, além de que a retirada da amônia evitará que a reação deixe de pender para o reagente.

<aluno> Para evitar que a reação transforme produtos em reagentes.

<aluna> Retirar o produto da equação abala o sistema. Em função disso, este tentará reestabelecer o equilíbrio da reação, produzindo cada vez mais produtos.

Foi observado nessas respostas que alguns alunos mantêm dúvidas referentes à reversibilidade e à coexistência de reagentes e produtos em uma reação em equilíbrio químico. Com isso, esses conceitos foram abordados novamente em sala. É importante a retomada de conceitos para a inserção de novos. Poucos alunos argumentaram sobre deslocamento de equilíbrio nessa questão.

Essa atividade evidenciou o quão complexo é o entendimento do princípio de Le Chatelier, tornando-se em alguns casos, apenas uma repetição mecânica. Dentre os pontos a serem retomados em sala de aula foi priorizado o efeito da temperatura e pressão, a adição do catalisador e a retirada e adição dos participantes em uma reação em equilíbrio.

O envolvimento e a participação dos alunos nas discussões em sala foram bastante significativos, sendo que tiveram a oportunidade de socializar as dúvidas e sanar dificuldades de compreensão do conteúdo abordado.

3.^a Atividade - AVA - Fórum de discussão - Camada de ozônio

O objetivo dessa atividade era fortalecer a compreensão do princípio de Le Chatelier e trabalhar possíveis lacunas existentes sobre o conteúdo, assim como, entender o significado da extensão de uma reação a partir do cálculo da constante de equilíbrio. Essa atividade foi desenvolvida fundamentada nos questionamentos da atividade 1 sobre a radiação ultravioleta. Participaram desse fórum 25 alunos e foram selecionadas cinco argumentações.

<professora> A formação do ozônio é endotérmica ou exotérmica? Ela é favorecida com o aumento da temperatura?

<aluno> Endotérmica. Sendo desfavorecida com o aumento da temperatura .

<aluno> A formação do ozônio é exotérmica, por esse motivo ela não é favorecida pelo aumento de temperatura.

<aluna> Endotérmica, pois é preciso consumir energia (radiação ultravioleta) para quebrar as ligações presentes nas moléculas do gás oxigênio. A formação do ozônio é favorecida pelo aumento da temperatura (deslocamento do equilíbrio para o produto).

<aluna> Exotérmica, sendo desfavorável ao aumento de temperatura.

<aluno> A formação do ozônio é endotérmica, pois precisa receber energia para ocorrer a síntese dos átomos de oxigênio para formar a molécula de ozônio.

As argumentações surgidas a partir desse questionamento apontaram duas situações. Na primeira, os alunos não compreenderam o fenômeno e não responderam corretamente. Na segunda, não usaram uma abordagem cinética e termodinâmica.

<professora> Alterações na pressão exercem influência na formação do ozônio? Como?

<aluna> Sim, se desloca para o lado dos produtos, pois é o lado de menor volume.

<aluna> Sim pois deslocara o equilíbrio.

<aluna> Sim, a pressão pode influenciar na velocidade da reação, abaixando o volume e deixando as moléculas mais concentradas ou menos concentradas.

<aluno> Sim , o volume dos produto é menor que do reagente , logo , desloca a reação para o produto.

<aluno> Sim, quanto maior a pressão mais o equilíbrio e deslocado para o produto.

As respostas da maioria dos alunos foram curtas, com pouco desenvolvimento. Ao analisar todas as respostas a esses questionamentos, verifiquei alguns alunos com dificuldade em relacionar pressão e volume, como citado por Uehara (2005).

<professora> o que podemos concluir em relação a constante de equilíbrio, se a reação estiver favorecendo a formação do ozônio?

<aluno> Que se quanto maior for o deslocamento para o produto, pois este aumentara a concentração do ozônio na reação aumentando assim o K ($K = \text{produto/reagente}$).

<aluna> Caso a formação de ozônio esteja sendo favorecida, a constante de equilíbrio da reação direta é maior que o da reação inversa.

<aluno> Ficara bastante elevado se consideramos a fórmula.

<aluno> Favorecendo a síntese do ozônio, o K_c resultante da equação se elevaria, devido a significativa síntese do produto mediante os reagentes.

<aluno> Ela será relativamente alta.

A esse questionamento, todos os alunos responderam que a formação do ozônio acarretaria em uma constante de equilíbrio elevada. Alguns alunos explicaram detalhadamente e outros não. No entanto, compreenderam que o cálculo da constante não se refere apenas a uma abordagem numérica (RAMIREZ, 1985), mas relaciona-se ao entendimento da extensão da reação.

<professora> o ciclo de formação e destruição do ozônio estratosférico por radiação ultravioleta dos tipos UVC e UVB desempenha um papel importante em favor da vida. Por quê?

<aluno> Porque ele absorvendo tal radiação a impede de chegar até a crosta terrestre, se não ocorresse isso não haveria vida, pois a radiação UV é mortal para animais e plantas, inclusive nós, humanos.

<aluna> A camada de ozônio presente na estratosfera é uma das responsáveis pelas condições necessárias para vida terrestre. Ela absorve totalmente a radiação UVC, radiação extremamente tóxica e letal. Já os raios UVB são parcialmente absorvidos, somente uma pequena parcela atinge a superfície terrestre, esses raios são os principais responsáveis pelos danos à nossa pele.

<aluno> Pois a síntese de ozônio reforça a concentração desse gás protegendo a vida na terra da radiação UVC (extremamente nociva) e UVB (não tão nociva, mas analogamente danosa), enquanto sua decomposição permite a reposição do oxigênio na troposfera, já que após a decomposição do ozônio, o gás oxigênio tende a descer para as camadas mais inferiores da atmosfera.

<aluno> O ciclo de destruição e formação do ozônio permite que haja vida na Terra, pois o ozônio e o oxigênio absorvem totalmente a radiação UVC, extremamente fatal a qualquer forma de vida, e parte da radiação UVB, que, em excesso, pode causar queimaduras e o envelhecimento precoce da pele.

<aluna> Porque ela é responsável por absorver totalmente a radiação UVC, e parte da UVB, sendo muito importante porque sem ela estaríamos expostos a raios prejudiciais a vida.

O objetivo desse questionamento era que o aluno pesquisasse sobre comprimento de onda da radiação UVC e UVB e fizesse um paralelo com o tema. Poderia usar o conhecimento de *ondas* (estudado na Física), *seres vivos* (Biologia) e equilíbrio químico. Alguns alunos optaram por respostas mais

simples e outros detalharam mais. Dois alunos desejaram expor suas respostas em sala de aula no momento de *feedback* da atividade, questionando a outros colegas se a resposta estava completa ou se era necessário uma complementação.

Nessa atividade ficou evidente a dificuldade, por alguns alunos, da correta articulação entre temperatura, pressão e volume para a compreensão do princípio de Le Chatelier, uma vez que, pode levar a uma análise mecânica.

4.^a Atividade - AVA- Fórum de discussões - Galinho do tempo

Essa atividade foi proposta primeiramente no AVA e devido às dificuldades, apontadas por alguns alunos em respondê-la, ela foi explicada em sala com o auxílio da atividade demonstrativa-investigativa. Devido à proximidade das avaliações bimestrais, essa atividade teve a participação de apenas 19 alunos, sendo que cinco argumentações foram selecionadas. O objetivo dessa atividade era reforçar o entendimento do princípio de Le Chatelier. Para o primeiro questionamento foram selecionadas quatro respostas devido à semelhança apresentada.

<professora> Analisando temperatura e umidade, cite duas condições que favorecem a ocorrência, no “galinho do tempo”, da cor azul.

<aluno> Clima quente e baixa umidade do ar.

<aluno> Alta temperatura e baixa umidade do ar.

<aluno> Ficará azul em um ambiente seco e com alta temperatura, indicando bom tempo

<aluno> Umidade relativa do ar baixa e a presença de altas temperaturas.

A facilidade em responder a esse questionamento está relacionado a atividade demonstrativo-investigativa realizada. Os alunos colocaram respostas diretas sem mencionar a variação de entalpia, utilizando-se apenas de dados da observação.

<professora> Em que sentido a reação representada absorve calor? Justifique.

<aluna> no sentido dos reagentes, o lado endotérmico da reação.

<aluno> Na reação inversa, ou seja, para o lado dos reagentes, pois a reação direta (sentido dos produtos) possui a variação da entalpia menor que zero, indicando uma reação exotérmica (liberação de calor). Portanto, a reação inversa (sentido dos reagentes) possui uma variação da entalpia maior que zero, concluindo-se que a reação é endotérmica (absorção de calor).

<aluno> Em sentido dos reagentes, pois na cor azul ele necessita de calor.

<aluno> Somente no sentido dos reagentes, pois sua ordem direta é exotérmica; quando absorver energia, o sentido seguido pela reação é inverso, fazendo-se necessária a absorção de energia.

<aluna> No sentido dos reagentes. Como a reação de hidratação do íon tetraclorocobalto II é exotérmica, a sua reação inversa tem que ser endotérmica.

Essa questão colaborava com o entendimento da pergunta anterior. A maioria dos alunos demonstrou capacidade argumentativa baseada em conceitos cinéticos e termodinâmicos. No entanto, foi observada em duas respostas, uma visão compartimentalizada do processo.

<professora> Analisando a reação representada, a adição de cloreto de sódio aquoso favorece a formação da solução de cor azul ou rosa? Explique.

<aluno> O NaCl ira se dissociar em Cl(menos) e Na(mais) o anion Cl adicionado ira causar um excesso nos produtos e fará com que a reação penda para o lado dos reagentes.

<aluno> rosa, pois o H₂O deslocara o equilíbrio para o lado do produto pois o NaCl é solido e não influencia o equilíbrio.

<aluno> favorece a formação da solução de cor rosa, pois o cloreto de sódio seria acrescentado ao reagente, tendo que se deslocar ao produto e aumentando a concentração do mesmo.

<aluna> Com a adição de cloreto de sódio na reação ocorrerá o aumento da concentração do Cl⁻¹(no produto). Isso acarretará o deslocamento do equilíbrio para os reagentes, favorecendo a formação da solução de cor azul.

<aluno> A adição de cloreto de sódio aquoso ($\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$) na reação ocasionaria o efeito do íon comum na reação, porque aumentaria a concentração de Cl^- na equação. Em função disso, ocorreria um deslocamento do equilíbrio no sentido dos reagentes, favorecendo, por isso, a formação de uma solução de cor azulada.

Novamente, algumas respostas faziam referência a representações alusivas a um processo compartimentalizado. Alguns alunos argumentaram de maneira generalizada, não existindo uma reflexão e compreensão da dinâmica do processo, ocasionando erros conceituais (QUÍLEZ-PARDO; SANJOSÉ-LOPEZ, 1995).

Foi observado nas atividades do AVA que alguns alunos exibiam uma visão centrada no equilíbrio estático, expressando dificuldade na compreensão da dinamicidade das reações e na coexistência de reagentes e produtos, evidenciando concepções de natureza macroscópica sensorial e com interpretações generalizadas do princípio de Le Chatelier. Assim, as discussões ocorridas em sala de aula contavam com a participação ativa dos alunos, em busca da compreensão dos conceitos envolvidos nos fenômenos analisados.

Percebemos que alguns alunos haviam desenvolvido grande capacidade argumentativa conseguindo envolver a turma e colaborando nas explicações mediadas pela professora. Foi possível identificar um progresso significativo por parte dos alunos participantes da proposta em relação aos conceitos estudados.

A análise das informações anotadas durante o processo vivenciado mostra a contribuição de cada um para o desenvolvimento das ideias e das atividades. Esse processo foi valioso para a reflexão da prática docente. O desenvolvimento de atividades que valorizassem as concepções dos alunos nos remete a Paulo Freire (1997), que nos aponta que a tarefa primordial do educador é

[...] apoiar o educando para que ele mesmo vença suas dificuldades na compreensão ou na negligência do objeto e para que sua curiosidade, compensada e gratificada pelo êxito da compreensão alcançada, seja mantida e, assim, estimulada

a continuar a busca permanente que o processo de conhecer implica. (p. 119)

O objetivo era a elaboração de atividades que priorizassem e proporcionassem a superação de lacunas e distorções conceituais. Essa estratégia pode ser explorada em diversas situações e conteúdos.

Um ponto relevante da proposta está relacionado às visualizações das atividades do AVA (Figura 8). Foi possível identificar que muitos alunos não explicitaram suas argumentações nos fóruns, porém, acompanharam as atividades. De certa forma, os alunos mantiveram contato com as reflexões apresentadas. Esse fato foi questionado no Grupo de Discussão realizado, e a análise dos motivos apontados para explicá-lo será feita adiante.

Figura 8 : Visualizações das atividades - relatório de atividades - AVA.

Atividade	Visualizações
Fórum de notícias	9
Tópico 1	
Lentes Fotocromáticas	385
Tópico 2	
Síntese Haber-Bosch	304
Tópico 3	
Camada de Ozônio	245
Tópico 4	
Biblioteca	49
Tópico 5	
Galinho do Tempo	140
Tópico 6	
Experimentos	15
Tópico 7	
Enquete - QUI VIRTUAL	-

Fonte : a autora

Os ambientes virtuais têm como peculiaridade a independência de tempo e espaço. Os alunos podem acessar inúmeras vezes o ambiente, porém, como é fundamental empregar um tempo mínimo para a realização das tarefas, eles buscam realizar as atividades em horários que lhes sejam mais convenientes.

Essa flexibilidade na cumprimento das tarefas deve-se ao fato de as atividades serem assíncronas. Existe ainda, a possibilidade de ler as contribuições dos outros alunos, além de revisar as próprias.

A Enquete

A enquete foi disponibilizada no AVA, conforme Figura 9 e 27 alunos participantes da pesquisa responderam. Teve como objetivo obter informações sobre a proposta desenvolvida e da participação dos alunos. Foram elaborados 28 itens que abrangem aspectos vivenciados durante a pesquisa.

Dentre os 28 itens, 21 são referentes a escolhas diretas *sim* ou *não*, e em 7 itens os alunos deveriam se posicionar. Os itens foram sequenciados aleatoriamente para verificar o nível de concordância das respostas.

Optamos por colocar na íntegra as respostas das questões abertas, uma vez que, cada resposta pode revelar uma contribuição importante para o processo investigativo. A seguir estão dispostos os 28 itens que foram agrupados para análise.

Figura 9: visão parcial da enquete

Nome	Sumário	Tipo de Enquete
Enquete - QUI VIRTUAL	Esta enquete tem como objetivo identificar suas opiniões, o que você achou da estratégia desenvolvida no terceiro bimestre. Em cada item, reflita e marque a opção correspondente à sua opinião, pois esta é muito importante para melhorarmos nossas aulas. Não há respostas certas ou erradas e todas, elas apenas refletem a sua opinião. As respostas são confidenciais, ou seja, ninguém poderá acessá-las, a não ser eu, que não as divulgarei. Agradeço a sua colaboração!	Privada

Professora Zaira

QUI VIRTUAL -

- Você teve dificuldades em utilizar a Plataforma Moodle?
 Sim Não
- Você acredita que o uso do Ambiente Virtual – Moodle pode ajudar na compreensão de conceitos relacionados a equilíbrio químico?
 Sim Não
- Você conseguiu identificar e relacionar os conceitos de equilíbrio químico ao que foi discutido em lentes fotomicroscópicas, síntese Haber-Bosch, *camada de ozônio* e *galinha do tempo*?
 Sim Não
- Você acha que o ambiente virtual facilitou a comunicação entre os alunos e eu, Professora de Química?
 Sim Não
- Você acredita que a estratégia de trabalho que eu utilizei em sala e no ambiente virtual ajudou você a compreender conceitos de equilíbrio químico?
 Sim Não
- Você teve dúvidas para responder as atividades dos fóruns?
 Sim Não
- Para você, qual foi a importância das atividades experimentais usadas em sala de aula para as discussões em torno de fenômenos e teorias?
- Os fóruns de discussão auxiliaram você na compreensão de conceitos de equilíbrio químico?

Fonte: a autora

Agrupando itens

Análise AVA - MOODLE

Procuramos inferir nessas respostas informações sobre a utilização do AVA e suas ferramentas. Agrupamos os itens 1, 4, 10, 14, 18, 20, 24. Nessa análise, foi identificada concordância entre os itens de respostas diretas e os itens abertos, evidenciando que parte dos alunos apresentou dificuldade em usar a plataforma, especificamente em encontrar os fóruns.

Analisando especificamente o item 4 e 20, esse resultado reflete características positivas (comunicação e autonomia) para o uso de ambientes virtuais de aprendizagem (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2012). Além disso, o item 18 e 24 ofereceram expectativas para nova aplicação na disciplina.

1. Você teve dificuldades em utilizar a Plataforma Moodle?

22% dos alunos responderam *sim* e 78% responderam *não*.

4. Você acha que o ambiente virtual facilitou a comunicação entre os alunos e eu, Professora de Química?

100% dos alunos responderam *sim*.

10. Você acha que o ambiente virtual é difícil de ser utilizado? Se sim, por que e em que aspectos?

- Na verdade só na primeira vez, pois não estava acostumada. Depois foi tranquila a utilização.

- Não tive dificuldade pois a professora me deu as informações necessárias.

- Não, acho fácil.

- Não (15 respostas idênticas)

- Não, foi tranquilo.

- Não, o ambiente virtual é de uso até simples; no entanto, seria possível melhorar no aspecto visual do ambiente virtual, visto que muitos alunos apresentam dificuldades em localizar os conteúdos da página, de modo a tornar mais prático o acesso aos arquivos.

- O ambiente virtual é difícil de ser utilizado pelo fato da dificuldade de encontrar os fóruns.

- O ambiente virtual é fácil de ser utilizado, pois tem uma dinâmica interessante e autoexplicativa.

- Não. pois a interação da matéria fica mais dinâmica com o ambiente virtual.
- Sim, difícil em entrar nos fóruns.
- Sim, não achei tão organizado assim e quando fui mexer pela primeira vez, encontrei dificuldade para encontrar algumas coisas.
- Sim, o *layout* é muito precário, difícil de ser entendido.
- Sim, porque é desconfortável a situação das respostas abertas. Muitos alunos podem estar lendo as questões e não respondendo por vergonha, medo de errar.

14. Você teve alguma dificuldade em usar a Plataforma Moodle? Se sim qual(uais)?

- Não. (15 respostas idênticas)
- Não tive problemas para usar a Plataforma.
- Não tive.
- Não, não senti dificuldades em utilizar a plataforma virtual em momento algum.
- Não. A plataforma Moodle é autoexplicativa e fácil de ser utilizada
- Não. Só a primeira vez, por não estar acostumada.
- Nenhuma.
- Sim para entrar nos fóruns.
- Sim! Para achar o que deve ser feito, mais acredito que com um pouco de pratica, entrando sempre que puder, fica fácil.
- Sim, ao entrar nos fóruns e responder.
- Sim, as vezes não achava determinado link ou fórum.
- Sim, para encontrar os fóruns.
- Sim, tive dificuldades com acessar.

18. Você acha que a estratégia vivenciada no Ambiente Virtual deveria ser reutilizada em outros assuntos da disciplina?

96% dos alunos responderam *sim* e 4% responderam *não*.

20. Você acha que o uso de ferramentas tecnológicas, como o Moodle, pode contribuir para a sua autonomia como estudante?

89% dos alunos responderam *sim* e 11% responderam *não*.

24. Você concorda que o ambiente virtual pode ser usado novamente em outros assuntos?

100% dos alunos responderam *sim*.

Análise AVA - Equilíbrio Químico - Estratégia

O maior número de itens na enquete refere-se à estratégia desenvolvida em nossa proposta. Foi evidenciado alto índice de aproveitamento da proposta. Com resultados positivos na tentativa de uso de estratégias que contribuam com o processo ensino-aprendizagem. A análise do item 6 é fundamental, uma vez que fornece informação importante sobre a elaboração das atividades. Essa mesma pergunta foi realizada no grupo de discussão e as respostas dos alunos ressaltaram que é complicado analisar um fenômeno (situação-problema), relacionar os conceitos e ainda formular uma resposta argumentativa. Agrupamos os itens 2, 3, 5, 6, 8, 15, 16, 19, 22, 23, 27.

2. Você acredita que o uso do Ambiente Virtual – Moodle pode ajudar na compreensão de conceitos relacionados a equilíbrio químico?

96% dos alunos responderam *sim* e 4% responderam *não*.

3. Você conseguiu identificar e relacionar os conceitos de equilíbrio químico ao que foi discutido em lentes fotocromáticas, síntese Haber-Bosh, camada de ozônio e “galinho do tempo”?

93% dos alunos responderam *sim* e 7% responderam *não*.

5. Você acredita que a estratégia de trabalho que eu utilizei em sala e no ambiente virtual ajudou você a compreender conceitos de equilíbrio químico?

96% dos alunos responderam *sim* e 4% responderam *não*.

6. Você teve dúvidas para responder as atividades dos fóruns?

56% responderam *sim* e 44% responderam *não*.

8. Os fóruns de discussão auxiliaram você na compreensão de conceitos de equilíbrio químico?

93% dos alunos responderam *sim* e 7% responderam *não*.

15. Você acha que os fóruns de discussão auxiliaram você a compreender melhor fenômenos envolvendo equilíbrio químico?

89% dos alunos responderam *sim* e 11% responderam *não*.

16. Você acredita que as estratégias utilizadas em nossas aulas (discussões, experimentação) contribuíram para a compreensão das temáticas abordadas nos fóruns?

100% dos alunos responderam *sim*.

19. Você acha que os fóruns de discussão foram objetivos? Eles auxiliaram você na compreensão de conceitos de equilíbrio químico?

- Acho que foram claros e objetivos e desempenharam importante papel na compreensão do assunto.
- Acho que foram muito objetivos e me auxiliaram bastante.
- Foram objetivos, e conseguiram integrar o assunto de equilíbrio químico com fatos cotidianos, o que desperta um interesse no aluno.
- Foram. Ajudaram.
- Me ajudaram a entender e me interessou ainda mais pelo assunto.
- Os assuntos abordados por nossa professora foram objetivos, cujo intuito era oferecer um meio de ensino sofisticado, atraindo a atenção de todos com belos exemplos, e diversas curiosidades, expandido nosso conhecimento.
- Sim , eles aplicaram o conhecimento da matéria.
- Sim , porque eles te forçam a pensar um pouco mais e entender porque aquilo esta acontecendo na reação e não ficar s decorando pra que lado que o equilíbrio vai deslocar.
- Sim tratou diretamente do assunto discutido.
- Sim, acredito que tenha sido muito objetivo e bastante auxiliar.
- Sim, eles foram claros e objetivos. Além disso me auxiliaram na com os conceitos de equilíbrio, estimulando meu raciocínio e possibilitando que eu tivesse êxito nesse bimestre.
- Sim, foram claros e você pode rapidamente relembrar do conteúdo dado em sala e ligá-los.
- Sim, os fóruns foram objetivos e me auxiliaram na compreensão de equilíbrio químico.
- Sim, os fóruns me ajudaram a entender melhor aonde ocorre equilíbrio, mostrando em objetos de dia-a-dia em q ocorrem equilíbrio.

- Sim, pois a exposição dos assuntos foram objetivos. E por esse motivo achei que me auxiliaram na compreensão do assunto.

- Sim, pois não teve nenhuma dificuldade pra entender.

- Sim, pois no geral o ambiente virtual se mostrou para mim uma ótima ferramenta para a mescla e troca de informações e conhecimento sobre os conteúdos e exercícios apresentados, além de instigar a curiosidade acerca dos temas.

- Sim, sim.

- Sim, todos auxiliaram.

- Sim. (4 respostas idênticas)

- sim. não.

22. Você acha que as temáticas discutidas nos fóruns foram muito complexas?

11% responderam *sim* e 89% responderam *não*.

23. Você acha que as atividades propostas no Ambiente Virtual contribuíam para relacionar fenômenos e teoria?

100% dos alunos responderam *sim*.

27. Na sua opinião, o conjunto de atividades desenvolvidas contribuiu para a sua compreensão de conceitos de equilíbrio químico?

93% dos alunos responderam *sim* e 7% responderam *não*.

Análise - Atividades demonstrativo-investigativas

Os alunos participantes da enquete, evidenciaram a importância da experimentação e a relação com o conteúdo abordado. Confirmaram que "a experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômeno e teorias" (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 235).

No entanto, alguns alunos mostraram uma visão equivocada da experimentação, afirmando que os experimentos servem para confirmar a teoria.

Cabe salientar, a mínima discordância apontada na análise do item 11 com o item 21. Agrupamos os itens 7, 11, 17, 21.

7. Para você, qual foi à importância das atividades experimentais usadas em sala de aula para as discussões em torno de fenômenos e teorias?

- A demonstração macroscópica da matéria.
- A sua importância, é que mostra pros alunos na pratica e não só na teoria e isso ajuda muito, acho que os alunos prestam mais atenção.
- A visualização da teoria já dita em sala de aula e o entendimento pratico do ocorrido.
- As atividades em sala de aula elucidaram a teoria de forma simples.
- As atividades experimentais em sala de aula foram importantes para ligar os conceitos vistos em sala com as possíveis praticas.
- As atividades tiveram uma grande importância, pois ajudava a compreender a matéria.
- As experiências ajudaram na hora de responder as perguntas, por que era algo que a gente já tinha visto e estudo em sala, então ficava mais fácil de responder as questões do ambiente virtual.
- Com atividades experimentais dá pra entender mais a matéria.
- Com o ambiente virtual foi possível relacionar os conceitos de equilíbrio químico com questões do dia-a-dia dos alunos. Portanto eu gostei muito do ambiente virtual!
- Compreender melhor as questões abordadas.
- É sempre importante o uso de atividades práticas para contextualizar o conteúdo e facilitar a compreensão.
- Elas ajudaram a visualizar melhor o que estava sendo discutido nos fóruns.
- Fica mais fácil a compreensão de certos assuntos quando se vê o experimento ocorrendo de fato.
- Ficou mais fácil de compreender o assunto porque nós tivemos a oportunidade de ver o que realmente acontece ao invés de ficar apenas na teoria e na "decoreba".
- Foi importante porque com a prática dos assuntos foi muito mais fácil entender o tema, além de socializar os deveres propostos com outros colegas.

- Foi que deu pra facilitar o entendimento do assunto.
- Foram de grande ajuda.
- Me ajudou a entender melhor alguns conceitos químicos.
- Me ajudou a identificar a teoria na prática.
- Motivadoras.
- Os experimentos realizados em sala de aula ajudaram os alunos a relacionar os conceitos ministrados em sala e os abordados no espaço virtual.
- Os fenômenos e teorias abordadas no ambiente virtual teve como objetivo aprofundar nossos conhecimentos, provocando curiosidade e nos impulsionando a entrar e aprender com facilidade.
- Para ampliar o entendimento da matéria.
- Para aprender na prática tudo aquilo que vimos em teoria, para que todo o conteúdo seja absorvido mais facilmente.
- Permitir uma melhor visualização das experiências, pois em geral, somente a citação e apresentação de fórmulas torna a aprendizagem mais difícil, visto que para muitos alunos a matéria acaba por ser muito abstrata; no entanto, com as atividades experimentais, a praticidade, a possibilidade de realização do experimento por parte do próprio aluno e a demonstração das possíveis aplicações e identificação daquele conteúdo no cotidiano facilitam a assimilação da matéria dada.
- Quando são feitos experimentos em sala de aula, nós alunos conseguimos entender muito mais facilmente a matéria dada, sem contar que transforma a dinâmica da aula bem mais interessante.
- Uma solução real é muito mais facilmente entendida que teoria pura, quando se vê as fases e a mudança de cor.

11. Você conseguiu relacionar os conceitos de equilíbrio químico com as atividades experimentais que foram realizadas?

96% dos alunos responderam *sim* e 4% responderam *não*.

17. O que você achou do assunto equilíbrio químico? Você diria que se trata de um assunto exclusivamente teórico?

- Achei interessante, porém algumas matérias foram difíceis. Sim.

- Achei um assunto muito legal e útil e intuitivo.
- Diria que é bem teórico, mas com a demonstração pratica há um auxilio na compreensão do assunto.
- É um assunto com várias aplicações práticas e por isso não, não é exclusivamente teórico.
- É um assunto muito abrangente; pelo contrário, excede em muito a teoria, pois como apresentado no próprio conteúdo virtual de algumas formas, possui aplicações e exemplos práticos que evidenciam sua existência e funcionamento.
- É um assunto muito interessante, e não se restringe à teoria, pois integra os conhecimentos químicos com fatos do dia-a-dia, o que desperta no aluno uma curiosidade acerca dos fatos que o rodeiam.
- É um conteúdo interessante apesar de ser teórico, porque ajuda a entender muitos processos da natureza.
- Equilíbrio químico foi o assunto que eu mais tive dificuldade durante o ano, e não acho que seja um assunto exclusivamente teórico.
- Eu achei um assunto praticamente todo teórico, mas achei um assunto fácil.
- Eu acho que equilíbrio químico envolve fenômenos do nosso dia a dia e por isso não é exclusivamente teórico. E por esse motivo eu gostei do assunto, achei ele interessante.
- Eu gosto de qualquer assunto que envolva matemática. qualquer ciência é uma teoria formulada em cima de algo observado na natureza.
- Eu particularmente ADOREI essa matéria. E essa matéria com certeza não é apenas teórica, e o ambiente virtual comprovou isso, colocando em pratica a matéria de equilíbrio químico.
- Fácil, sim.
- Gostei bastante do assunto e penso que não é exclusivamente teórico, pois como já vimos nas atividades aqui propostas, há muitas maneiras de se aprender equilíbrio químico na pratica.
- Gostei, não, pois é um assunto pratico também, com as demonstrações em sala de aula.
- Gostei. Não.
- Não só teórico, mas prático! É um assunto interessante, apesar de ter algumas dificuldades para a execução do assunto.

- Não , grande parte é teoria , mas quando você percebe o que realmente está acontecendo na pratica ,da pra entender bem melhor , por isso os experimentos foram bem interessantes.
- Não é um assunto totalmente teórico, pois, como vimos no próprio Ambiente Virtual, os conceitos desse assunto podem ser aplicados em situações como a síntese de Haber-Bosch.
- Não exclusivamente, mas a maior parte sim.
- Não pois vimos vários experimentos da matéria
- Não, equilíbrio químico é muito colocado em prática no dia a dia e é importante entender alguns fenômenos comuns que podem ser explicados por esse conteúdo.
- Não, há a possibilidade do uso de experiências.
- Não. Não, pois tendo práticas grava melhor a matéria.
- Não, não é exclusivamente teórico.
- Nesse fórum eu vi que não se trata apenas de teoria.
- Um assunto fácil e interessante que exige muito o conhecimento teórico.

21. Você relacionou as atividades experimentais com os assuntos discutidos em sala?

100% dos alunos responderam *sim*.

Análise - AVA - Participação

Agrupamos os itens 9, 12, 13, 25, 26. Os itens 9 e 26 tinham como objetivo fornecer informações sobre a participação dos alunos em sala. Os itens 12 e 25 foram direcionados à participação nas atividades desenvolvidas nos fóruns e o item 13 à exposição das ideias nos fóruns. Observamos durante o processo investigativo, que os alunos que participaram da pesquisa apresentavam dois perfis. No primeiro, o aluno participava das discussões em sala e não participava dos fóruns e no segundo, participava dos fóruns e não participavam das discussões em sala.

Os itens 9 e 26 evidenciam a dificuldade por parte dos alunos de exporem suas ideias em sala de aula. Em contrapartida, no item 12, quatorze

alunos responderam que participaram de todos os fóruns e treze responderam que não. A resposta negativa teve como justificativa o esquecimento. No entanto, no grupo de discussão, os alunos remeteram essa negativa na participação, ao fato das atividades não valerem ponto. Cabe salientar, que alguns alunos que responderam não, aparecem nas visualizações nas atividades.

Interessante observar que no item 25, os alunos responderam positivamente para a estratégia utilizada, porém a participação nos fóruns não atingiu a totalidade de alunos envolvidos diretamente na proposta (35 alunos).

No intuito de obtermos maiores esclarecimentos sobre a participação nos fóruns, o item 13 fornece subsídios para a análise da exposição das ideias. Apenas 4 alunos acham ruim essa exposição. Uma aluna comentou em sala que se sentiria mais a vontade se apenas a professora tivesse acesso às respostas.

9. Você acha que os fóruns de discussão contribuíram para melhorar a sua participação em sala de aula?

67% dos alunos responderam que *sim* e 33% dos alunos responderam *não*.

12. Você participou de todos os fóruns de discussão? Se não, por quê?

- As vezes, porque muitas vezes não entendo a matéria ou não tenho tempo pra responder.
- Não , pois não tive tempo de participar de alguns fóruns.
- Não , porque nem sempre eu lembrava dos fóruns.
- Não esqueci de entrar no fórum.
- Não! Não consegui responder todos, alguns por falta de tempo e outros por esquecimento. Mas considero importante a participação de todos, principalmente àqueles alunos que tem um pouco de dificuldade com a matéria, tipo "Eu", pois o ambiente não só ensina mas possibilita um contato direto com sua professora. Mesmo não participando de todos, boa parte dos exercícios que respondi para sedimentar o conhecimento, me ajudaram bastante na compreensão da matéria, e também gostei muito porque pude falar com a professora e tirar duvidas.
- Não, esqueci de algumas.

- Não, esqueci de entrar pra responder.
- Não, não participei de todos por ter esquecido.
- Não, por que eu fiquei com preguiça de fazer o primeiro.
- Não, porque eu esqueci de alguns.
- Não, porque eu não me lembrei de responder durante a semana.
- Não, porque fiquei com vergonha das pessoas que poderiam ler a minha resposta e acharem erradas, engraçadas e etc.
- Não, teve alguns que não lembrei de responder.
- Participei. (2 respostas idênticas)
- Participei só lendo, mas não discuti em todos.
- Sim. (10 respostas idênticas)
- Sim, pois além de serem aplicações práticas, que melhor ilustram e facilitam a compreensão do conteúdo, são uma forma dinâmica de testar e acrescentar conhecimentos ao meu próprio conteúdo.

13. O que você acha de expor as suas respostas nos fóruns?

- Acho bom, não vejo nenhum problema.
- Acho legal, é uma forma mais interessante estimuladora de realizar os deveres, porque no ambiente virtual podemos dividir informações, pensamentos e isso ajuda bastante no desenvolvimento das atividades.
- Acho péssimo. Primeiro porque podendo ver as respostas dos outros, você já tem ideia da resposta certa e acaba não usando seus próprios conhecimentos.
- Acho que é bom, pois posso manter contato com a matéria e com a professora mesmo estando em casa.
- Acho que o primeiro coloca a resposta o resto só copia com palavras diferentes , a grande maioria não se dá o trabalho de procurar e pensar um pouco.
- Apenas a exposição do conhecimento obtido por mim.
- Bom, pois podemos ver várias opiniões a respeito do assunto.

- É bom pois mostra aos outros alunos as maneiras individuais de cada aluno responder a questão.
- É bom, pois abre-se um espaço de discussão, em que, se eu tiver errado alguma coisa, pode haver um debate saudável que me proporcione um maior aprendizado.
- É uma maneira simples de fazer com que o aluno desenvolva não só seus conhecimentos sobre o conteúdo em si, mas também suas técnicas de escrita, produção de texto, inclusive inibe a timidez do aluno e aumenta sua confiança em tentar expor suas ideias.
- Eu acho ótimo pois estimula o raciocínio do aluno em buscar a resposta correta.
- Eu acho massa, assim podemos ver o que os colegas estão entendendo também.
- Eu não me importo, pois sei que é um ambiente de aprendizagem, e que para ter uma discussão é importante expor os pontos de vista.
- Gostaria q essas respostas fossem lidas apenas pela professora.
- Legal pois interagimos com outras pessoas e comparamos as respostas.
- Legal, da pra uma noção do que as pessoas entenderam.
- Legal, porque é como estivesse em uma sala de aula.
- Mostra minha participação.
- Não acho muito legal porque tenho vergonha de errar.
- Não acho que tenha algum problema.
- Não tenho problema com isso.
- Não vejo problema.
- Sem problemas.
- Tudo bem ser publicado em público.
- Um método interessante
- Uma experiência interessante por estar compartilhando isso com outras pessoas.
- Uma forma de reforçar o que foi aprendido na aula.

25. A estratégia de trabalho que eu utilizei em minhas aulas contribuiu para que você se sentisse à vontade para participar das discussões nos fóruns?

89% dos alunos responderam *sim* e 11% responderam *não*.

26. Você participa das discussões realizadas em sala?

59% dos alunos responderam *sim* e 41% responderam *não*.

Análise - item 28

Esse item foi elaborado independentemente e de maneira oposta do ponto de vista de "concordância". Buscava identificar contradições nas respostas dos alunos. O que não foi verificado.

28. Você concorda com os que acham que o Ambiente Virtual NÃO deve ser usado no ensino de Química

100% dos alunos responderam *não*.

O objetivo da enquête era conhecer a opinião dos alunos participantes da pesquisa sobre pontos fundamentais na construção e aplicação da proposta e a partir dessas informações aprimorar e consolidar a estratégia desenvolvida. Importante ressaltar que não foram encontradas respostas contraditórias expressivas.

Grupo de Discussão

O Grupo de discussão, realizado em três de outubro de 2013, de 8h30min às 9h30min, teve como intenção ouvir os alunos. As informações advindas da enquête foram detalhadas e esse momento serviu para corroborar com os aspectos relevantes para a consolidação da proposta. Esses aspectos estão relacionados a o que poderia ser alterado, adicionado, removido ou melhorado, no Ambiente Virtual.

Foram selecionados 10 alunos para fazerem parte do Grupo de Discussão, de acordo com o critério de seleção considerado ao longo das atividades - alunos que participavam das discussões em sala e não participavam dos fóruns e alunos que participavam dos fóruns e não participavam das discussões em sala. Foi mantido o anonimato dos alunos durante a descrição dos trechos a seguir. O anonimato foi assegurado quando da assinatura pelos responsáveis do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice E). Denominamos cada aluno envolvido pela sigla <ALn.⁰>.

Sobre o AVA - Moodle

A proposta da estratégia desenvolvida durante essa pesquisa era de construir um AVA como suporte na compreensão de conceitos de equilíbrio químico. Nesse sentido, os alunos falaram a respeito da impressão inicial relacionada ao AVA - Moodle. Comentaram sobre cadastramento na plataforma, o uso da ferramenta AVA - Moodle, comunicação e autonomia.

Em princípio, o cadastramento dos alunos, nos parecia relativamente simples. Porém, a confirmação do cadastro adquiriu dimensões inesperadas. Apesar de serem nativos digitais (PRENSKY, 2001), isso não os habilita para o completo domínio das tecnologias.

Na verdade não uso email diariamente. Geralmente, me comunico através das redes sociais. <AL10>

É...depois que fiz o cadastro não lembrava a senha e usuário...a senha é muito grande....(risos). <AL8>

Eu fiz o cadastramento no dia que a Senhora pediu mas, eu não sabia que tinha que confirmar. A Senhora falou...(risos) eu que não lembrei. <AL7>

Sobre o uso da ferramenta AVA-Moodle,

Ahh prof...eu achei legal! eu não sabia o que era....mas, achei interessante. É até simples de usar. Podíamos melhorar o aspecto visual. Organizar as informações. <AL4>

Eu achei difícil encontrar os fóruns. Não sabia o que fazer (risos). <AL7>

Pra mim, ele é bem claro...tem que mexer. Mexendo aprende a usar. <AL6>

Professora, como eu havia comentado com a Senhora, eu já tive contato com o Moodle em outra disciplina. Algumas atividades são confusas e a tela inicial tem muita informação. Podemos alterar para o próximo bimestre? <AL1>

Tentamos com a estratégia facilitar a comunicação entre os usuários - professor-aluno, aluno-aluno. O AL1 ponderou a esse respeito.

Eu acho que é mais uma forma de comunicação com a professora. Quando tive dúvidas na atividade 2, enviei a pergunta pelo Moodle e obtive a resposta bem rápido. Não precisei esperar para o dia da aula. <AL1>

De acordo com MORAN (2007), o uso de ambientes virtuais rompe barreiras geográficas e é atemporal. Ele fornece elementos que propiciam maior autonomia dos alunos. Ele afirma que a autonomia do aluno é dificilmente favorecida por processos convencionais de ensino. Isso não significa dizer que as atividades *online* garantam o desenvolvimento da autonomia. O que é necessário é um conjunto de estratégias associadas.

O <AL7> comentou que:

A estratégia me ajudou a organizar meus estudos. Quando a Senhora colocava a atividade nos fóruns, eu deixava um tempo reservado para pesquisar e responder. Eu gostava de ser o primeiro a responder (risos). <AL7>

Sobre a possibilidade de uso do AVA - Moodle em outros conteúdos de Química, o AL10 e AL6 fizeram algumas considerações:

Acho que podemos fazer os fóruns até o final do ano ... e aí os outros alunos aprenderiam a mexer. Não ficariam com vergonha. Fiquei com vontade de propor um tema para o próximo fórum...(risos)...pode? <AL7>

Hum...legal! Acho que podemos usar notícias. O que você acha professora? <AL6>

Sobre o AVA e Equilíbrio Químico

A proposta tinha como objetivo analisar as contribuições advindas do uso do AVA na compreensão de conceitos acerca do equilíbrio químico. Entre os tópicos investigados estão a elaboração das atividades, as atividades demonstrativo-investigativas e a participação dos alunos.

Sobre as atividades desenvolvidas nos fóruns, os alunos AL4, AL3, AL8 e AL10 comentaram que:

No início eu achei difícil...sei lá....tenho dificuldade em Química, mas as discussões que aconteciam na sala ajudaram bastante. Acabava fazendo uma revisão do assunto. E o assunto também é difícil....envolve teoria e cálculo. Na atividade 3 e 4 eu já estava entendendo mais...As atividades me ajudaram a entender o assunto...e eu tirava as dúvidas na sala. <AL4>

Eu pesquisa pra responder. Algumas questões eu não sabia...não tinha entendido. Explicar...é diferente. Não é direto.<AL3>

Eu achei muito legal! Envolviam situações...e podíamos relacionar com o conteúdo. Na atividade da síntese da amônia eu estava com uma dúvida e só visualizei a atividade...não respondi na hora. Quando a professora retomou essa discussão lá na sala...quando o AL5 falou o que achava que era... aí eu entendi.<AL8>

Eu não tive muita dificuldade....só queria que a Senhora detalhasse mais. Algumas vezes eu não entendia. É tão complicado responder....acho que não sei expressar o que estou pensando.<AL10>

Em concordância com o AL10, observo que alguns detalhamentos das atividades poderiam ser reformulados. Se a pergunta é muito direta, a resposta também será direta e a ideia era que o aluno explorasse ao máximo suas ideias e concepções. Essa informação é importante para o aprimoramento da proposta. Carvalho e Gil-Pérez (2011) enfatizam que é necessário "apresentar adequadamente as atividades a serem realizadas, tornando possível aos alunos adquirirem uma concepção global da tarefa e o interesse pela mesma" (p. 49).

Sobre as contribuições das atividades demonstrativo-investigativas:

Nossa! eu adorei os experimentos...e o legal é que foram feitos na sala. Eu não tinha ideia que aquilo (*referindo-se a lentes fotocromáticas*) era uma reação de equilíbrio. Mostra a aplicação do conteúdo.<AL2>

É muito interessante quando unimos a teoria e a prática. Despertou a minha curiosidade. Os experimentos ajudaram nos fóruns e a entender a matéria...quer dizer...conteúdo. <AL5>

Com os experimentos fica mais fácil entender. O conteúdo fica mais interessante. Muitas vezes a teoria é só "decoreba".<AL1>

Novamente, alguns alunos demonstraram uma visão equivocada da experimentação, afirmando que os experimentos comprovam a teoria.

Sobre a participação nos fóruns e na sala de aula:

Eu não participo muito na sala... você sabe professora (risos) mas, eu participei de todos os fóruns. Eu acho que era uma aplicação do que estávamos vendo na sala. Ficava mais fácil entender a matéria.<AL9>

Já eu profs...participo muito...é que eu esquecia da atividade, por isso eu não fazia.<AL1>

No início eu tinha um pouco de vergonha de expor minhas respostas. Mas... como a Senhora explicou...era um momento de interação com o objetivo de ajudar e identificar as dúvidas. Só não participei de 1 fórum...mas, acompanhei as repostas. <AL6>

Durante o processo investigativo, um questionamento se fez presente: se as atividades nos fóruns valessem nota, a participação seria diferente? As informações registradas na enquete para a não participação do aluno nas atividades estavam relacionadas ao esquecimento ou a falta de tempo. Porém, foi esclarecido, no Grupo de Discussão, que esse "esquecimento" ou "falta de tempo" estavam totalmente vinculados à ausência do registro de nota. Ao serem questionados sobre a atribuição de notas nos fóruns de discussão alteraria a participação, os dez alunos participantes do Grupo de Discussão responderam que SIM. Que se as atividades desenvolvidas no AVA valessem "nota", a participação seria maior e as respostas seriam mais elaboradas.

A gente acaba se dedicando mais, as atividades que valem ponto. <AL1>

Tem aluno que corre atrás de nota...não é o meu caso! (risos) É uma competição pelas maiores notas e aí não se dedicam as outras atividades. <AL8>

Se valesse nota...eu acho que todos iriam participar. <AL4>

Está intrínseco no contexto escolar que a realização de atividades tem que estar relacionada com um registro de nota. A avaliação acaba determinando toda a trajetória escolar do aluno. Perrenoud (1999) defende que a avaliação realizada apenas para um registro de nota evita a inovação pedagógica:

- A avaliação frequentemente absorve a melhor parte da energia dos alunos e dos professores e não sobra tempo para *innovar*.
- O sistema clássico de avaliação favorece uma *relação utilitarista em o saber*. Os alunos trabalham “pela nota”: todas as tentativas de implantação de novas pedagogias se chocam com esse minimalismo.
- O sistema tradicional de avaliação participa de uma espécie de *chantagem*, de relação de força mais ou menos implícita, que coloca professores e alunos e, mais geralmente, jovens e adultos, em campos opostos, impedindo sua *cooperação*.
- A necessidade de regularmente dar notas ou fazer apreciações qualitativas baseadas em uma avaliação padronizada favorece uma *transposição didática conservadora*.
- O trabalho escolar tende a privilegiar *atividades fechadas, estruturadas, desgastadas*, que podem ser retomadas no quadro de uma avaliação clássica.
- O sistema clássico de avaliação força os professores a preferir os conhecimentos isoláveis e cifráveis às competências de alto nível (raciocínio, comunicações) difíceis de delimitar em prova escrita ou em tarefas individuais. (p. 66, grifos do autor).

As ideias de Perrenoud são corroboradas por Dalben (2002) que nos esclarece que

a avaliação escolar como um campo teórico de conhecimento centrou-se, por muito tempo, nos estudos sobre o rendimento escolar dos alunos e resultados dos processos de aprendizagem. Originou-se daí uma concepção predominantemente de avaliação escolar como um processo de medida do desempenho em face de objetivos educacionais prévios, numa perspectiva técnica, com ênfase na representação quantificada do conhecimento por meio de notas ou conceitos. (p. 14).

Desde o início da elaboração dessa proposta, foi decidido que as atividades desenvolvidas não estariam relacionadas à nota do aluno. O que almejávamos era que a proposta contribuísse com o processo de ensino-aprendizagem e que por meio do processo investigativo fosse aprimorada para ser aplicada novamente.

Entre os aspectos relacionados ao que poderia ser alterado, adicionado, removido ou melhorado, na proposta, destacamos: a possibilidade de alteração do leiaute da página inicial e indicações específicas das atividades; elaboração de atividades reflexivas, que favoreçam a leitura e escrita, uma vez que, Mello (2009) afirma que no ambiente virtual há a transposição da oralidade para a escrita; diversificar as atividades - usar notícias que envolvam os conteúdos; racionalizar o tempo para a realização do cadastro e para as atividades.

Analisando o processo vivenciado

A elaboração desse trabalho teve como objetivo maior contribuir para a melhoria do ensino de conceitos de equilíbrio químico, utilizando como suporte, informações obtidas sobre o desenvolvimento de atividades no AVA.

Para tanto, a elaboração das atividades tinham o intuito de contribuir para a superação de lacunas e distorções conceituais referentes ao conteúdo. As ideias e concepções dos alunos eram exploradas durante as atividades do AVA e discussões ocorridas em sala. Existindo conexão entre os dois momentos.

Como apontado na literatura (QUÍLEZ-PARDO; SANJOSÉ-LOPEZ, 1995; MACHADO; ARAGÃO, 1996), foi observado que as ideias iniciais dos alunos davam pouca ênfase em aspectos conceituais e qualitativos. As discussões realizadas em sala, a partir das concepções apontadas nas atividades do AVA, permitiram a reorganização e reformulações das ideias relativas aos conceitos de equilíbrio químico, e visavam possibilitar a incorporação de novos atributos ao conteúdo.

A maneira como o processo foi conduzido possibilitou a integração de conceitos anteriormente estudados, originou reflexões e suscitou proposições

para o desenvolvimento das atividades. A valorização das concepções prévias, permitiu que os alunos se sentissem parte integrante e ativa do processo ensino-aprendizagem.

Analisando o processo vivenciado por alunos e professora, foi possível observar que cada um dos elementos do processo (AVA, discussão em sala, enquete e grupo de discussão) produziu informações importantes contribuindo para uma reflexão do trabalho desenvolvido.

O AVA possibilitou maior interação entre os participantes e permitiu à professora uma observação mais detalhada da desenvoltura dos alunos. Alunos introvertidos encontravam no ambiente virtual espaço para se posicionarem, apresentarem ideias e argumentações. No entanto, parte dos alunos comentou sobre a dificuldade da exposição de ideias por meio da escrita.

Apesar de estarmos vivendo na era digital, foi complicado o processo de cadastramento, por meio do email, na plataforma Moodle, assim como, a realização das atividades, por parte dos alunos. A intimidação com o "novo" pode ter sido a causa para que alunos mesmo cadastrados não participassem ou visualizassem as atividades. Essa intimidação com o novo também pode estar relacionada a não atribuição de nota às atividades.

Reflexões sobre o ensino se fizeram presente durante todo o trabalho. O professor é o sujeito que intervém e direciona o processo. É preciso ter um olhar individualizado e do todo, respeitando as diferenças, rebatendo generalizações. Identificar nos alunos a capacidade em relacionar conceitos, organizar explicações coerentes e se apropriar do conhecimento.

Um problema constatado durante a pesquisa foi encontrar material *online* adequado para a proposta. Foi cogitado que se disponibilizasse na plataforma simulações que contribuíssem para a compreensão dos aspectos microscópicos em relação ao conteúdo. Porém, nenhum material apresentou-se apropriado.

A elaboração das atividades nos fóruns foi complicada. A dificuldade em organizar, em propor uma atividade que fosse objetiva, que não conduzisse a erros, que explorasse as concepções, foi um desafio. Sempre que (re)analiso as atividades, encontro aspectos que poderiam ser melhor explicitados.

A análise detalhada de aspectos oriundos da estratégia aplicada levamos a acreditar ter contribuído para o processo de aprendizagem, onde o aluno assume uma postura central e ativa. As atividades do AVA (fóruns de discussões) atreladas aos momentos de debate (ouvir o aluno, socializar ideias), buscam promover a *curiosidade epistemológica* e ampliar a compreensão do objeto de estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nossa pesquisa-ação, procuramos identificar as concepções prévias, lacunas e distorções apresentadas por parte dos alunos do segundo ano do ensino médio, durante o processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados ao equilíbrio químico e como o uso de um ambiente virtual de aprendizagem poderia contribuir fornecendo subsídios necessários, por meio do desenvolvimento de atividades que priorizavam as argumentações dos alunos, para superar os problemas apontados na literatura e vivenciados em sala. Existindo, dessa forma conexão entre os momentos da sala de aula e do ambiente virtual de aprendizagem.

As informações obtidas ao longo do processo investigativo e por nós interpretadas, ilustram um panorama real vivido em sala de aula, em que os alunos apresentam dificuldades em organizar e demonstrar suas ideias, de maneira objetiva e clara, ou segundo Souza e Cardoso (2008), dificuldades na elaboração e apropriação de um *pensamento químico*.

Como apontado inúmeras vezes na literatura e confirmado durante a pesquisa, as ideias iniciais dos alunos estavam carregadas de distorções e lacunas conceituais. Dessa forma, a estratégia desenvolvida almejava a reorganização das ideias e conceitos referentes ao conteúdo visando a apropriação de novos atributos.

O encaminhamento do processo permitiu que conceitos anteriormente estudados e fundamentais para a compreensão de equilíbrio químico, fossem revistos e reformulados. Foi observado que, o não entendimento de aspectos e características referentes ao conteúdo estava relacionado também a lacunas anteriores, principalmente a conceitos envolvendo termodinâmica e cinética.

Durante a aplicação da proposta, percebemos que parte dos alunos começou a participar ativamente, mantendo uma postura responsável e comprometida, engajando-se na realização de todas as atividades desenvolvidas, tanto no AVA quanto em sala de aula.

A forma de como a estratégia foi conduzida, por meio da conexão do AVA com a sala de aula e com as atividades demonstrativas-investigativas, proporcionou a retomada de ideias e conceitos, de forma que as características fundamentais para a compreensão do assunto eram constantemente revisadas. Esse atrelamento AVA - sala de aula permitiu conhecer as ideias prévias dos alunos, avaliar como os conceitos eram organizados, identificar a não compreensão de assuntos

correlacionados e fundamentais para a compreensão do assunto, investigar dúvidas e identificar dificuldades.

Ao longo do processo investigativo, foi fundamental refletir sobre o ensino e a prática docente. Foi essencial ouvir os alunos e analisar as questões mais relevantes levantadas, para retomá-las em um processo contínuo de revisão de conceitos e apropriação de novos saberes. O ato de "ouvir" o aluno é possível em sala de aula e também no ambiente virtual. No AVA a oralidade é substituída pela escrita (MELLO, 2009), possibilitando aos alunos mais introvertidos exporem suas ideias, questionamentos e certezas, o que ficou evidenciado no decorrer da pesquisa.

Durante a aplicação da proposta, parte dos alunos demonstrou clareza e evolução na compreensão nas principais características para uma reação em equilíbrio químico (dinamicidade do processo, coexistência de reagentes e produtos, reversibilidade das reações, igualdade das velocidades das reações direta e inversa, concentrações constantes no equilíbrio) e também sobre deslocamento (Le Chatelier).

Machado e Aragão (1996) apontam em sua pesquisa a importância de focalizar o fenômeno, "trazer o fenômeno para o centro de nossa sala de aula, observá-lo. Dar a palavra a nossos alunos e alunas e tentar perceber o que eles pensam sobre o que observam e analisam e como podem explicar". (p. 20). Com base nessas informações, direcionamos o desenvolvimento das atividades nos fóruns, para a análise de atividades, que tinham como objetivo explorar as ideias dos alunos a partir de suas argumentações.

Uma abordagem superficial do conteúdo, tanto pelo professor como pelo livro didático podem dificultar a apropriação do conhecimento. O tempo disponibilizado para a abordagem do conteúdo, ausência de momentos de interação (ouvir os alunos), aulas que priorizam apenas aspectos teóricos, também se apresentam como fatores que dificultam o processo ensino-aprendizagem.

Como mencionado anteriormente, o cotidiano escolar é "engessado". Temos tempos de aula determinados, um conteúdo programático que deve ser seguido, estratégias avaliativas restritas. O uso de um ambiente virtual de aprendizagem construído por meio de um trabalho colaborativo entre professora e alunos, emergiu a possibilidade do novo, a possibilidade de propor um cenário diferente.

Importante ressaltar que as atividades não estavam pré-definidas. Foram elaboradas e desenvolvidas no decorrer da pesquisa. O direcionamento das

atividades estava fundamentado nos questionamentos, nas dúvidas e nas certezas manifestadas durante as discussões em sala e na análise das argumentações dos alunos nas atividades dos fóruns. Durante o período de desenvolvimento da proposta, o registro pedagógico fez-se fundamental para que fossem documentadas de maneira fidedigna todas as angústias, todas as dúvidas, pontos positivos e pontos negativos. Esse detalhamento de informações é fundamental para a consolidação e aprimoramento do AVA.

Dentre os aspectos mais relevantes apontados na pesquisa enfatizo a expansão da sala de aula, a maior possibilidade de "ouvir" o aluno, favorecendo a interação professor-aluno e aluno-aluno.

Como toda estratégia nova, fazem-se necessárias adaptações. Foram observados pontos positivos e negativos.

Dentre os principais aspectos positivos podemos destacar a interação entre os participantes por meio da comunicação escrita (AVA) e em nível social (sala de aula); o AVA expande a sala de aula e há o gerenciamento do tempo; o respeito às individualidades; o desenvolvimento da autonomia; a reflexão sobre a prática docente.

Um ponto a ser analisado refere-se a alunos que participam das discussões, expõem ideias e dúvidas e no entanto, não conseguiam organizar por meio da escrita as argumentações no AVA. Em contrapartida, alguns alunos mais reservados em sala, apresentavam facilidade em expor ideias e apresentavam suas dúvidas por meio de mensagens reservadas a professora. A união dos dois perfis contribuía para o direcionamento do momento de *feedback* ocorrido em sala, proporcionando uma avaliação individualizada, respeitando as diferenças.

Os pontos negativos decorrem do processo de adaptação. Apesar de nativos digitais, o conhecimento tecnológico da maioria dos alunos está focado nas redes sociais. Foi preocupante observar que alunos não conseguiam confirmar o cadastro na plataforma pela não utilização do *email*, ou não conseguiam achar as atividades, uma vez que elas se encontravam na página principal.

Além do processo de adaptação dos alunos, o processo de adaptação da professora foi árduo. Apesar nos inúmeros contatos com a plataforma por meio de disciplinas cursadas durante a graduação e pós-graduação, agora o olhar era diferente. Eu precisava gerenciar as atividades e entender as peculiaridades da plataforma. Com inúmeras possibilidades de atividades, confesso que algumas

diretrizes envolvem maior habilidade com a tecnologia e também senti dificuldades. A seleção e elaboração das atividades dos fóruns foram complexas e ainda ao final da aplicação da proposta me questiono sobre aspectos e informações que poderiam ser exploradas de maneira diferente.

As atividades demonstrativas-investigativas não tiveram o caráter investigativo necessário, configurando-se apenas como atividades demonstrativas. Dessa forma, alguns alunos se posicionaram na enquete e no grupo de discussão, evidenciando uma visão equivocada da experimentação. Assim, a experimentação, por parte de alguns alunos, tinha apenas a função de comprovar a teoria.

Apesar da internet possuir infinitas possibilidades, a busca por materiais *online* (simulações e vídeos) que fossem adequados e pudessem contribuir no processo foi desanimadora. É ínfima a quantidade de material disponível sobre o conteúdo e nenhum material analisado mostrou-se apropriado.

Cabe salientar que no contexto vivenciado, os alunos são constantemente avaliados de forma que sempre é vinculada uma nota às atividades realizadas. A proposta inicial e final de nossa pesquisa, é que o AVA deve contribuir com a aprendizagem e o aluno deve se engajar nesse processo independente da atribuição de nota. No entanto, ficou evidente durante a pesquisa e no grupo de discussão que a não participação por parte de alguns alunos devia-se a esse fato.

Posteriormente, antes que se inicie o processo de utilização do AVA novamente, é necessária uma retomada detalhada dos objetivos da proposta para os alunos. Reforçando que o AVA é diferente do contexto escolar, porém ele colabora e complementa. Por meio das atividades desenvolvidas no AVA e dos processos de interação e mediação podemos reconhecer e superar dificuldades encontradas ao longo do processo educativo.

A utilização das NTIC vem ganhando visibilidade no cotidiano escolar e não podemos ficar alheios a esse atual contexto. Entretanto, cabe ressaltar que as NTIC são somente ferramentas. O uso do AVA, por si só, não garante a aprendizagem e não é a salvação do ensino. O uso de tecnologias como estratégia pedagógica não tem impacto automático. O impacto da tecnologia é definido pela intenção pedagógica.

É preciso enfatizar que somente com o envolvimento contínuo dos docentes e discentes em torno de um objetivo comum poderão ocorrer mudanças significativas no âmbito escolar que propiciem a apropriação do conhecimento.

Depois de erros e acertos, idas e vindas, reflexões e questionamentos, acreditamos que a estratégia elaborada é capaz de contribuir para o ensino de equilíbrio químico e outros conceitos de maneira similar. E, após as devidas adaptações, poderá ser consolidada e utilizada como ferramenta colaborativa no processo ensino-aprendizagem.

Durante a realização do Grupo de Discussão, os alunos participantes propuseram a diversificação das atividades e que o AVA se consolidasse. O assunto subsequente a equilíbrio químico é eletroquímica. Após a aplicação da proposta, alguns alunos enviaram sugestões de atividades, inclusive utilizando notícias recentes, fotos, experimentos, que envolviam processos de oxidação. Esse envolvimento se apresenta de forma positiva e fornece subsídios para o aprimoramento e consolidação da proposta, além de corroborar com proposta de uma aprendizagem colaborativa, onde todos os sujeitos participantes estão envolvidos em sinergia.

Acreditamos que a estratégia desenvolvida pode contribuir com o processo de ensino-aprendizagem, onde o aluno deve estar como foco e ele se assume dessa maneira. O AVA por si só não é garantia de sucesso. Porém, um trabalho colaborativo, com diversidade de atividades, saindo de uma estrutura rígida, ouvindo os alunos, socializando, questionando, respeitando, visa possibilitar a incorporação de novas posturas perante o conhecimento.

Almejamos que as ponderações expostas possam servir de inspiração a outros professores para desenvolverem estratégias pedagógicas que promovam uma aprendizagem emancipatória e libertadora.

Termino essa dissertação com Fernando Pessoa, por, neste momento, associá-lo ao sentimento dispensado durante a pesquisa.

De tudo ficaram três coisas: a certeza de que estava sempre começando, a certeza de que era preciso continuar e a certeza de que seria interrompido antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo, fazer da queda, um passo de dança, do medo, uma escada, do sonho, uma ponte, da procura um encontro.

Fernando Pessoa

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M. N. **Pesquisa-ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em ciências**. São Paulo, 2008. 224p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

BEHRENS, M. A. **Formação continuada e a prática pedagógica**. Curitiba: Champagnat, 1996.

_____. A formação pedagógica e os desafios do mundo moderno. In: MASETTO, M (org.). **Docência na universidade**. Campinas: Papyrus, 1998. p. 57-68.

BELTRAN, N.; CISCATO, C. **Química**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1991. 242 p.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora: 1982.

BOLACHA, E.; AMADOR, F. **Organização do conhecimento, construção de hiperdocumentos e ensino das ciências da terra**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID96/v8_n1_a2003.pdf>. Acesso em: 15 fev 2013

BRADY, J. E.; HUMISTON, G.E. **Química Geral**. Tradução: Ubirajara da Silva Valença. Rio de Janeiro, LTC, 1983.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais** : terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ttransversais.pdf>> Acesso em: 15 maio 2013.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN+ Ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, **Orientações curriculares para o ensino médio**; v.2 Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf> Acesso em: 17 maio 2013.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a Distância. **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**/ Organização: Carmen Lúcia Prata, Anna Christina Aun de Azevedo Nascimento. Brasília: MEC, SEED, 2007

BROOKS, J.G.; BROOKS, M.G. Tradução de Maria Aparecida Kerber. **Construtivismo em sala de aula**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 144 p.

BRUNER, J.J. Educação no encontro com as novas tecnologias. In: TEDESCO, J.C. (org). **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?**. São Paulo: Cortez. 2004, p. 17-76.

CANZIAN, R., MAXIMIANO, F. A. Princípio de Le Chatelier: O que tem sido apresentado em livros didáticos? **Química Nova na Escola**. v. 32, n. 02, p. 107-119, 2010.

CARVALHO, A. M.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: Tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2011.

CHASSOT, A.I. **Para que(m) é útil o ensino? Alternativas para um ensino (de química) mais crítico**. Canoas: Editora da ULBRA, 1995.

DALBEN, A. I. L. E. Das Avaliações Exigidas às Avaliações Necessárias. In: VILLAS BOAS, B. M. F. (Org.) **Avaliação: Políticas e Práticas**. Campinas. São Paulo: Editora Papirus, p. 13-42, 2002.

DE HEER, J. The principle of Le chatelier and Braun. **Journal of Chemical Education**, v. 34, p. 375-380, 1957.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1996. 94 p.

FERREIRA, V. F. As tecnologias interativas no ensino. **Química Nova**. v. 21, n. 6, p. 780-786, 1998.

FERREIRA, P. F. M. e JUSTI, R. S. Atividades de construção de modelos e ações envolvidas. **V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Bauru, 2005.

_____. Modelagem e o fazer ciência. **Química Nova na Escola**. n. 28, p. 82-86, maio 2008.

FILMUS, D. Breves reflexões sobre a escola do futuro e apresentação da experiência "aulas na rede" da cidade Buenos Aires. In: TEDESCO, J.C. (org). **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?**. São Paulo: Cortez. 2004, p. 123-136.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975. 218p.

_____. **Pedagogia da autonomia**. Saberes Necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997. 146 p.

FONSECA, F.C. **História da computação [recurso eletrônico] : O Caminho do Pensamento e da Tecnologia**. Porto Alegre : EDIPUCRS, 2007. 205 p.

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

GELLER, M.; TAROUCO, L. M. R.; FRANCO; S. R. K. (2004) **Educação à distância e estilos cognitivos: construindo a adaptação de ambientes virtuais**. Disponível em:

<http://libra.niee.ufrgs.br/site_antigo/ribie2004/Trabalhos/Comunicacoes/com274-283.pdf> Acesso em: 13 fev 2013.

- GOMEZ, M. V. **Educação em rede: uma visão emancipadora**. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, 2004. 214 p.
- HILDEBRAND, J. Catalyzing the approach to equilibrium. **Journal of Chemical Education**, 23 (12), p. 589-592, 1946.
- JOHNSTONE, A.H.; MACDONALD, J.J.; WEBB, G. Chemical equilibrium and its conceptual difficulties. **Education in Chemistry**, n. 14, p. 169-17, 1977.
- KENSKI, V.M. Novas tecnologias. O redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente. In: **Revista Brasileira de Educação**, n. 8, p. 58-71, 1998.
- LE CHATELIER, H.L. Sur un énoncé général des lois des équilibres chimiques, **Comptes Rendus Académie de Sciences**, v. 99, p. 786-789, 1884. Disponível e: <<http://www.bibnum.education.fr/chimie/th%C3%A9orie-chimique/la-loi-de-le-chatelier-1884>> Acesso em: 15 jul 2013.
- LÉVY, P. **As tecnologias das inteligências: O futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: 34, 1993. 210 p.
- _____. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. 2. ed. São Paulo: Loyola, 1999 a. 212 p.
- _____. **Cibercultura**. São Paulo: 34, 1999 b. 270 p.
- LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de Ciências. **Enseñanza de las Ciências**, Barcelona, v. 11, n. 3, p. 324-330, 1993.
- LÜCK, H. **Ação integrada: administração, supervisão e orientação educacional**. 26 ed. Rio de Janeiro. RJ: Petrópolis: Vozes, 2007. 66 p.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MACHADO, A.H.; ARAGÃO, R.M.R.(1996). Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 18-20, 1996.
- MACHADO, A. H.; MOURA, A. L. A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 2, p. 27-30, nov. 1995.
- MARTÍNEZ, J. H. G. Novas tecnologias e o desafio da educação. In: TEDESCO, J.C. (org). **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?**. São Paulo: Cortez, p. 95-108, 2004.
- MASKILL, R.; CACHAPUZ, A. F. C. Learning about the chemistry topic of equilibrium: The use of word association tests to detect developing conceptualization. **International Journal of Science Education**, v. 11, n. 1, p. 57-69. 1989.

MELLO, I.C. **O ensino de Química em Ambientes Virtuais**. Mato Grosso:EdUFMT, 2009.

MÉNDEZ, M. M. A.; La Ciencia de lo Cotidiano. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 1, 109, 2004.

MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. **Professor de Química: Formação, competências/ habilidades e posturas**. 2007. Disponível em: < <http://www.ufpa.br/eduquim/formdoc.html> > Acesso em: 12 fev 2013.

MORAN, J. M. **A integração das tecnologias na educação**. 2012. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/integracao.htm>.> acesso em: 10 fev 2013.

MORAN, J. M; MASETTO, M. T; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 19^o Edição. Campinas, SP: Papirus, 2012.173 p.

MORTIMER, E. F. Para Além das Fronteiras da Química: relações entre Filosofia, Psicologia e Ensino de Química. **Química Nova**. Sociedade Brasileira de Química, v. 20, n. 2, p. 200-207, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421997000200013&lng=pt&nrm=iso&>. Acesso em: 12 set 2013.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 23-26. 1995.

ORLANDI, C.C.; CAMARGO, M.; NETO, A.S.A. Avaliação e aplicação de simulação Computacional no ensino de equilíbrio químico. **Actascientiae Canoas**. v. 8, n. 1. p. 79-84. 2006

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas**. Tradução de Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artemed. 1999

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants**. Disponível em: < <http://www.marcprensky.com/writing/>> acesso em: 10 setembro 2010.

QUÍLEZ-PARDO, J. Una formulación para un principio: analisis histórico del principio de Le Chatelier. **Revista Mexicana de Física**, v. 41, p. 586-598, 1995.

_____. El principio de Le Chatelier como regla cualitativa: un obstáculo epistemológico en el aprendizaje del equilibrio químico. **Infancia y Aprendizaje**, v. 78, p. 73-86, 1997 a.

_____. Superación de errores conceptuales del equilibrio químico mediante una metodología basada en el empleo exclusivo de la constante de equilibrio. **Educación Química**, v. 8, p. 73-86, 1997b.

QUÍLEZ-PARDO, J. e SANJOSÉ-LOPEZ, V. Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: Nuevas aportaciones relacionadas com la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 12, p. 123-133, 1995.

QUÍLEZ-PARDO, J. e SOLAZ-PORTOLES, J.J. Students and teachers misapplication of the Le Chateliers principle. Implications for the teaching of chemical equilibrium. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, p. 939-957, 1995 a.

_____. Evolución histórica del principio de Le Chatelier. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, p. 123-133, 1995 b.

_____. Una formulación sencilla, cuantitativa y precisa para el principio de Le Chatelier. **Educación Química**, v. 7, p. 202-208, 1996.

QUÍLEZ-PARDO, J.; SOLAZ-PORTOLES, J.J.; CASTELLÓ-HERNABDEZ, M. e SANJOSÉ-LOPEZ, V. La necesidad de un cambio metodológico en la enseñanza del equilibrio químico: limitaciones del principio de Le Chatelier. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 11, p. 281-288, 1993.

RAMIREZ,R.L. **Química Geral**. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1985.

RAVIOLO, A.; BAUMGARTNER, E.; LASTRES, L.; TORRES, N. Logros y dificultades de alumnos universitarios en equilibrio químico: uso de un test con proposiciones. **Educación Química**, n. 12(1), p. 18-26. 2000.

RAVIOLO, A.; GARRITZ, A. Analogias no ensino de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n. 27,p. 12-25. 2008.

SABADINI,E., BIANCHI,J.C.A. Ensino do conceito de equilíbrio químico: uma breve reflexão. **Química Nova na Escola**, n. 25, p. 10-13. 2007.

SCHNETZLER, R.P. A pesquisa no ensino de química e a importância da química nova na escola. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 49-54. 2004.

SILVA, M. A *Internet* na escola e inclusão. In: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (Orgs.). *Integração das Tecnologias na Educação. Salto para o futuro*. Brasília: MEC, Seed, 2005. Disponível em <http://tvescola.mec.gov.br/images/stories/publicacoes/salto_para_o_futuro/livro_salto_tecnologias.pdf>. Acesso em: 5 abr 2013.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS, W. L. P. S.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, p. 231-261, 2010.

SKOVSMOSE, O. **Cenários para investigação**. **BOLEMA** (Boletim de Educação Matemática), Rio Claro: v. 13, n. 14, p. 66-91, 2000. Disponível em: <[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/textos/skovsmose\(Cenarios\)](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/textos/skovsmose(Cenarios))>. Acesso em 19 maio/2013.

SOUZA,K. A .F. D.; CARDOSO, A. A. Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 51-56, 2008.

TEDESCO, J. C. **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?** São Paulo: Cortez: UNESCO, 2004. 255 p.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 1986.

TREPTOW, R.S. Le Chatelier`s Principle: A reexamination and method of graphic illustration. **Journal of Chemical Education**, v. 57, p. 417-553, 1980.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**. SP, v. 31, n. 03, p. 443-466, set/dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>> Acesso em: 10 set 2013.

UEHARA, F. M. G. **Refletindo dificuldades de aprendizagem de alunos do ensino médio no estudo do equilíbrio químico.** 2005. 101f. Dissertação apresentada à Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – CCET – Centro de Ciências Exatas e da Terra – UFRN.

VAZ, M. F. R. Os padrões internacionais para a construção de material educativo online. In: LITTO, F. M. e FORMIGA, M. **Educação à distância: o estado da arte.** São Paulo: Pearson, p. 386-394, 2009.

WELLER, W. Grupos de discussão: aportes teóricos e metodológicos. In: WELLER, W.; PFAFF, N. (Org.). **Metodologias da Pesquisa Qualitativa em Educação: Teoria e Prática.** Petrópolis: Vozes, 2010, p. 54-65.

ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. **Fundamentos e propostas de Ensino de Química para a educação básica no Brasil.** Ijuí: Unijuí Editora, 2007.

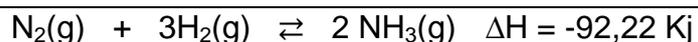
APÊNDICES

Apêndice B - Atividade 2 - AVA

Síntese Haber - Bosch

A amônia (NH₃) está entre as cinco substâncias produzidas em maior quantidade no mundo. Sua importância está relacionada ao seu uso direto como fertilizante e por se constituir matéria-prima para a fabricação de outros fertilizantes nitrogenados. Também é utilizada na produção de explosivos e de plásticos (USBERCO & SALVADOR¹⁷, 2005, p. 384).

Até o início do século XX, a principal fonte natural de compostos nitrogenados era o NaNO₃ (salitre do Chile), que resulta da transformação de excrementos de aves marinhas em regiões de clima seco. O salitre natural, porém, não seria suficiente para suprir o consumo atual de compostos nitrogenados. É interessante notar que existe uma quantidade quase inesgotável de nitrogênio no ar, sob a forma de N₂. No entanto, a molécula é muito estável (energia da ligação N≡N é 943,8 KJ/mol), ou seja, é muito difícil rompê-la para formar qualquer composto nitrogenado. Esse problema foi resolvido em 1909 pelo químico Fritz Haber, com a síntese da amônia. O processo foi aperfeiçoado industrialmente, por Carl Bosch, o que deu origem ao nome síntese de Haber-Bosch. Até hoje, esse é o processo de fixação do N₂ do ar, para a obtenção de compostos nitrogenados (FELTRE¹⁸, 2004, p. 214).



Temperatura: 400 a 600 °C.

Pressão: 140 a 340 atm

Catalisador: Fe₃O₄

A síntese de Haber-Bosch teve um papel histórico importante, pois proporcionou aos alemães a possibilidade de resistir ao bloqueio dos aliados durante a primeira Guerra mundial. De fato, devido ao embargo inimigo, a

¹⁷ USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química, 2: físico-química**. 10 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

¹⁸ FELTRE, R. **Química, 2: físico-química**. 6 ed. São Paulo: Moderna, 2004.

Alemanha não conseguia mais importar salitre necessário para a fabricação de explosivos. Com a síntese de NH_3 , os alemães produziam HNO_3 e deste chegavam aos explosivos de que necessitavam (FELTRE, 2004, p. 215).

Com base em seus conhecimentos sobre Equilíbrio Químico e a influência da temperatura, pressão, concentração e catalisadores sobre o sistema, argumente sobre os questionamentos a seguir.

- a) Nesse sistema, a adição do catalisador melhora o rendimento da reação? Justifique.
- b) Qual o motivo do uso da pressão elevada na síntese de Haber-Bosch?
- c) Como explicar a elevada temperatura do sistema, uma vez que, a reação é exotérmica, o que contraria o Princípio de Le Chatelier?
- d) Durante o processo, introduz-se a mistura gasosa N_2 e H_2 no reator e, após o estabelecimento do equilíbrio, essa mistura é transferida para um condensador, onde o NH_3 liquefeito é retirado rapidamente do sistema. Qual o motivo para a intensa e rápida retirada do NH_3 do processo?

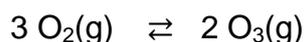
Apêndice C - Atividade 3 - AVA

Camada de Ozônio

A quantidade de ozônio na atmosfera terrestre é pequena e variável com a altitude; ele apresenta maiores teores na estratosfera, especialmente nas altitudes entre 20 a 50 quilômetros. Esse gás consiste numa das formas alotrópicas do elemento oxigênio. A união entre os átomos nas moléculas do gás oxigênio pode ser quebrada, levando, eventualmente, à formação de moléculas de ozônio. Esse processo envolve o consumo de energia, que pode ser fornecida por um tipo específico de radiação solar: a radiação ultravioleta.

Na estratosfera, do mesmo modo que o ozônio é formado a partir do oxigênio molecular por meio da ação da radiação UV, ele também é destruído por essa mesma radiação, quando é decomposto em uma molécula do gás oxigênio e um átomo isolado de oxigênio. O ciclo do ozônio que ocorre na estratosfera tem um papel importante para a vida na Terra: a absorção da radiação UV, que é parte da radiação solar que chega ao nosso planeta.

(texto adaptado - Tolentino, Rocha-Filho, da Silva. *A atmosfera terrestre*, 2004)



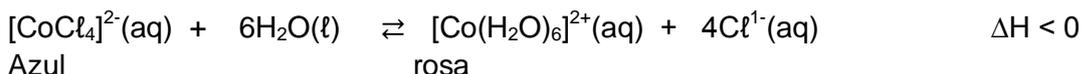
Com base em seus conhecimentos químicos, argumente:

1. A formação do ozônio é endotérmica ou exotérmica? Ela é favorecida com o aumento da temperatura?
2. Alterações na pressão exercem influência na formação do ozônio? Como?
3. O que podemos concluir em relação à constante de equilíbrio, se a reação acima estiver favorecendo a formação do ozônio?
4. O ciclo de formação e destruição do ozônio estratosférico por radiação ultravioleta dos tipos UVC e UVB desempenha um papel importante em favor da vida. Por quê?

Apêndice D - Atividade 4 - AVA

Galinho do tempo

O cobalto é um metal de transição e tem a propriedade de formar espécies químicas (sais, íons) coloridas. A cor varia conforme o número de coordenação do metal ou o grau de hidratação do sal. Dissolvendo-se o cloreto de cobalto II anidro, CoCl_2 , em solução alcoólica, verifica-se o estabelecimento do seguinte equilíbrio químico:



A mudança de cor está relacionada ao número de coordenação do íon cobalto II, que muda de 4 (no íon tetraclorocobalto II, azul, cuja estrutura é tetraédrica) para 6 (no íon hexa-aquocobalto II, rosa, cuja estrutura é octaédrica).

O número de coordenação é o número de íons ou de moléculas imediatamente ligados a determinado íon em um arranjo cristalino.

Esse equilíbrio químico pode ser utilizado para “prever o tempo”, quando a superfície de um pequeno bibêlo é impregnada com uma solução em que se estabelece esse equilíbrio.

(FONSECA¹⁹, M.R.M. Físico Química: textos e atividades complementares, 2007, p. 79)



A cor azul indica tempo bom (calor, sem previsão de chuva). A cor rosa indica tempo nublado (frio, com possibilidades de chuva)

Com base em seus conhecimentos em equilíbrio químico, argumente:

1. Analisando temperatura e umidade, cite duas condições que favorecem a ocorrência, no “galinho do tempo”, da cor azul.
2. Em que sentido a reação acima representada absorve calor? Justifique.
3. Analisando a reação acima representada, a adição de cloreto de sódio aquoso favorece a formação da solução de cor azul ou rosa? Explique

¹⁹ FONSECA, M.R.M. **Química: físico-química: textos e atividades complementares**. São Paulo: FTD, 2007.

Apêndice E - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Caro responsável, seu(sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), em uma pesquisa desenvolvida no âmbito do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UnB intitulada “Uma proposta de Ambiente Virtual de Aprendizagem no ensino de conceitos relacionados a Equilíbrio Químico”. A contribuição dele(a) é relevante para possíveis mudanças e melhorias no processo ensino-aprendizagem, promovendo uma reflexão sobre a prática docente. Como nossa pesquisa é colaborativa, queremos construir com o aluno(a) uma parceria, interagindo na busca de alternativas para os diferentes contextos de ensino.

É importante frisar que a participação dele(a) será protegida por total anonimato, quando do registro na futura Dissertação de Mestrado, em todas as suas etapas e em divulgações futuras, por qualquer meio.

Para formalizar a aceitação de seu filho(a) em fazer parte dessa investigação, o que nos deixará honrados, assine, por favor, ao final deste documento, que terá duas vias. Uma delas ficará em seu poder e a outra com a pesquisadora-responsável.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título:

Uma proposta de Ambiente Virtual de Aprendizagem no ensino de conceitos relacionados a Equilíbrio Químico.

Pesquisadora-responsável: **Zaira Cardoso**

Contato: **zairazc@gmail.com**

Orientador: **Ricardo Gauche**

Nosso trabalho visa a contribuir para o desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem fundamentadas em ambientes virtuais, na perspectiva de compreensão de conceitos químicos pelos alunos. Assim, serão coletadas informações no curso, com a utilização de registros das atividades, gravação dos encontros, para análises posteriores, e ficará desde já garantido o anonimato individual dos participantes.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

Eu, _____, portador do RG _____ e do CPF _____, abaixo-assinado, autorizo a participação do aluno(a) _____ na pesquisa acima mencionada. Fui devidamente informado e esclarecido pela pesquisadora-responsável, Zaira Cardoso sobre a investigação, bem como sobre os procedimentos a serem seguidos, ressaltando-se a garantia plena do anonimato em todos os registros atinentes e em toda a produção acadêmica resultante.

Brasília - DF, ___/___/___.

Pesquisa desenvolvida no âmbito do

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

APÊNDICE F

[Texto de Apoio a Professores]



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Texto de Apoio a Professores de Química

Uma proposta de Ambiente Virtual de Aprendizagem no ensino de conceitos relacionados a Equilíbrio Químico

Zaira Zangrando Cardoso

Proposta de Ação Profissional realizada sob orientação do Prof. Ricardo Gauche e apresentado à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Ciências”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

BRASÍLIA – DF

2013

A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo de busca. E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.

Paulo Freire

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	115
EQUILÍBRIO QUÍMICO NO ENSINO MÉDIO	117
AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM (AVA) NO ENSINO DE QUÍMICA	120
O CONTEXTO A METODOLOGIA E A PROPOSTA	123
DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA, ANÁLISES E REFLEXÕES	127
CONSIDERAÇÕES FINAIS	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140

INTRODUÇÃO

Caro colega docente, este texto é resultado da pesquisa-ação realizada em sala de aula, combinada a dissertação de mestrado por mim elaborada, no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. A dissertação intitulada "UMA PROPOSTA DE AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CONCEITOS RELACIONADOS A EQUILÍBRIO QUÍMICO" foi desenvolvida com o objetivo de contribuir com o trabalho docente oportunizando a "troca de experiências".

Em momentos de inquietações e reflexões, observei que estava inserida dentro de um universo que dava ênfase à transmissão de conteúdos e à memorização de fatos, símbolos, nomes, fórmulas, deixando de lado a apreensão da informação, a elaboração mental, a reflexão dos alunos e a vinculação entre o conhecimento químico e o cotidiano. O ensino apenas focado no preparo para um exame de seleção, para o qual estudante é "treinado" em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão.

Em contraposição a esse modelo de ensino, o desafio é fazer com que a sala de aula seja um ambiente de constante investigação, que nos leve a uma contínua reflexão e revisão de nosso trabalho.

Observo que meus alunos possuem uma incrível habilidade para manusear aparelhos eletrônicos e grande fascínio pelas redes sociais e ferramentas digitais, e acredito que essa atração pode contribuir com a aprendizagem. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), nas suas várias formas de utilização diária, como TV, rádio, telefones celulares, tocadores MP3, MP4, *ipod*, *tablets* etc., já estão massivamente presentes na sociedade brasileira e, especificamente, na sala de aula.

No sentido de contribuir para a aprendizagem e colaborar com as discussões que envolvem o uso pedagógico das redes sociais, a proposta se estabelece no uso do ciberespaço²⁰, utilizando-se de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) por meio da Plataforma MOODLE, para o desenvolvimento de uma proposta de participação colaborativa, que pode ser compreendida como um trabalho solidário,

²⁰ Segundo Pierre Lévy (1999b, p. 17), ciberespaço é o novo meio de comunicação que surge da interconexão mundial dos computadores.

no qual todos os integrantes do processo procuram investigar, refletir, interpretar e compreender determinados assuntos, pressupondo assim uma contribuição mútua.

Diante de tantos conteúdos, a escolha de equilíbrio químico deve-se ao fato de o assunto ter sido apontado por muitos autores como um conceito de grande importância para o ensino de Química (MASKILL; CACHAPUZ, 1989), uma vez que envolve outros temas, tais como reações químicas, reversibilidade das reações e cinética química. De maneira geral, a forma como o tema é abordado nos livros didáticos e em sala de aula, tendem a enfatizar aspectos matemáticos relacionados ao conceito, em detrimento de uma abordagem qualitativa (MACHADO; ARAGÃO, 1996).

Portanto, a presente pesquisa teve como objetivo identificar as concepções prévias, lacunas e distorções apresentadas por parte dos alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública, durante o processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados ao equilíbrio químico e como o uso de um ambiente virtual de aprendizagem poderia contribuir fornecendo subsídios necessários, por meio do desenvolvimento de atividades que priorizavam as argumentações dos alunos para a superação dessas lacunas, reorganização e reformulação de conceitos.

EQUÍLIBRIO QUÍMICO NO ENSINO MÉDIO

O ensino de Química no Brasil, inúmeras vezes se atém à transmissão de informações desconectadas com a vida do estudante, demandando quase sempre memorizações de fórmulas e nomenclatura de compostos químicos, uso de equações complexas e aplicação de regrinhas em um processo de mecanização e sem o devido o entendimento de uma situação-problema (MÉNDEZ, 2004).

Segundo Lück (2007), em uma simples observação do processo educativo, verifica-se que ainda ocorre uma prática fragmentada, concentrada em resolução de atividades, conteúdos que se unem, mas não se somam e não se associam, “uma vez que prevalece a ideia de que a melhor escola é aquela que mais aprova nos vestibulares” (BRASIL, 1999).

Chassot (1995, p. 47) afirma que “fazer educação através da Química significa um continuado esforço em colocar a ciência a serviço do mundo, da vida, na interdisciplinaridade, no intercâmbio das ciências entre si”, o que se busca é melhorar o ensino e a aprendizagem de Química (CHASSOT, 1995), visando uma contribuição na formação do estudante para a vida.

Na busca de informações para iniciar o trabalho, procura-se identificar nos alunos suas concepções sobre equilíbrio químico, e focar nos erros conceituais que eles apresentam ao estudar o referido tema.

Portanto, é fundamental que o aluno saiba reconhecer uma situação de equilíbrio químico. Para que o estado de equilíbrio possa ser atingido, é necessário que o sistema esteja fechado (não há troca de matéria com o meio). Um sistema entra em equilíbrio químico quando temos reações reversíveis que, portanto, ocorrem nos dois sentidos (direto e inverso) com a mesma velocidade. Assim, reagentes continuam se transformando em produto e vice-versa em nível microscópico. Visualmente não se percebe nenhuma alteração, aparentando que a reação parou. É importante salientar que termodinamicamente se alcança o equilíbrio químico quando a energia livre de Gibbs(G)²¹ dos reagentes e dos produtos se iguala.

²¹ Segundo Brady; Humiston (1986, p. 98), entende-se como energia livre de Gibbs como: $\Delta G = \Delta H - TS$ onde ΔG representa a quantidade máxima de energia liberada em um processo ocorrendo a temperatura e pressão constante que está livre ou disponível para realizar trabalho útil.

Outro conceito a ser compreendido refere-se às implicações do cálculo da constante de equilíbrio (K). Segundo Ramirez (1985, p.278), “para uma reação qualquer, esta constante revela a extensão da reação como quanto de produto obterá até que se estabeleça o equilíbrio”. O aluno deve entender que não é apenas uma abordagem numérica ou um cálculo matemático, mas compreender o seu significado.

Autores como, Maskill e Cachapuz (1989), Quilez-Pardo (1993,1997), Canzian e Maximiano (2010), destacam alguns aspectos abstratos desse tema. Mencionam a sua natureza dinâmica; a dificuldade em diferenciar situações de não equilíbrio e situações de equilíbrio; a compreensão do princípio de Le Chatelier; e o não tratamento termodinâmico do tema.

A literatura enfatiza também dificuldades e concepções alternativas dos alunos em relação a esse tema. Algumas delas são recorrentes. “Podemos apontar dentre elas: a reação para de ocorrer no equilíbrio; as concentrações de reagentes e produtos se igualam no equilíbrio; reagentes e produtos encontram-se em compartimentos separados” (apud FERREIRA; JUSTI, 2008, p.33). A ideia de reversibilidade e a concepção de que a reação inversa somente inicia depois que todos os reagentes transformaram-se em produtos (FURIÓ; ORTIZ, 1983; RAVIOLO et al., 2000).

Machado e Aragão (1996) apontam em sua pesquisa que as concepções dos alunos acerca do equilíbrio químico relacionam-se com experiências cotidianas, portanto, possuem natureza macroscópica sensorial (como um funcionamento de uma balança para exemplificar o estado de equilíbrio), dificultando assim, a estruturação de um modelo microscópico em que reagentes e produtos coexistem em um sistema fechado, ocorrendo colisões constantes que, apesar de resultarem em transformações químicas, não provocam alterações visíveis. Os alunos tendem a manter a ideia que no equilíbrio nada mais ocorre e que não há alterações no sistema.

Outros aspectos foram salientados na pesquisa de Machado e Aragão (1996) como, dificuldades em diferenciar termos como constante e igual; compreender a reversibilidade das reações e a existência simultânea de reagentes e produtos no estado de equilíbrio.

Vários trabalhos também apontam as limitações (de HEER, 1957; TREPTOW, 1980; QUILEZ-PARDO; SANJOSÉ-LOPEZ, 1995, CANZIAN; MAXIMIANO, 2010) na

abordagem do Princípio de Le Chatelier nos livros didáticos, que buscam uma generalização, enfatizando que “muitas vezes ele é relacionado com o princípio de ação e reação da mecânica” (QUÍLEZ-PARDO; SANJOSÉ-LOPEZ, 1995, p. 384), podendo levar o estudante a um procedimento de repetição mecânica, não existindo uma reflexão e compreensão da dinâmica do processo, ocasionando erros conceituais.

De acordo com a pesquisa realizada por Canzian e Maximiano (2010, p.113), “o princípio não deve ser aplicado diretamente em determinadas situações ou podem existir determinadas condições nas quais essa generalização não é válida”. Algumas situações exigem uma análise termodinâmica (temperatura, volume, pressão) mais rigorosa e que nem toda “perturbação” em um sistema acarretaria a uma perturbação no estado de equilíbrio.

Observa-se também, que termos como “desloca para a direita” e “desloca para a esquerda” podem reafirmar a ideia de que reagentes e produtos não existem ao mesmo tempo, e ainda que eles se encontram em compartimentos separados (MACHADO; ARAGÃO, 1996).

Fica evidente que existe uma lacuna no entendimento de aspectos importantes relacionados aos conceitos de equilíbrio químico. E essa deficiência parece estar vinculada à forma como o assunto é abordado nas aulas e nos livros didáticos, com muito destaque em aspectos quantitativos e com pouca ênfase em aspectos conceituais e qualitativos. É preciso mudar essa abordagem, priorizando o entendimento do fenômeno. Dessa forma, “é preciso estimular a prática do ‘pensar quimicamente’, estabelecendo uma contraposição ao uso de regras memorísticas e livrescas, que pouco contribuem ao desenvolvimento intelectual de nossos estudantes”(SOUZA; CARDOSO, 2008, p.56).

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM (AVA) NO ENSINO DE QUÍMICA

Os computadores passaram a ocupar praticamente todos os ambientes e a fazerem parte do cotidiano das pessoas. Ganharam, também, espaço como ferramenta pedagógica no processo ensino-aprendizagem, disponibilizando aos estudantes textos, imagens, sons e interatividade.

São inúmeras as possibilidades advindas do uso do computador. Cada vez mais moderno e poderoso em recursos, ele nos permite pesquisar, descobrir novos conceitos e lugares, entrar em contato com ideias, textos, experiências.

Segundo Moran, Masetto e Behrens (2012, p. 55), “a internet é uma mídia que facilita a motivação dos alunos, pela novidade e pelas possibilidades inesgotáveis de pesquisa que oferece”. A Internet tem tornado acessível à informação a um grupo enorme de pessoas, que podem conectar a rede, passando a serem usuárias desse universo de informações. Essa troca pode ocorrer em diferentes níveis, desde o local até o internacional.

Ao considerarmos tecnologias em uma sala de aula, vem-nos à mente a expressão “Tecnologias de Informação e Comunicação” (TIC), algumas vezes acompanhada do adjetivo “novas”. Segundo Martinez (2004),

quando falamos de tecnologias da informação e da comunicação não nos referimos apenas à Internet, mas ao conjunto de tecnologias microeletrônicas, informáticas e de telecomunicações que permitem a aquisição, produção, armazenamento, processamento e transmissão de dados na forma de imagem, vídeo, texto ou áudio. Para simplificar o conceito, chamaremos novas tecnologias de informação e da comunicação às tecnologias de redes informáticas, aos dispositivos que interagem com ela e seus recursos (convergindo em redes e em aplicações que utilizam o TCP/IP²²). Televisões, rádios, reprodutores de vídeo, materiais impressos e outras tecnologias “convencionais” não são consideradas novas. (p. 96).

Empregar as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC) em sala auxilia na desvinculação de um programa a ser seguido com rigidez, minimizando assim a padronização fundamentada nos sumários dos livros. Assim,

²² Os protocolos TCP (Transmission Control Protocol) e IP (Internet Protocol) foram criados com o intuito de realizar a intercomunicação de computadores. As configurações desses protocolos têm como função controlar como a informação é passada de uma rede a outra, e como manipular o endereçamento contido nos pacotes, a fragmentação dos dados e a checagem de erros. Disponível em < <http://www.pop-rs.rnp.br/ovni/tcpip/>> Acesso em: 15 maio 2013.

cria-se um planejamento amparado nos interesses dos alunos que passam a ter contato com informações e conhecimentos variados.

Faz-se necessário considerar que esses recursos informatizados estão disponíveis, porém, estão sujeitos a projetos educativos que colaborem com a aprendizagem e que possibilitem o desenvolvimento de postura crítica e de atividades criativas. “O recurso por si só não garante a inovação, ele depende de um projeto bem formulado, alimentado pelos professores e alunos que são usuários. O computador é a ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem” (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2012, p. 99). Prensky (2001) afirma que a tecnologia dá suporte à Pedagogia, e não o contrário, o que nos remete a Paulo Freire (1996) que defende que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção” (p.47).

O presente trabalho apresenta uma abordagem pedagógica, no sentido de explicar e explorar fenômenos e processos sobre equilíbrio químico, bem como proporcionar aos estudantes o desenvolvimento da capacidade de compreensão do conteúdo por meio de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) criado na plataforma MOODLE.

No entanto, o que é um ambiente virtual de aprendizagem? Do latim, ambiente (*ambientis*), tem o sentido de envolver algo; Virtual (*virtus*) significa força ou virtude. De acordo com o Dicionário Houaiss, “ambiente é relativo ao meio circundante, é um lugar, espaço, recinto” e “virtual constitui uma simulação criada por meios eletrônicos, existe apenas em potência, sem efeito real”.

Dessa forma, um ambiente virtual de aprendizagem relaciona-se a um espaço ou lugar, sem características físicas ou territoriais delimitadas, onde existem inúmeras possibilidades de compartilhamento de informações, visando à ampliação da interação professor/aluno, aluno/aluno, aluno/conteúdo, favorecendo o trabalho colaborativo, possibilitando o desenvolvimento da autonomia dos usuários.

Criado em 1990 por Martin Dougiamas, o MOODLE é acrônimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (ambiente modular de aprendizagem dinâmica orientada a objetos). De acordo com o seu próprio manual disponibilizado na rede, o Moodle possui ferramentas de comunicação, de avaliação, de disponibilização de conteúdos, de administração e organização. Ele também permite a construção compartilhada de textos, trabalhos e projetos.

Na elaboração do projeto que deverá ser debatido, vivenciado e aprimorado com os estudantes, o professor deve apropriar-se de referenciais empregados na sala de aula e fora dela. É também em uma abertura respeitosa aos outros que reconhecemos que não existe um *penso individual* e sim um *pensamos* como ato coletivo, resumido na frase de Freire (1975, p.79): “Ninguém educa a ninguém, os homens se educam entre si mediatizados por seu mundo”.

A partir dos referenciais citados, a utilização de um AVA no desenvolvimento da proposta, se justifica devido às suas inúmeras possibilidades didáticas. Em síntese, o AVA é flexível, participativo, baseado na interação, na troca e na colaboração.

O CONTEXTO, A METODOLOGIA E A PROPOSTA

Fundamentados na discussão apresentada sobre as dificuldades no ensino de equilíbrio químico e a abrangência de assuntos relacionados ao conteúdo, procuramos neste trabalho, vincular um ambiente real de sala de aula a um ambiente virtual de aprendizagem, com a participação de parte dos alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública.

O Contexto

O trabalho foi desenvolvido em uma escola pública que iniciou as suas atividades de ensino em 05 de março de 1979. O corpo docente é composto aproximadamente de 280 professores e 3033 alunos de ensino fundamental e médio.

O efetivo de alunos e professores da escola é distribuído atualmente em seis turmas de sexto ano; dez turmas de sétimo ano; onze turmas de oitavo ano; quatorze turmas de nono ano no ensino fundamental; quinze turmas de primeiro e segundo ano e dezesseis turmas do terceiro ano do ensino médio. Cada turma com aproximadamente 35 alunos.

Na disciplina de Química, os livros adotados são do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e o conteúdo programático segue a previsão anual contida no Plano de Sequencia Didática (PSD) e o Plano de Execução Didática (PED), comuns a todas as escolas do sistema. O sistema a qual a escola é vinculada possui uma base curricular única que deve ser seguida por todos, obedecendo à mesma sequência programática. A justificativa para tal fato é evitar prejuízo aos alunos transferidos, já que a transferência de alunos entre as escolas do sistema, ocorre frequentemente.

Metodologia

A pesquisa está fundamentada em uma abordagem metodológica de pesquisa-ação que possui alguns aspectos próprios. Os que realizam pesquisa-ação

trabalham juntos em interação e envolvimento. É uma pesquisa realizada “com” os outros e principalmente, respeitando a voz dos participantes (alunos). Dentro dessa perspectiva, Tripp (2005, p. 445) afirma que, “a pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos”.

Procuramos em nossa pesquisa-ação desenvolver um AVA por meio da plataforma Moodle em uma proposta de ensino de conceitos envolvendo equilíbrio químico. Esse espaço visa à participação de todos os sujeitos envolvidos, distanciando-se de uma prática “bancária” (FREIRE, 1997), e contribuindo com a aprendizagem.

Para a análise das informações adquiridas, adotou-se a metodologia qualitativa. Em uma investigação qualitativa a fonte de dados é o ambiente natural, sendo caracterizado por Bogdan e Biklen (1994) de uma pesquisa “naturalística”. Os mesmos autores afirmam que a obtenção de dados é predominantemente descritiva, por conter descrição de situações, pessoas entrevistadas, depoimentos e permite revelar a opinião dos sujeitos envolvidos.

Proposta

Esta pesquisa foi desenvolvida com parte dos alunos do 2.º ano do ensino médio durante o terceiro bimestre e a proposta consiste na utilização de um AVA criado na plataforma Moodle visando à participação colaborativa, aquela que envolve contribuição mútua entre todos os sujeitos, no ensino de conceitos envolvendo equilíbrio químico.

Na criação do AVA, alguns aspectos devem ser considerados. Deve-se respeitar o perfil do aluno, o contexto escolar, a linguagem utilizada, os recursos tecnológicos, buscando conferir ao AVA uma identidade própria.

Buscamos adequar ao AVA algumas estratégias de aprendizagem e para isso o Moodle possui vários recursos, como:

- Fóruns: os grupos de discussão permitem compartilhar atividades e opiniões representando o esforço coletivo. As mensagens registradas nesses espaços podem advir das várias dimensões de compreensão de um assunto e de posições subjetivas em relação à temática discutida.

- *Chats*: o debate em tempo real, sincrônico (bidirecional ou multidirecional), possui potencial para incentivar o diálogo. Nele, os participantes trocam mensagens escritas sobre reflexões, discutem ideias da própria produção, de maneira restrita a alguns participantes ou aberta a todos.
- Glossário, biografias, fontes: são *links* internos que aparecem embutidos nas telas, em que se encontram breves explicações de termos, nomes e obras mencionadas ao longo do curso, ajudando a compreendê-los.
- Arquivos anexos em extensão PDF: os arquivos em anexos propõem a leitura relacionada a um conteúdo da unidade.
- *Wikis*: permite que os documentos sejam editados coletivamente com uma linguagem de marcação simples e eficaz.
(Gomez, 2004, p.168-169).

Ainda atentos às inúmeras possibilidades do Moodle almejamos o uso da plataforma como suporte à realização de atividades demonstrativas-investigativas, que, para Silva, Machado e Tunes (2010, p. 245), são “as atividades experimentais [...] em que o professor apresenta, durante as aulas, fenômenos simples a partir dos quais ele poderá introduzir aspectos teóricos que estejam relacionados ao que foi observado”.

Silva, Machado e Tunes (2010, p. 244) esclarecem que “há a necessidade de se modificar drasticamente o que entendemos por laboratório, ampliando o conceito de atividades experimentais”, cabendo, serem entendidos como laboratórios, conforme a forma de abordagem, espaços como a própria sala de aula, área externa da escola e outros estabelecimentos. Esse entendimento também pode ser aplicado ao AVA.

Assim, os diversos recursos disponibilizados pelo Moodle, tais como fóruns de participação coletiva, visualizações de simulações e vídeos, entrega de atividades, troca de mensagens, entre outros, serão analisados no sentido de escolher aqueles que melhor atendam aos objetivos do trabalho a ser desenvolvido. Dessa forma, os recursos selecionados tem como objetivo auxiliar na superação dos problemas apontados na literatura e vivenciados em sala de aula.

Considerando que nossa pesquisa será organizada na interação da sala de aula com o AVA, a professora fez uso de um "registro pedagógico", onde pontuava sobre as concepções apresentadas pelos alunos e as dificuldades na compreensão do conteúdo. Tais anotações serviram de guia na elaboração das atividades apresentadas no AVA.

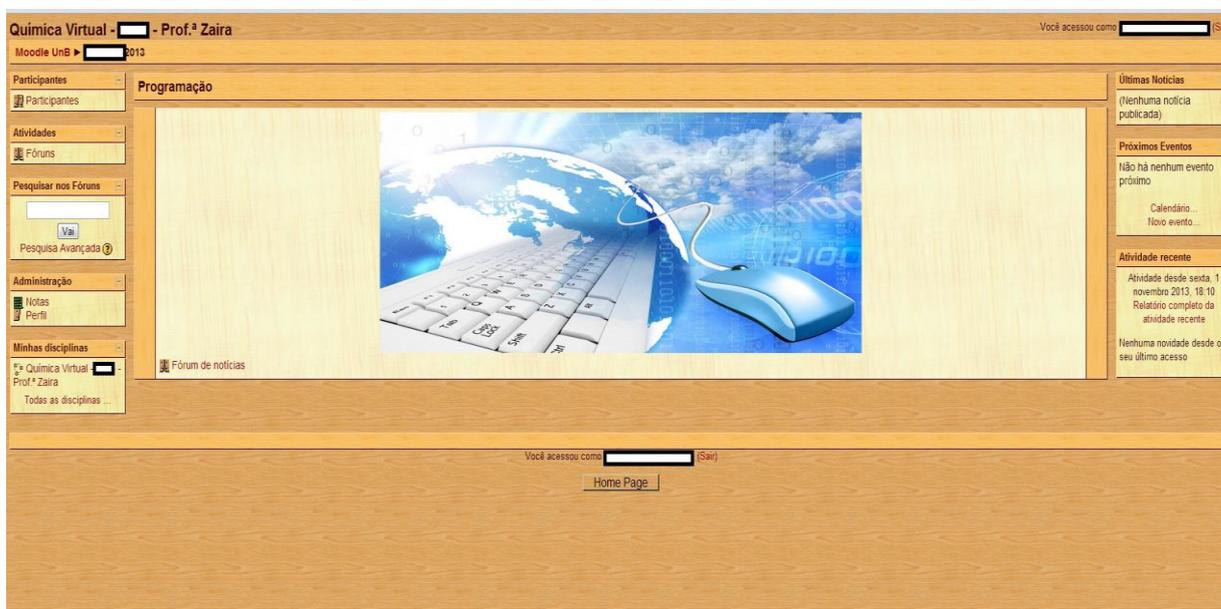
Para obtermos um *feedback* dos alunos sobre o desenvolvimento da proposta utilizamos uma enquete e um grupo de discussão. A enquete continha 28 itens, foi disponibilizada no AVA e teve como objetivo avaliar a estratégia e aspectos vivenciados durante o processo. O grupo de discussão teve por finalidade investigar o que poderia ser alterado, adicionado, removido ou melhorado, no Ambiente Virtual, para a concretização da proposta. Segundo Weller (2010), o "desenvolvimento dos grupos de discussão [...] não se constitui apenas como uma técnica de coleta de dados, mas como um método de investigação" (p. 55), e objetiva " a obtenção de dados que possibilitem a análise do contexto ou do meio social dos entrevistados, assim como de suas visões de mundo ou representações coletivas" (p. 56).

DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA, ANÁLISES E REFLEXÕES

Para o desenvolvimento da pesquisa foi selecionado uma turma com aproximadamente 35 alunos.

Com o intuito de viabilizar o suporte necessário à investigação desta proposta, foi criado um espaço na plataforma Moodle da UnB (www.aprender.unb.br), destinado ao gerenciamento deste trabalho, onde a página de abertura é reproduzida na Figura 1 (CARDOSO; GAUCHE, 2013).

Figura 1 - página de abertura na Plataforma Moodle - Aprender UnB



Fonte: a autora

Durante a investigação, procuramos identificar, compreender e analisar as concepções prévias apresentadas pelos alunos, mediante as discussões em uma abordagem qualitativa do equilíbrio químico, assim como os fatores que nele interferem, por meio das ponderações em sala e das atividades propostas no AVA.

As atividades selecionadas para o AVA foram "fruto" das interações e debates ocorridos em sala. Após o registro das principais concepções prévias, dúvidas e questionamentos dos alunos, a atividade era elaborada.

Optamos por desenvolver atividades nos fóruns de discussões. Nos fóruns de discussões é possível compartilhar atividades e opiniões e essas atividades não

foram elaboradas com data limite de participação. Isso deixou a atividade mais flexível. De acordo com Silva (2005),

No fórum, o professor abre provocações em texto – ou em outras fontes de visibilidade – e juntamente com os estudantes desdobra elos dinâmicos de discussões sobre temas de aprendizagem. Em interatividade assíncrona, os participantes podem trocar opiniões e debater temas propostos como provocações à participação. Para participar com sua opinião, o aluno clica sobre um dos temas e posta seu comentário, expressando sua posição em elos de discussões em torno da provocação. O aprendiz também pode iniciar um debate propondo um novo tema, fazendo da sua participação uma provocação que abre novos elos de discussões. Ele emite opinião, argumenta, contra-argumenta e tira dúvidas. Todas as participações ficam disponibilizadas em links na tela do fórum. O aprendiz pode atuar sobre qualquer uma, sem obedecer necessariamente a uma sequência de mensagens postadas de acordo com as unidades temáticas do curso. A qualquer hora ele se posiciona sobre qualquer participação, postando a sua mensagem, cujo título fica em destaque na tela, convidando a mais participações. (p. 66).

Na elaboração e seleção das atividades priorizamos identificar erros conceituais acerca do conteúdo e a partir dessas informações, superar lacunas na apropriação desses conceitos, visando ampliar a capacidade do aluno na compreensão das atividades propostas.

Dessa forma, desenvolvemos nosso trabalho na perspectiva de apontar as principais características de uma reação em equilíbrio químico e propiciar para a compreensão de como e porque ele ocorre. Delineamos essas características fundamentais a seguir:

- ✓ o processo é dinâmico - a reação não para de ocorrer, mesmo sem evidências visuais;
- ✓ reagentes e produtos coexistem. Não há compartimentalização da reação;
- ✓ as reações são reversíveis - reação direta (formação dos reagentes) e inversa (formação dos produtos) ocorrem simultaneamente;
- ✓ concentrações de todas as espécies são constantes - contrariando a ideia de igualdade;
- ✓ implicações envolvidas no cálculo da constante de equilíbrio

- ✓ controle rigoroso das variáveis no entendimento do Princípio de Le Chatelier para equilíbrio homogêneo e heterogêneo.

Assim, procuramos desenvolver atividades de fácil compreensão entre os momentos de interação entre a sala de aula e o AVA nesse processo investigativo, abordando os pontos mais relevantes citados na literatura.

Descrição das Atividades

1.^a Atividade - Lentes Fotocromáticas

O livro didático adotado²³ pela escola coloca um pequeno texto informativo exemplificando como reação de equilíbrio químico o que ocorre em lentes fotocromáticas sob incidência de radiação ultravioleta. Entre os pontos que podem ser abordados na atividade, estão a compreensão da dinamicidade das reações em equilíbrio químico, a reversibilidade das reações e a coexistência de reagentes e produtos no mesmo local. Essas características foram exploradas na atividade disponibilizada no AVA.

Para colaborar com o processo investigativo, foi realizada uma atividade demonstrativa-investigativa (Figura 2) utilizando uma luz negra, lente fotocromática, prendedor de cabelo fotocromático e protetor solar com o objetivo de elucidar as características relatadas anteriormente.

É necessário que se explique que nesse experimento, a reação envolvida depende do material constituinte da lente. Com a lente era de vidro, ocorre uma reação de oxirredução com íons prata. Quando trabalhamos com uma lente orgânica, constituída por um polímero fotocromático, o 6-nitro-BIPS (isômero N), ele que se converte no 6-nitro-BIPS (isômero MC), na presença da radiação ultravioleta.

A atividade deve ser dividida em duas etapas. Na primeira será observado o efeito da radiação na lente fotocromática e na segunda o efeito da radiação no prendedor de cabelo fotocromático. Em um prendedor de cabelo será passado protetor solar e a alteração na cor ocorrerá de forma lenta (solicitar aos alunos a possível explicação e explorar as ideias).

²³ CANTO, E. L.; PERUZZO, F. M. *Química na abordagem do cotidiano*, volume 2, Moderna, 2006.

Como o prendedor de cabelo fotocrômico é um produto de fácil aquisição (armarinhos, feiras), pode-se investigar em casa o efeito de diferentes tipos de radiação sobre o prendedor. A turma pode ser dividida em grupos e cada grupo investigar o que ocorre com o prendedor na presença de uma lâmpada fluorescente, luz solar, infravermelho (aparelho de massagem), luz negra. Cada grupo deve expor os resultados, com as possíveis explicações para o fenômeno observado, no AVA para posterior debate em sala de aula.

Figura 2 - atividade demonstrativo-investigativa: lentes fotocromáticas e prendedor de cabelo fotocrômico na presença de luz negra.



Fonte: a autora

1.^a Atividade - AVA

Lentes Fotocromáticas

Prezados alunos,
com o objetivo de melhor entender o que vocês pensam a respeito de determinados fenômenos e sanarmos possíveis dificuldades, peço-lhes que respondam ao que é solicitado a seguir.
O importante é a argumentação.

As lentes fotocromáticas possuem cristais de cloreto de prata (AgCl) incorporados diretamente ao vidro. Quando a radiação ultravioleta (UV) atinge os cristais de cloreto de prata, eles escurecem. Isso ocorre quando os íons prata (Ag^+) são reduzidos a prata metálica (Ag) pelos íons cloreto (Cl^-), que se transformam em átomos de cloro elementar (Cl).



Incolor

escuro

(texto adaptado - CANTO, E. L.; PERUZZO, F. M. **Química na abordagem do cotidiano**, volume 2, Moderna, 2006).

Com base em seus conhecimentos químicos, argumente sobre os seguintes questionamentos.

- Por que as lentes fotocromáticas escurecem quando expostas ao sol?
- Qual a função da radiação UV nessa reação?
- O processo é reversível? O que você entende por um processo reversível?
- Na lente coexistem reagentes e produtos?
- O que ocorre para que aconteça a mudança da cor nas lentes fotocromáticas?
- Quando ocorre a mudança de cor nas lentes, ela permanece indefinidamente? Explique.

2.^a Atividade - Síntese Haber-Bosch

Essa atividade foi elaborada a partir de um debate sobre fertilizantes e explosivos e a necessidade de uma atividade no AVA que enfatizasse deslocamento de equilíbrio, uma vez que os alunos estavam cometendo os mesmos erros já apontados na literatura (CANZIAN; MAXIMIANO, 2010). Estavam tratando de forma mecânica o do Princípio de Le Chatelier (ação e reação), sem a análise rigorosa das variáveis envolvidas (pressão, temperatura, volume, catalisadores, gases inertes) em equilíbrios homogêneos e heterogêneos. Com isso, a atividade elaborada pode rever conceitos de cinética e termodinâmica.

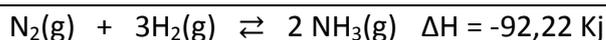
2.^a Atividade - AVA

Síntese Haber - Bocsh

A amônia (NH₃) está entre as cinco substâncias produzidas em maior quantidade no mundo. Sua importância está relacionada ao seu uso direto como fertilizante e por se

constituir matéria-prima para a fabricação de outros fertilizantes nitrogenados. Também é utilizada na produção de explosivos e de plásticos (USBERCO & SALVADOR²⁴, 2005, p. 384).

Até o início do século XX, a principal fonte natural de compostos nitrogenados era o NaNO₃ (salitre do Chile), que resulta da transformação de excrementos de aves marinhas em regiões de clima seco. O salitre natural, porém, não seria suficiente para suprir o consumo atual de compostos nitrogenados. É interessante notar que existe uma quantidade quase inesgotável de nitrogênio no ar, sob a forma de N₂. No entanto, a molécula é muito estável (energia da ligação N≡N é 943,8 KJ/mol), ou seja, é muito difícil rompê-la para formar qualquer composto nitrogenado. Esse problema foi resolvido em 1909 pelo químico Fritz Haber, com a síntese da amônia. O processo foi aperfeiçoado industrialmente, por Carl Bosch, o que deu origem ao nome síntese de Haber-Bosch. Até hoje, esse é o processo de fixação do N₂ do ar, para a obtenção de compostos nitrogenados (FELTRE²⁵, 2004, p. 214).



Temperatura: 400 a 600 °C.

Pressão: 140 a 340 atm

Catalisador: Fe₃O₄

A síntese de Haber-Bosch teve um papel histórico importante, pois proporcionou aos alemães a possibilidade de resistir ao bloqueio dos aliados durante a primeira Guerra mundial. De fato, devido ao embargo inimigo, a Alemanha não conseguia mais importar salitre necessário para a fabricação de explosivos. Com a síntese de NH₃, os alemães produziam HNO₃ e deste chegavam aos explosivos de que necessitavam (FELTRE, 2004, p. 215).

Com base em seus conhecimentos sobre Equilíbrio Químico e a influência da temperatura, pressão, concentração e catalisadores sobre o sistema, argumente sobre os questionamentos a seguir.

- a) Nesse sistema, a adição do catalisador melhora o rendimento da reação? Justifique.

²⁴ USBERCO,J;SALVADOR,E. **Química, 2: físico-química**. 10 ed. São Paulo: Saraiva, 2005

²⁵ FELTRE,R. **Química, 2: físico-química**. 6 ed. São Paulo: Moderna, 2004

- b) Qual o motivo do uso da pressão elevada na síntese de Haber-Bosch?
- c) Como explicar a elevada temperatura do sistema, uma vez que, a reação é exotérmica, o que contraria o Princípio de Le Chatelier?
- d) Durante o processo, introduz-se a mistura gasosa N_2 e H_2 no reator e, após o estabelecimento do equilíbrio, essa mistura é transferida para um condensador, onde o NH_3 liquefeito é retirado rapidamente do sistema. Qual o motivo para a intensa e rápida retirada do NH_3 do processo?

3.^a Atividade - Camada de Ozônio

A terceira atividade foi elaborada a partir de parte do debate originado na atividade demonstrativa-investigativa realizada sobre lentes fotocromáticas. Na etapa que usava o prendedor de cabelo fotocromático, em um deles foi passado protetor solar e observado que a alteração de cor, com a incidência da radiação, era muito lenta. Com base nas argumentações dos alunos, a atividade 3 foi desenvolvida com o objetivo de analisar a influência da temperatura e pressão em uma reação em equilíbrio químico; verificar a extensão da reação a partir de informações advindas da constante de equilíbrio e pesquisar sobre a relação da camada de ozônio com a radiação ultravioleta de diferentes comprimentos de onda (UVC, UVB, UVA) para a vida no planeta.

Foi usado como suporte teórico para a elaboração da atividade o livro paradidático²⁶ intitulado "A atmosfera terrestre".

3.^a Atividade - AVA

Camada de Ozônio

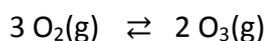
A quantidade de ozônio na atmosfera terrestre é pequena e variável com a altitude; ele apresenta maiores teores na estratosfera, especialmente nas altitudes entre 20 a 50 quilômetros. Esse gás consiste numa das formas alotrópicas do elemento oxigênio. A união entre os átomos nas moléculas do gás oxigênio pode ser quebrada, levando, eventualmente,

²⁶ TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, R. R. **A atmosfera terrestre**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

à formação de moléculas de ozônio. Esse processo envolve o consumo de energia, que pode ser fornecida por um tipo específico de radiação solar: a radiação ultravioleta.

Na estratosfera, do mesmo modo que o ozônio é formado a partir do oxigênio molecular por meio da ação da radiação UV, ele também é destruído por essa mesma radiação, quando é decomposto em uma molécula do gás oxigênio e um átomo isolado de oxigênio. O ciclo do ozônio que ocorre na estratosfera tem um papel importante para a vida na Terra: a absorção da radiação UV, que é parte da radiação solar que chega ao nosso planeta.

(texto adaptado - Tolentino, Rocha-Filho, da Silva. *A atmosfera terrestre*, 2004)



Com base em seus conhecimentos químicos, argumente:

1. A formação do ozônio é endotérmica ou exotérmica? Ela é favorecida com o aumento da temperatura?
2. Alterações na pressão exercem influencia na formação do ozônio? Como?
3. O que podemos concluir em relação à constante de equilíbrio, se a reação acima estiver favorecendo a formação do ozônio?
4. O ciclo de formação e destruição do ozônio estratosférico por radiação ultravioleta dos tipos UVC e UVB desempenha um papel importante em favor da vida. Por quê?

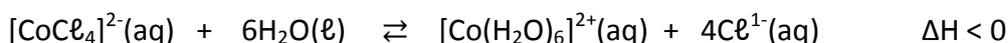
4.^a Atividade - Galinho do tempo

Essa atividade foi selecionada porque a maioria dos alunos não conhecia esse "indicador de umidade". Primeiro foi disponibilizado no AVA a atividade 4 com o intuito de verificar todo o processo ocorrido até o momento e se os alunos haviam compreendido as características fundamentais de um reação em equilíbrio químico, como também o entendimento do Princípio de Le Chatelier.

Para elucidar a atividade foi realizada uma atividade demonstrativa-investigativa utilizando o galinho do tempo, um secador de cabelo e um aparelho

4.^a Atividade - AVAGalinho do tempo

O cobalto é um metal de transição e tem a propriedade de formar espécies químicas (sais, íons) coloridas. A cor varia conforme o número de coordenação do metal ou o grau de hidratação do sal. Dissolvendo-se o cloreto de cobalto II anidro, CoCl_2 , em solução alcoólica, verifica-se o estabelecimento do seguinte equilíbrio químico:



Azul

rosa

A mudança de cor está relacionada ao número de coordenação do íon cobalto II, que muda de 4 (no íon tetraclorocobalto II, azul, cuja estrutura é tetraédrica) para 6 (no íon hexa-aquocobalto II, rosa, cuja estrutura é octaédrica).

O número de coordenação é o número de íons ou de moléculas imediatamente ligados a determinado íon em um arranjo cristalino.

Esse equilíbrio químico pode ser utilizado para “prever o tempo”, quando a superfície de um pequeno bibêlo é impregnada com uma solução em que se estabelece esse equilíbrio.

(FONSECA, M.R.M.²⁷. Físico Química: textos e atividades complementares, 2007, p. 79)



A cor azul indica tempo bom (calor, sem previsão de chuva). A cor rosa indica tempo nublado (frio, com possibilidades de chuva)

Com base em seus conhecimentos em equilíbrio químico, argumente:

²⁷ FONSECA, M.R.M. **Química: físico-química: textos e atividades complementares**. São Paulo: FTD, 2007.

1. Analisando temperatura e umidade, cite duas condições que favorecem a ocorrência, no “galinho do tempo”, da cor azul.
2. Em que sentido a reação acima representada absorve calor? Justifique.
3. Analisando a reação acima representada, a adição de cloreto de sódio aquoso favorece a formação da solução de cor azul ou rosa? Explique.

As atividades desenvolvidas no AVA buscaram uma expansão da sala de aula. O tempo em sala de aula é rígido e fixo. Somos regidos por uma sequência didática que deve ser seguida e em muitas situações, os momentos de interação e troca são comprometidos ou interrompidos pela finalização do tempo de aula. Ao analisar o que o aluno escreve no AVA e seu comportamento em sala durante os questionamentos, aumentamos as possibilidades de comunicação. O aluno percebe que a dificuldade não é só dele e sente-se, em sua maioria, à vontade para expor as dúvidas.

Visamos na pesquisa desenvolvida, analisar a compreensão dos aspectos qualitativos do equilíbrio químico demonstrados no desenvolvimento das atividades no AVA e na participação do aluno em sala de aula, evitando atividades que levassem a formação de concepções alternativas (MACHADO; ARAGÃO, 1996) sobre os conceitos. No entanto, essas concepções foram fundamentais durante o processo investigativo.

O uso das atividades demonstrativas-investigativas tinham como objetivo apresentar, durante as aulas, fenômenos simples e introduzir aspectos teóricos referentes ao observado. Dessa forma, identificar as concepções prévias dos alunos e desenvolver habilidades cognitivas por meio de formulação e teste de hipóteses (SILVA; MACHADO; TUNES; 2010).

A análise das informações anotadas durante o processo vivenciado mostra a contribuição de cada um para o desenvolvimento das ideias e das atividades. Esse processo foi valioso para a reflexão da prática docente.

Importante ressaltar que a participação do aluno nas atividades fornecia informações valiosas, tanto para a elaboração da atividade seguinte quanto para a abordagem do conteúdo em sala de aula. Durante a interação sala de aula - AVA -

atividades demonstrativas-investigativas pôde-se verificar, como destacado em pesquisas (MASKILL; CACHAPUZ,1989; QUÍLEZ-PARDO, 1993), a existência de lacunas conceituais referentes a conceitos anteriores e fundamentais para a compreensão de equilíbrio químico.

A maneira como o processo foi conduzido possibilitou a integração de conceitos anteriormente estudados, originou reflexões e suscitou proposições para o desenvolvimento das atividades. A valorização das concepções prévias, permitiu que os alunos se sentissem parte integrante e ativa do processo ensino-aprendizagem

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caro colega docente, a elaboração desse trabalho teve como objetivo maior contribuir para a melhoria do ensino de conceitos de equilíbrio químico, utilizando como suporte, informações obtidas do desenvolvimento de atividades no AVA.

Para tanto, a elaboração atividades tinham o intuito de contribuir para a superação de lacunas e distorções conceituais referentes ao conteúdo. As ideias e concepções prévias dos alunos eram exploradas durante as atividades do AVA e discussões ocorridas em sala. Existindo conexão entre os dois momentos.

Como apontado na literatura (QUÍLEZ-PARDO; SANJOSÉ-LOPEZ, 1995; MACHADO; ARAGÃO, 1996), foi observado que as ideias iniciais dos alunos davam pouca ênfase em aspectos conceituais e qualitativos. As discussões realizadas em sala, a partir das concepções apontadas nas atividades do AVA, permitiram a reorganização e reformulações das ideias relativas aos conceitos de equilíbrio químico, e visavam possibilitar a incorporação de novos atributos ao conteúdo.

A análise detalhada de aspectos oriundos da estratégia aplicada, leva-nos a acreditar ter contribuído para o processo de aprendizagem, onde o aluno assume uma postura central e ativa. As atividades do AVA (fóruns de discussões) atreladas aos momentos de debate (ouvir o aluno, socializar ideias), buscam promover a *curiosidade epistemológica* e ampliar a compreensão do objeto de estudo.

É preciso enfatizar que somente com o envolvimento contínuo dos docentes e discentes em torno de um objetivo comum, poderão ocorrer mudanças significativas no âmbito escolar que propiciem a apropriação do conhecimento.

Almejamos que as ponderações expostas possam servir de inspiração a outros professores para desenvolverem estratégias pedagógicas que promovam uma aprendizagem emancipatória e libertadora.

Mesmo quando tudo parece desabar, cabe a mim decidir entre rir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou lutar; porque descobri, no caminho incerto da vida, que o mais importante é o decidir.”

Cora Coralina

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRAN,N; CISCATO,C. **Química**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1991. 242 p.

BOLACHA, E.; AMADOR, F. **Organização do conhecimento, construção de hiperdocumentos e ensino das ciências da terra**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID96/v8_n1_a2003.pdf>. Acesso em: 15 fev 2013.

BOGDAN,R. C.;BIKLEN,S.K. **Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora: 1982.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais : terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília : MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ttransversais.pdf>> Acesso em: 15 maio 2013.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, **Orientações curriculares para o ensino médio**; v. 2 Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf> Acesso em: 17 maio 2013.

CANZIAN, R., MAXIMIANO, F. A. Princípio de Le Chatelier: O que tem sido apresentado em livros didáticos? **Química Nova na Escola**. v. 32, n. 02, p. 107-119, 2010.

DE HEER,J. The priciple of Le chatelier and Braun. **Journal of Chemical Education**, v.34, p.375-380, 1957.

FERREIRA,P. F. M. e JUSTI, R. S. Atividades de construção de modelos e ações envolvidas. **V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Bauru, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975. 218p.

_____. **Pedagogia da autonomia**. Saberes Necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997. 146 p.

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

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: 34, 1999b. 270 p.

LÜCK,H. **Ação integrada: administração, supervisão e orientação educacional**. 26 ed. Rio de Janeiro. RJ: Petrópolis: Vozes, 2007. 66 p.

MACHADO, A.H.; ARAGÃO, R.M.R. (1996). Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 18-20, 1996.

MARTÍNEZ, J. H. G. Novas tecnologias e o desafio da educação. In: TEDESCO, J.C. (org). **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?**. São Paulo: Cortez, p. 95-108, 2004.

MASKILL, R.; CACHAPUZ, A. F. C. Learning about the chemistry topic of equilibrium: The use of word association tests to detect developing conceptualization. **International Journal of Science Education**, v. 11, n. 1, p. 57-69. 1989.

MÉNDEZ, M. M. A.; La Ciencia de lo Cotidiano. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 1, 109, 2004.

MORAN, J. M. **A integração das tecnologias na educação**. 2012. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/integracao.htm>> acesso em: 10 fev 2013.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 19^o Edição. Campinas, SP: Papirus, 2012. 173 p.

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants**. Disponível em: <<http://www.marcprensky.com/writing/>> acesso em: 10 setembro 2010.

QUÍLEZ-PARDO, J. El principio de Le Chatelier como regla cualitativa: un obstáculo epistemológico en el aprendizaje del equilibrio químico. **Infancia y Aprendizaje**, v. 78, p. 73-86, 1997a.

_____. Superación de errores conceptuales del equilibrio químico mediante una metodología basada en el empleo exclusivo de la constante de equilibrio. **Educación Química**, v. 8, p. 73-86, 1997 b.

QUÍLEZ-PARDO, J. e SANJOSÉ-LOPEZ, V. Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: Nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 12, p. 123-133, 1995.

RAVILOLO, A.; BAUMGARTNER, E.; LASTRES, L.; TORRES, N. Logros y dificultades de alumnos universitarios en equilibrio químico: uso de un test con proposiciones. **Educación Química**, n.12(1), p.18-26. 2000.

SILVA, M. A *Internet* na escola e inclusão. In: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (Orgs.). **Integração das Tecnologias na Educação. Salto para o futuro**. Brasília: MEC, Seed, 2005. Disponível em <http://tvescola.mec.gov.br/images/stories/publicacoes/salto_para_o_futuro/livro_salto_tecnologias.pdf>. Acesso em: 5 abr 2013.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS, W. L. P. S.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, p. 231-261, 2010.

SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A. Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 51-56, 2008.

TREPTOW, R. S. Le Chatelier's Principle: A reexamination and method of graphic illustration. **Journal of Chemical Education**, v. 57, p. 417-553, 1980.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**. SP, v. 31, n. 03, p. 443-466, set/dez. 2005. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>> Acesso em: 10 set 2013.

WELLER, W. Grupos de discussão: aportes teóricos e metodológicos. In: WELLER, W.; PFAFF, N. (Org.). **Metodologias da Pesquisa Qualitativa em Educação: Teoria e Prática**. Petrópolis: Vozes, 2010, p. 54-65.

ANEXOS

[Textos Complementares]

ANEXO A

A História da Química

O desenvolvimento da cárie dentária, uma das principais doenças da boca, ocorre devido à união de quatro fatores que são o **biofilme dental (placa bacteriana), dieta, saliva e a susceptibilidade do hospedeiro**. O processo envolve a desmineralização do esmalte dental devido a altas concentrações de ácidos produzidos pelas bactérias presentes nos biofilmes em presença de carboidratos.

Os dentes sofrem contínuos processos de desmineralização seguida por remineralização e restabelecimento da integridade do esmalte dentário devido ao controle do biofilme dentário, presença de saliva, entre outros fatores. Esse fenômeno está representado pela equação da reação reversível de dissociação da hidroxiapatita na saliva ilustrada a seguir:



A cárie dentária ocorre quando a fase de acidificação (desmineralização) não consegue ser controlada pela fase de tamponamento (remineralização) (Silva e cols., 2008; Almeida e cols., 2002). Uma simples consequência do deslocamento do equilíbrio representado acima, como propõe o Princípio de Le Chatelier.

A cárie dentária é caracterizada pela presença de áreas de desmineralização (áreas esbranquiçadas e opacas) de esmalte dentário, como mostra a figura a seguir, provocadas pela ação dos ácidos produzidos pelas bactérias presentes no biofilme, que se utilizam dos carboidratos presentes na dieta alimentar do hospedeiro.

A ingestão de carboidratos favorece a proliferação bacteriana no biofilme de uma variedade de organismos produtores de ácido (acidogênicos) e não acidogênicos. A hierarquia da formação da placa com relação aos microorganismos inclui acidogênicos e que toleram o meio ácido. O primeiro organismo a ser implicado na etiologia da cárie foram os lactobacilos (Silva e cols., 2008; Leite e cols., 2006; Silva e cols., 2001).

A capacidade do *Streptococcus mutans* e outras espécies envolvidas na cárie, para produzir quantidades excessivas de ácido láctico na presença de fontes de açúcares fermentáveis, são consideradas uma das principais causas de perda de dentes. Esses ácidos podem diminuir o pH em valores abaixo do pH crítico (5,3~5,5) para desmineralização da superfície do dente, assim induzindo uma mudança no equilíbrio do processo natural desmineralização-remineralização (DES-RE) e ocasionando a perda de minerais. A desmineralização, em última análise, resultado do amolecimento da estrutura do dente, permite, em seguida, mais colonização do sítio doente por outras espécies, incluindo lactobacilos. A produção contínua de ácidos e a tolerância ao meio ácido proporcionam uma grande vantagem competitiva para o *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus* e uma variedade de outros membros da comunidade do biofilme comum na cárie dentária (Silva e cols., 2008, Souto e cols., 2006, Almeida e cols., 2002).

Quimicamente vários fatores podem influenciar na formação e no desenvolvimento do biofilme e conseqüentemente na cárie dental, sendo, dessa forma, muito complexo ter total controle das reações químicas intrabucais e, em função disso, fica difícil o estabelecimento do tratamento. Assim, são de grande importância os estudos químicos, biológicos e moleculares dos fatores associados à etiopatogenia da cárie para seu melhor entendimento. Monitorar a bactéria patogênica dentro da placa dentária tem sido crucial para avaliar o risco à cárie ou o estado da doença (Souto e cols., 2006).

A clorexidina (Cx) é um dos mais eficazes agentes antibacterianos em odontologia, mas devido aos seus domínios catiônicos altamente carregados, ela pode promover a aderência bacteriana em concentrações superiores à sua concentração mínima inibitória. A Cx afeta a viabilidade bacteriana, mas não inibe a formação do biofilme, indicando o seu efeito como agente antibacteriano (Teixeira e Cortés, 2005; Almeida e cols., 2002).

(Texto adaptado de Processos físico-químicos no biofilme dentário relacionados à produção de cárie - QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, vol. 32, n. 3, agosto, 2010)

ANEXO B

A chuva ácida

A chuva, segundo os meteorologistas, é um fenômeno físico atmosférico que consiste na precipitação de gotas de água sobre a superfície da Terra, e é fundamental para a vida. Na atmosfera não contém somente nuvens (conjunto visível de partículas minúsculas de água no estado líquido ou de gelo), mas também são compostas por gases como dióxido de carbono, nitrogênio e oxigênio.

O dióxido de carbono que é produzido pela respiração dos animais e em diversos fenômenos naturais pode dissolver em água formando ácido carbônico. Esse ácido torna a chuva levemente ácida com valores de pH entre 7,0 e 5,6 que são considerados normais. Porém na presença de outros gases pode tornar o pH menor que 5,6 prejudicando a fauna, a flora e o ecossistema. Neste caso dizemos que a chuva é ácida.

O termo chuva ácida foi usado pela primeira vez por Robert Angus Smith, químico e climatologista inglês. Ele usou essa expressão para descrever a precipitação ácida que ocorreu na cidade de Manchester no início da Revolução Industrial. Com o desenvolvimento e o avanço industrial, os problemas inerentes às chuvas ácidas têm se tornado cada vez mais sério.

Diversos gases, em diferentes regiões, gerados por usinas geradoras de energia elétrica movidas a combustíveis derivados de petróleo ou carvão (ou usinas termelétricas), fundições não ferrosas, refinarias de petróleo, fábricas de ácido sulfúrico, automóveis, queimadas, assim qualquer poluente gasoso lançado na atmosfera tem contribuído para a chuva ficar cada vez mais ácida. Varias fábricas possuem chaminés altas para liberação desses poluentes em grande altitude a fim de que os ventos das alturas dispersem ao máximo possível todos os gases poluidores gerados, o que não adianta nada, pois esses gases podem ser transportados por centenas de quilômetros pelas correntes de ar se movimentando para locais distantes de onde foi produzido, agravando ainda mais a situação, podendo cair em locais afastados dos centros urbanos, em áreas naturais que não suportam uma acidez elevada. Os principais gases são dióxidos de enxofre, SO_2 , dióxido de carbono, CO_2 , trióxido de enxofre, SO_3 , e o dióxido de nitrogênio, NO_2 . Esses gases reagem na atmosfera com o oxigênio e a água da chuva, formando ácidos.

A chuva ácida é responsável por inúmeros problemas ambientais, e pode ser verificados:

Lagos e riachos, pela grande mortalidade de peixes onde o pH normal para a vida aquática está entre 6,5 e 9,5. A maior parte da vida aquática desaparece quando o pH da água fica inferior a 5,0, e lagos inferiores a pH 4,0 ficam praticamente mortos;

- Excesso de nitrogênio lançado pela chuva ácida em determinados lagos também pode causar crescimento excessivo de algas, e conseqüentemente perda de oxigênio, provocando um significativo empobrecimento da vida aquática.
- Em florestas onde suas árvores sofrem corrosão tanto nas folhas quanto nos galhos.
- Com a acidez elevada, a fotossíntese torna-se mais lenta, podendo causar morte de plantas.

As conseqüências danosas desses gases não são percebidas somente na natureza. Na cidade os efeitos podem ser percebidos:

- Deterioração de monumentos históricos feito de mármore ou pedra sabão;
- Corrosão de estruturas metálicas;

- Aparecimento de trincas na superfície dos prédios;
- Quebra de artefatos de náilon;

E também danos à saúde como a ingestão de água potável acidificada, por longos períodos, podem causar a doença de Parkinson e de Alzheimer, a hipertensão, problemas renais e principalmente em crianças, danos ao cérebro. Portanto quando a acidez da chuva é alterada, observamos diversos problemas ambientais que geram condições insalubres para as pessoas que estão expostas a tal empecilho.

Fonte:

<http://rived.mec.gov.br/atividades/concurso_2005/chuvaacida/documentacao/Guia%20do%20Professor.pdf>

ANEXO C

Chuva Ácida

Em 1989 cientistas da Holanda noticiaram que um determinado pássaro canoro que habita as florestas daquele país estava produzindo ovos com a casca fina e porosa. Problema similar fora detectado nas décadas de 60 e 70, causado pelo inseticida DDT. Durante as investigações não foi encontrada nenhuma evidência de intoxicação.

Os cientistas resolveram verificar então o suprimento de cálcio disponível para os pássaros na natureza e necessário para a formação de cascas resistentes nos ovos. Aqueles pássaros usavam normalmente como fonte de cálcio, caramujos que constituíam componente importante na dieta. Entretanto, os caramujos haviam praticamente desaparecido das florestas. O solo seco contém normalmente de 5 a 10 gramas de cálcio por quilograma. O cálcio daquela região havia caído para cerca de 0,3 gramas por quilograma de solo, um nível muito baixo para que os caramujos sobrevivessem.

Sem caramujos para comer, os pássaros passaram a se alimentar de sobras de alimentos de galinhas e de outros animais domésticos e sobras de piqueniques, muito comuns na Europa.

A queda no conteúdo de cálcio do solo da Europa e dos Estados Unidos da América foi atribuída à ocorrência de chuva ácida, principalmente da que contém ácido sulfúrico.

A chuva ácida é causada pela presença de gases, principalmente óxidos ácidos de enxofre e nitrogênio, que saem das chaminés industriais e são solúveis em água. Misturados à água presente no ar, hidrolisam formando ácidos que caem sobre a terra juntamente com a chuva.

A chuva não afetada pela atividade humana é pouco ácida, tendo pH em torno de 5,7. Esta acidez baixa é devida à presença de ácido carbônico, H_2CO_3 , formado pela dissolução de CO_2 em H_2O . Estes níveis de acidez não são prejudiciais ao meio ambiente.

Os poluentes mais sérios na chuva ácida são os ácidos fortes.

No Brasil o exemplo mais marcante de poluição ambiental por chuva ácida foi a destruição da Mata Atlântica na região de Cubatão, na baixada santista. Os gases de nitrogênio e enxofre liberados às toneladas pelas chaminés das indústrias locais, destruíram a vegetação. Neste caso, a relação de causa – efeito era óbvia. A região de Cubatão era uma das mais poluídas em todo o mundo.

Após um enorme esforço feito por parte da comunidade científica, das primeiras organizações não governamentais brasileiras preocupadas com o meio ambiente e da imprensa que se empenhou em denunciar e esclarecer os fatos, foi elaborada uma legislação e montado um sistema de fiscalização que passou a controlar as emissões, forçando as indústrias a tomarem cuidados óbvios com as emissões gasosas. [...].

O ácido sulfúrico é um ácido forte especialmente prejudicial ao solo porque causa a retirada dos íons de cálcio. A maioria dos solos possui partículas de argilas que são circundadas por íons inorgânicos, inclusive Ca^{2+} . Entretanto os íons de cálcio das argilas podem ser substituídos pelo cátion de hidrogênio liberados pelo ácido sulfúrico. Neste processo também se forma sulfato de cálcio que é insolúvel em água. Desta forma, o cálcio não mais circula no ambiente, deixando de estar disponível no solo para ser usado pelas plantas. Este cálcio retirado do solo não é substituído. As plantas sofrem com a sua falta e as florestas são afetadas.

A pesquisa sobre o impacto da poluição do ar sobre as florestas é difícil. O sistema é altamente complexo. As florestas cobrem áreas muito grandes e a atuação de cada agente poluidor pode ser muito sutil, de modo que o verdadeiro papel desempenhado por cada agente pode levar muitos anos para ser identificado.

De qualquer modo, o controle das emissões de óxidos ácidos deve ser exercido continuamente de modo a melhorar e manter a qualidade de vida da humanidade, sem perda das nossas heranças naturais.

Fonte: < <http://www.cdcc.usp.br/quimica/ciencia/chuva.html> >

ANEXO D

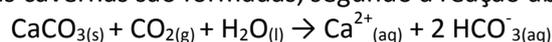
Equilíbrio químico nas cavernas

As cavernas são formadas a partir da reação em equilíbrio químico de dissolução do carbonato de cálcio em água e gás carbônico. Ao gotejar de maneira lenta e contínua, é liberado o gás e a água evapora, formando no teto estalactites. Já as gotas que caem no chão formam as estalagmites.

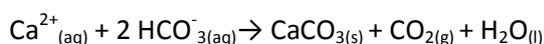
Uma reação reversível ocorre quando é possível transformar novamente os produtos nos reagentes. Esse tipo de reação entra em equilíbrio químico quando a taxa de desenvolvimento da reação direta, ou seja, a reação com consumo de reagentes e formação de produtos ocorre com a mesma velocidade que a da reação inversa – formação de reagentes e consumo de produtos.

Esses tipos de reações em equilíbrio são muito vistas no cotidiano. Um exemplo é o que ocorre nas cavernas, na formação das chamadas estalactites e estalagmites.

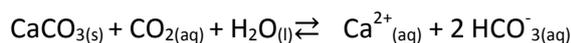
A água subterrânea está submetida a altas pressões, por isso ela contém grandes quantidades de gás carbônico ($\text{CO}_{2(g)}$) dissolvido nela. Ao passar por solos que contêm calcário ($\text{CaCO}_{3(s)}$), ocorre a dissolução deste carbonato e as cavernas são formadas, segundo a reação abaixo:



No entanto, os íons carbonato e cálcio podem reagir, voltando a se precipitar como carbonato de cálcio. Isso é demonstrado pela reação:



Conforme você deve ter percebido, uma reação é exatamente o inverso da outra: os reagentes se transformam nos produtos e os produtos nos reagentes. Assim, nós podemos representar essa reação em equilíbrio da seguinte maneira:



A disposição lenta e contínua de carbonato das gotas mineralizadas do teto das cavernas escorrem, sua água evapora e há liberação de CO_2 . De modo que o equilíbrio químico é deslocado no sentido inverso (de formação dos reagentes), por isso o $\text{CaCO}_{3(s)}$ é formado, ou seja, formam-se as estalactites no teto das cavernas. Ao cair, a gota ainda possui dissolvido o carbonato, que é depositado no solo da caverna, formando as estalagmites.

Fonte: <<http://www.brasilecola.com/quimica/equilibrio-quimico-nas-cavernas.htm>>