



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS

EDIMARCIO FRANCISCO DA ROCHA

***EQUIMÍDI@*: UMA HIPERMÍDIA COMO ESTRATÉGIA
PEDAGÓGICA NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO**

EDIMARCIO FRANCISCO DA ROCHA

***EQUIMÍDI@*: UMA HIPERMÍDIA COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA
NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais - PPGEEN do Instituto de Física/Instituto de Biociências e Departamento de Química da Universidade Federal de Mato Grosso como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais na Área de concentração Ensino de Química.

Orientadora
Profa. Dra. Irene Cristina de Mello

Cuiabá-MT
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

R672e Rocha, Edimarcio Francisco da.
EQUIMIDI@: UMA HIPERMÍDIA COMO ESTRATÉGIA
PEDAGÓGICA NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO / Edimarcio
Francisco da Rocha. -- 2012
131 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Irene Cristina de Mello.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso,
Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Ciências Naturais, Cuiabá, 2012.
Inclui bibliografia.

1. Ensino de química. 2. Equilíbrio químico. 3. Hipermídia. 4.
Ensino de ciências. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
Av Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Coxipó - CEP: 78060-900 - Cuiabá, MT - Brasil.
Fone-fax: 55 65 3615 8737

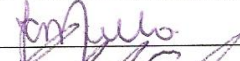


FOLHA DE APROVAÇÃO

**EQUIMÍDI@: UMA HIPERMÍDIA COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA NO
ENSINO DE EQUÍLBRIO QUÍMICO**

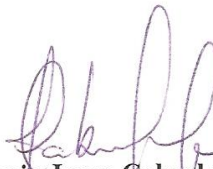
Edimarcio Francisco da Rocha

A Banca examinadora abaixo-assinada, Aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em **MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS** pela Universidade Federal de Mato Grosso. Área de concentração Ensino de Química.

Composição da Banca Examinadora:

1.  Doutor(a) Irene Cristina de Mello (Presidente Banca / Orientador)
2.  Doutor(a) Doutor(a) Sérgio Roberto de Paulo (Examinador Interno)
3.  Doutor(a) Marcelo Brito Carneiro Leão (Examinador Externo)

Cuiabá, 01 de agosto de 2012.



Profa. Dra. Iramaia Jorge Cabral de Paulo
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Ciências Naturais /IF/UFMT

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da UFMT aos quais sou muito grato e aos amigos que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores do PPGE-CN que oportunizaram a existência do curso, permitindo que muitos outros que estão em atividade docente pudessem se tornar mestres.

Aos professores da antiga Escola Técnica Federal de Mato Grosso, que deram início a minha caminhada acadêmica e aos professores da UFMT que se fizeram presentes na minha graduação.

Aos professores e amigos Claudemir, Evangelista, Iolanda, Tânia e Ilza, que sempre me incentivaram a estudar.

A minha orientadora professora Dra. Irene Cristina de Mello que acreditou no meu trabalho e me proporcionou uma nova visão sobre o ensino de química.

Aos professores da banca Dr. Sérgio Roberto de Paulo e Dr. Marcelo Brito Carneiro Leão que aceitaram participar desta etapa acadêmica e contribuíram com a dissertação.

Aos membros do LabPEQ e integrantes do PIBID Química que contribuíram com a avaliação da *Equimídi@*.

A minha amiga Mônica que ajudou em muitas etapas da pesquisa, principalmente no trabalho que a originou.

A minha namorada Josiane pelo apoio e incentivo.

E por fim, a minha mãe, que em sua simplicidade sempre dizia: *“Estuda filho para ser alguém na vida”*.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

ROCHA, Edimarcio Francisco da. *EQUIMÍDI@*: uma hipermídia como estratégia pedagógica no ensino de equilíbrio químico. Cuiabá, 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais), Instituto de Física, Instituto de Biociências, Departamento de Química, Universidade Federal de Mato Grosso, Agosto de 2012.

Este trabalho apresenta uma pesquisa sobre o ensino de Equilíbrio Químico no ensino médio onde se detectou que os processos de ensino-aprendizagem dos conteúdos relacionados a este conhecimento químico, possuem problemas de ordem cognitiva que envolve os professores, os alunos e os materiais didáticos, neste caso, os livros didáticos de química. A partir do estudo desses problemas, foi proposto um material didático digital como estratégia pedagógica para o ensino de Equilíbrio Químico. A pesquisa foi realizada tendo como pressuposto a metodologia qualitativa, onde estão presentes a abordagem exploratória, a pesquisa documental e o estudo de caso, se fazendo de instrumentos de coleta de dados dois questionários, documentos, entre eles, livros didáticos e artigos relacionados ao ensino de Equilíbrio Químico e a aplicação de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na educação, além de uma reunião com os sujeitos da pesquisa que avaliaram o material didático. Os problemas encontrados na pesquisa sobre os conteúdos que cercam o Equilíbrio Químico são relatados em pesquisas científicas desde o início do século passado. Estes problemas estão associados principalmente às dificuldades de abstração dos conceitos que os alunos possuem. Este fato prejudica a construção conceitual e possivelmente está associada às metodologias que são utilizadas pelos autores de livros didáticos e pelo professor da disciplina. Com o objetivo de contribuir na resolução dos problemas de aprendizagem que cercam o ensino de Equilíbrio Químico, foi proposta uma estratégia de ensino que utiliza as TIC tendo como base, pesquisas que apontam que estes recursos colaboram para o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos. Sendo assim, desenvolveu-se um material no formato de hipermídia. A escolha deste formato se deve as inúmeras possibilidades de apresentação de conteúdos que este recurso permite, proporcionando um ambiente mais dinâmico para a aprendizagem, além de propiciar a interatividade do usuário com o material, tornando o indivíduo mais participativo em sua aprendizagem, o que pode resultar na elaboração e entendimento dos conceitos de maneira mais significativa. O material desenvolvido, o qual foi denominado de *Equimídi@*, é constituído por vários tipos de mídias como, vídeos, simuladores e textos e que estão organizados por meio de *software*. Seu desenvolvimento considerou aspectos técnicos relacionados à interface computacional, como por exemplo, interatividade e visualização das informações e também aspectos pedagógicos, tais como, a construção dos conceitos e a contextualização dos conteúdos. Para verificar a viabilidade do material didático proposto, a *Equimídi@* passou por uma avaliação que foi realizada por membros que integram o grupo do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Química da UFMT, campus Cuiabá. Os resultados mostraram que a *Equimídi@* possui potencial educacional relevante, podendo resultar no desenvolvimento cognitivo do usuário de maneira a contribuir significativamente na aprendizagem dos conceitos de Equilíbrio Químico.

Palavras-Chave: Ensino de Química, Hipermídia, Equilíbrio Químico.

ABSTRACT

ROCHA, Edimarcio Francisco da. *EQUIMÍDI@*: hypermedia as an educational strategy in teaching chemical equilibrium. Cuiabá, 2012. Dissertation (Master's degree in natural science teaching), Institute of Physics, Institute of Biociencias, Departament of Chemistry, Universidade Federal de Mato Grosso, August 2012.

This work presents a research about the teaching of Chemical Equilibrium in High School in which was detected that the teaching-learning process of the contents related to this chemical knowledge has cognitive problems that involve the teachers, the students and the educational material, in this case, the chemistry educational books. Based on these problems, a digital educational material was proposed as a pedagogical strategy for the Chemical Equilibrium teaching. The research was carried out having the quantitative methodology as a presupposition, in which the exploratory approach, the documental search and the case study were present, making as data collection instrument two questionnaires, documents, among them, educational books and articles related to the Chemical Equilibrium teaching and the application of Communication and Information Technologies in education, in addition to a meeting with research subjects who evaluated the educational material. The problems found in the research about the Chemical Equilibrium contents are stated in scientific researches since the last century beginning. These issues are associated mainly to difficulties in abstracting the concepts that the students have. This fact damages the conceptual construction and many times are associated to methodologies which are used by educational material authors and by the teacher who teach this discipline. With the purpose of contributing to the resolution of these learning problems which surround the Chemical Equilibrium teaching, it was proposed one teaching strategy that uses the Communication and Information Technologies based on researches which points that these recourses collaborate with the cognitive development of the individual. So, a material in hypermedia format was developed. This format choice is due to the innumerous possibilities of presenting the contents that this resource permits, providing a faster and more dynamic environment for learning, beyond providing an interactivity between the user and the material, making the individual more participative on his/her learning, what can result in elaboration and understanding of the contents in a more significant way. The material developed, which was denominated as *Equimídi@*, is constituted by several kinds of media as videos, simulators and texts and is organized by software. Its development has considered technical aspects related to computational interface, for example, interactivity and visualization of information and also pedagogical aspects, as the concepts construction and the content contextualization. To verify the viability of the educational material proposed, the *Equimídi@* had passed by an evaluation that was carried out by member who integrate the group of “*Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)*” of the Degree Chemistry Course in UFMT, Cuiabá campus. The results show that the *Equimídi@* has relevant educational potential and can result in cognitive development of the user contributing significantly to the Chemical Equilibrium concepts learning.

Key-words: Chemistry Teaching, Hypermedia, Chemical Equilibrium.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Conteúdos de química e frequências de resposta dada pelos professores.	9
Figura 2: Esquema conceitual 1, conceitos relacionados ao EQ, exemplos de aplicação e interdisciplinaridade	24
Figura 3: Esquema conceitual 2, relações de ensino e aprendizagem entre os interlocutores, o EQ e o livro didático	30
Figura 4: Analogia artistas circenses.....	52
Figura 5: Analogia da esteira ergométrica.....	53
Figura 6: Analogia trecho de estrada	54
Figura 7: Analogia boneco João-teimoso	54
Figura 8: Analogia vasos comunicantes	55
Figura 9: A estrutura da hipermídia	71
Figura 10: Arquivo convertido para o formato Flash utilizando o iSpring	77
Figura 11: Tela de abertura da <i>Equimídi@</i>	78
Figura 12: Página inicial da <i>Equimídi@</i>	79
Figura 13: Tela 5 da <i>Equimídi@</i>	80
Figura 14: Página da internet que demonstra o processo respiratório.....	81
Figura 15: Página da internet que simula situações de Equilíbrio Químico	81
Figura 16: Tela do <i>Windows Live Movie Maker</i>	83
Figura 17: Vídeo de obtenção do equilíbrio químico entre os gases NO_2 e N_2O_4	84
Figura 18: Os modelos para as moléculas possuem movimento e demonstram o caráter dinâmico da reação	85
Figura 19: Simulador utilizado para estudar o efeito da temperatura sobre uma reação em equilíbrio químico	86
Figura 20: Tela 1 da <i>Equimídi@</i> , vídeo e simulador funcionando simultaneamente.	88
Figura 21: Distribuição porcentual de cada resposta considerando todos os itens técnicos.....	96
Figura 22: Distribuição porcentual de cada resposta considerando todos os itens pedagógicos.....	102
Figura 23: Percentual de cada qualidade atribuída aos itens pedagógicos pelos licenciandos	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Livros didáticos de química indicados pelo catálogo do PNLEM 2008.....	34
Tabela 2: Estruturação do assunto EQ nos livros didáticos.....	37
Tabela 3: Analogias relacionadas ao EQ e conceitos relacionados em cada livro....	51
Tabela 4: Caracterização dos sujeitos da pesquisa	94
Tabela 5: Frequência dos resultados obtidos nas avaliações dos aspectos técnicos.....	95
Tabela 6: Frequência dos resultados obtidos nas avaliações dos aspectos pedagógicos.....	99
Tabela 7: Relação entre momento apropriado para o uso da <i>Equimídi@</i> e as opiniões por sujeito	104

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 – A ORIGEM DA PESQUISA	
1 A trajetória do pesquisador e a pesquisa.....	6
1.1 Metodologia	8
1.1.1 O problema investigado	8
1.1.2 Enquadramento metodológico.....	10
1.1.2.1 A pesquisa qualitativa.....	10
1.1.2.2 O estudo de caso.....	14
1.1.2.3 A pesquisa documental.....	15
1.2 Instrumentos de coleta de dados	17
1.3 Análise de dados	18
1.4 Os sujeitos da pesquisa.....	20
1.5 Uma estratégia de ensino: A <i>Equimídi@</i>	20
CAPÍTULO 2 – UMA REFLEXÃO SOBRE O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO (EQ) NO ENSINO MÉDIO	
2 O ensino de EQ.....	23
2.1 Relações entre alunos e aprendizagem de conceitos.....	25
2.2 Relações entre professores e ensino de conceitos.....	27
2.3 O Equilíbrio Químico nos livros didáticos de Química.....	31
2.3.1 Estruturação do Assunto.....	36
2.3.2 Abordagem conceitual relacionada ao Equilíbrio Químico	38
2.3.3 O Uso de experimentos	44
2.3.4 A utilização de analogias	48
CAPÍTULO 3 – A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE QUÍMICA	
3 As tecnologias da informação e comunicação: uma visão geral no ensino.....	61
3.1 A hipermídia no ensino	69

CAPÍTULO 4 – EQUIMÍDI@, UMA HIPERMÍDIA PARA O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO

4 A <i>Equimídi@</i> em síntese	75
4.1 Os elementos midiáticos que constituem a <i>Equimídi@</i>	82
4.1.1 Textos.....	82
4.1.2 Hipertextos	82
4.1.3 Vídeos	82
4.1.4 Animações.....	84
4.1.5 Simulações.....	85
4.1.6 Som.....	86
4.1.7 Internet	87
4.2 Concluindo a <i>Equimídi@</i>	87

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

5 Fundamentos teóricos para avaliar a <i>Equimídi@</i>	90
5.1 Descrição da ficha de avaliação da <i>Equimídi@</i>	92
5.2 Análise de dados, resultados e discussões	93
5.2.1 Bloco 1: Caracterização dos avaliadores	94
5.2.2 Bloco 2: Aspectos técnicos	94
5.2.3 Bloco 3: Aspectos Pedagógicos.....	99
5.2.4 Bloco 4: Utilização da hipermissão em sala de aula	103

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES

REFERÊNCIAS

APÊNDICE A - Questionário aplicado aos professores do ensino médio

APÊNDICE B - Ficha de avaliação da *Equimídi@*

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertence”.
(Albert Einstein)

INTRODUÇÃO

Os problemas relacionados ao processo de ensino-aprendizagem em Química são descritos no contexto da pesquisa científica (FURIÓ e FURIÓ, 2000) desde o início do século passado.

Esses problemas estão associados, comumente pela principal dificuldade intrínseca ao ensino de Química, a abstração dos conceitos. Recorre-se então, a imagens, desenhos, modelos, analogias, jogos, entre outras estratégias, para representar as espécies químicas na tentativa de facilitar a compreensão dos conteúdos e elaboração dos conceitos.

A abstração de conceitos passa pela formação da imagem mental do objeto de estudo, e, à medida que elaboramos modelos mentais, estamos exercendo uma atividade cognitiva a qual possibilita a compreensão dos fenômenos (HEIDRICH, 2009; LÉVY, 1993; MELEIRO e GIORDAN, 1999).

Na evolução da humanidade, os indivíduos sempre buscaram meios para descrever e registrar essas imagens mentais na tentativa de explicar o fenômeno ou de passar uma mensagem, o que atualmente ocorre de forma rápida e dinâmica devido à informatização. Heidrich (2009) considera que as imagens são importantíssimas no processo de ensino-aprendizagem e os *softwares*¹ educacionais especificamente as hipermídias², proporcionam rapidez e facilidade na compreensão de fenômenos por meio de imagens estáticas ou não.

Com os avanços tecnológicos, sobretudo na área de informática, as tecnologias digitais passam a fazer parte do cotidiano das escolas e do dia a dia das pessoas. Por consequência, o uso da informática na educação foi ampliando-se em decorrência da busca por soluções para melhorar os processos de ensino-aprendizagem (BRITO, 2001). Isso porque uma vez que essas tecnologias possibilitam criar e demonstrar imagens e modelos para a explicação dos fenômenos, sendo que atualmente, muitos pesquisadores se dedicam a pesquisas

¹ *Software* é uma palavra que não possui tradução direta para a língua portuguesa e se refere ao suporte lógico, virtual da máquina. *Softwares* são programas geralmente de computador construídos por meio de linguagens próprias e que por meio de sequências de instruções e de um processador (*hardware* – suporte físico da máquina, por exemplo, o processador ou um disco rígido) basicamente, executa os comandos para o qual ele foi construído. Quando este *software* é utilizado para fins pedagógicos, o denominamos de *software* educacional.

² É a união de diversas mídias, tais como, vídeo, textos, animações organizados em um sistema computacional.

no sentido de entender e explicar como ocorrem os processos de ensino-aprendizagem por meio dessas tecnologias digitais, em específico, no ensino de Química (GIORDAN, 2008; MELLO, 2009).

Mediante os contextos apresentados, surgiu a necessidade de investigar como os conteúdos de Equilíbrio Químico são abordados no ensino médio considerando seus atores (professores e alunos), os livros didáticos de química e as pesquisas científicas apresentadas em livros, artigos científicos, dissertações e teses com o objetivo de compreender como o processo de ensino-aprendizagem desse conhecimento ocorre nesse nível de ensino.

Pesquisas indicaram que os conteúdos de Equilíbrio Químico são considerados um dos mais difíceis de serem trabalhados devido ao seu alto nível de abstração e à exigência de o indivíduo ter de conhecer outros conceitos de química para sua compreensão (MACHADO, 1992; MACHADO e ARAGÃO, 1996; RAVIOLO e GARRITZ, 2008; SABADINI e BIANCHI, 2007; SOUZA e CARDOSO, 2008; UEHARA, 2005).

Para Hildebrand (apud RAVIOLO e GARRITZ, 2008, p.13):

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.

A citação de Hildebrand foi feita em 1946, indicando que os problemas relacionados aos conceitos de Equilíbrio Químico é algo recorrente a própria história deste conhecimento químico e não se restringe ao ensino médio. Por mais que se pesquise este tema em busca de soluções para tentar resolver seus problemas, a complexidade deste assunto continua trazendo novas discussões no contexto de ensino-aprendizagem.

Desta forma, motivados pelo uso de tecnologias digitais e pelas possibilidades que estas podem proporcionar para melhorar a compreensão dos conceitos de Equilíbrio Químico, propomos um material didático no formato de hipermídia – a *Equimídi@* – como estratégia no ensino dos conteúdos deste conhecimento com o objetivo de tentar amenizar os problemas apontados nas pesquisas.

Esse tipo de recurso computacional possibilita ao usuário interagir com os conteúdos por meio de mídias³ variadas, tais como, vídeos, textos, imagens animadas e sons associados em um ambiente virtual, propiciando a construção do conhecimento a partir da visualização do fenômeno em nível microscópico (a partir de modelos) e macroscópico (a partir de experimentos), contribuindo assim, para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo.

Logo, foi necessário também, entender o que é uma hipermídia, como desenvolvê-la e como este recurso poderia ajudar no processo de ensino-aprendizagem de Equilíbrio Químico. Portanto, após a sua construção, a *Equimídi@* passou por um processo de avaliação técnica e pedagógica para verificar a sua viabilidade para o ensino dos conceitos de Equilíbrio Químico.

Sendo assim, na tentativa de apresentar o estudo realizado, este trabalho foi estruturado em cinco capítulos, a saber:

O **Capítulo 1** descreve a trajetória do pesquisador como químico e docente e os motivos que o encaminharam a desenvolver este trabalho. O enquadramento metodológico é apresentado junto com os instrumentos de coleta de dados, a descrição da análise de dados, os sujeitos da pesquisa e a explicitação sobre o produto educacional proposto.

No **Capítulo 2** discutimos e refletimos sobre o ensino de Equilíbrio Químico no ensino médio, descrevendo, a partir da pesquisa documental, as relações existentes entre alunos e a aprendizagem, professores e o ensino. Como o material didático está presente nestas relações, e o livro didático é a principal ferramenta disponível para professores e alunos, este Capítulo também apresenta uma avaliação dos livros didáticos de química os quais eram recomendados pelo catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio 2008 e que estavam em vigor durante o levantamento bibliográfico.

Uma vez que foi proposta uma hipermídia como material didático, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são o tema de discussão do **Capítulo 3**. Neste Capítulo, é apresentada uma visão geral sobre o uso desses recursos no ensino, além de uma descrição e reflexão sobre a hipermídia e suas possibilidades como uma ferramenta educacional disponível a professores e alunos.

No **Capítulo 4**, descreve-se a hipermídia a qual nomeamos de *Equimídi@*, e

³ Neste trabalho, mídia se refere à forma ou o meio de apresentar a informação.

que foi desenvolvida a partir da pesquisa realizada sobre Equilíbrio Químico e TIC, disponibilizando informações sobre a elaboração no que se refere aos aspectos técnicos e pedagógicos.

Uma vez desenvolvida a *Equimídi@*, foi necessário avaliar sua viabilidade no ensino dos conteúdos propostos. Os resultados obtidos na avaliação realizada pelos interlocutores deste estudo são apresentados no **Capítulo 5**.

CAPÍTULO 1
A ORIGEM DA PESQUISA

*“Cada um de nós compõe a sua história e cada ser em si,
possui o dom de ser capaz”.*
(Almir Sater e Renato Teixeira)

O objetivo deste capítulo é situar a pesquisa desenvolvida em minha trajetória profissional, indicando os caminhos que me levaram a desenvolvê-la e, ainda, descrever a opção metodológica e apresentar os instrumentos de coleta de dados. Assim, descrevo os caminhos traçados na condição de químico e profissional da educação e a relação destes caminhos com a pesquisa que será apresentada e discutida neste trabalho⁴.

1 A trajetória do pesquisador e a pesquisa

A pesquisa em si surgiu da minha necessidade em continuar a formação docente, cuja carreira teve início em maio de 2003, após a diplomação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso. Na mesma época comecei a lecionar na Universidade de Cuiabá (UNIC), instituição na qual já trabalhava como técnico em Química⁵. Na ocasião, tornei-me professor da disciplina de Química Analítica do curso de Farmácia, trabalhando justamente o assunto Equilíbrio Químico. Nesta instituição, permaneci por quatorze anos e meio, sendo oito anos e meio como professor.

Naquela época, eu percebia as dificuldades que os alunos tinham em entender os conceitos relacionados ao assunto, sobretudo, no que se diz respeito às fórmulas das substâncias, às reações químicas e ao significado aplicado⁶ de uma reação química em equilíbrio. Somava-se a isso tudo, ainda, as minhas próprias dificuldades em entender os mecanismos que faziam determinadas reações formarem um equilíbrio químico e outras não, como por exemplo, eu não estabelecia uma relação entre a cinética da reação ou a espontaneidade de uma reação em um sistema reacional em Equilíbrio Químico.

⁴ A edição deste trabalho seguem as normas da ABNT atualizada que estão disponíveis em: FURASTÉ, Pedro A. **Normas Técnicas para o Trabalho Científico**. 15. Ed. Porto Alegre: Dáctilo-Plus, 2011.

⁵ Cursei o ensino médio integrado ao técnico na Escola Técnica Federal de Mato Grosso (ETFMT), hoje Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) onde em 1998 fui diplomado Técnico em Química.

⁶ No curso de Farmácia, o equilíbrio químico é essencial para os alunos entenderem como ocorrem algumas reações bioquímicas de grande importância biológica, o comportamento de matérias prima quando manipuladas, a absorção de fármacos pelo organismo e como os fatores externos poderiam influenciar na reação.

No período em que exerci a função de professor na UNIC, duas situações despertaram a atenção para o uso de recursos computacionais no ensino. Na primeira situação, a instituição implantava o Ambiente Propício para a Aprendizagem (APA) onde eram desenvolvidos com o auxílio dos professores, vários materiais didáticos para serem trabalhados em um sistema computacional que possibilitasse ao aluno, revisar e/ou estudar um assunto de forma rápida, direta e interativa. Ao tomar conhecimento deste tipo de material, vislumbrei uma saída para solucionar vários problemas no ensino de química e comecei a pesquisar na internet o que existia para que eu pudesse empregar em minhas aulas.

A segunda situação foi à participação no projeto FÁRMACO Virtual desenvolvido no curso de Farmácia da UNIC. Neste projeto, auxiliei um professor⁷ nas orientações junto aos alunos em relação à utilização de *softwares*⁸ de modelagem molecular.

A ideia era construir virtualmente com o auxílio de *softwares* específicos de modelagem molecular, novas moléculas de fármacos a partir de moléculas já conhecidas. Para o trabalho, os alunos escolhiam um fármaco, estudavam suas propriedades farmacológicas, farmacocinéticas e efeitos colaterais em referências especializadas e em seguida determinavam com o *software* as propriedades físicas e químicas pertinentes à substância, como a distância entre os grupos farmacofóricos⁹, a polaridade e o grau de ionização das moléculas.

Com essas informações e orientações dos professores, eles construíam moléculas análogas ou propunham alterações estruturais (virtualmente) nas moléculas conhecidas com a intenção de criar possíveis fármacos com potencial de aumentar a interação com os receptores, melhorando sua eficácia e amenizar os efeitos colaterais dos fármacos de origem.

Ainda na UNIC, entre os anos de 2003 e 2005, especializei-me em Didática do Ensino Superior. Esta especialização contribuiu para entender como o ensino superior é estruturado de acordo com a lei, além de proporcionar discussões pertinentes à filosofia da ciência e relações pessoais.

⁷ João Batista - Profissional Farmacêutico que na época era professor da disciplina de Química Farmacêutica e responsável pelo projeto.

⁸ Chems sketch, Marvin sketch.

⁹ São os grupos (radicais como carbonila, hidroxila, etc) responsáveis pela interação com o receptor (enzimas, por exemplo) no organismo.

Em 2010 ingressei no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), o qual tem em seus objetivos investigar e propor possíveis soluções a problemas relacionados com o Ensino de Ciências. Inicialmente, a perspectiva era de desenvolver materiais didáticos sobre assuntos pertinentes à química, utilizando ambientes computacionais semelhantes à APA. Surgiram aí as primeiras dúvidas: o que pesquisar e o que desenvolver.

1.1 Metodologia

1.1.1 O problema investigado

Tendo como princípio de que a pesquisa a ser realizada deveria propor possíveis soluções para problemas relacionados ao ensino de química e que particularmente eram observados problemas no ensino de alguns conteúdos de química, decidi em acordo com a professora orientadora deste trabalho, realizar um levantamento¹⁰, de caráter exploratório, com professores¹¹ do ensino médio da rede pública estadual de ensino com o objetivo de verificar se os problemas encontrados em minha experiência profissional também eram percebidos por outros professores de Química e não correr o risco de desenvolver uma pesquisa somente sob meu ponto de vista. Basicamente, foram investigados quais eram os assuntos em que os alunos tinham mais dificuldades de aprendizagem em Química na perspectiva dos professores e quais seriam os possíveis motivos que levam os alunos a terem estas dificuldades, que por consequência, tornavam também, o ensino difícil.

Os resultados obtidos junto aos professores em relação aos conteúdos de química estão representados na figura 1.

Para estes sujeitos, o processo de ensino-aprendizagem de Química é afetado basicamente por quatro fatores, a saber:

¹⁰ Este levantamento resultou no trabalho com o título: **As dificuldades de aprendizagem dos conhecimentos químicos pelos estudantes do ensino médio: a perspectiva dos professores.** Trabalho apresentado no XV Encontro Nacional de Ensino de Química realizado em Brasília-DF, 2010.

¹¹ Esta etapa do trabalho serviu como ponto de partida para a pesquisa central (o ensino de Equilíbrio Químico). Não houve a preocupação em caracterizar detalhadamente o perfil dos professores e tomamos como critério apenas se os mesmos ministravam as disciplinas de Química, portanto, não os consideramos como sujeitos da pesquisa. Mais informações nas páginas 17 e 19 e no Apêndice A.

- a falta de conhecimento matemático pelos alunos, suficiente para entender como realizar um cálculo;
- dificuldades de entender a natureza abstrata desta ciência;
- a falta de interesse em estudar;
- o número de aulas de química durante a semana, que em muitas escolas, se restringe à uma hora aula semanal.

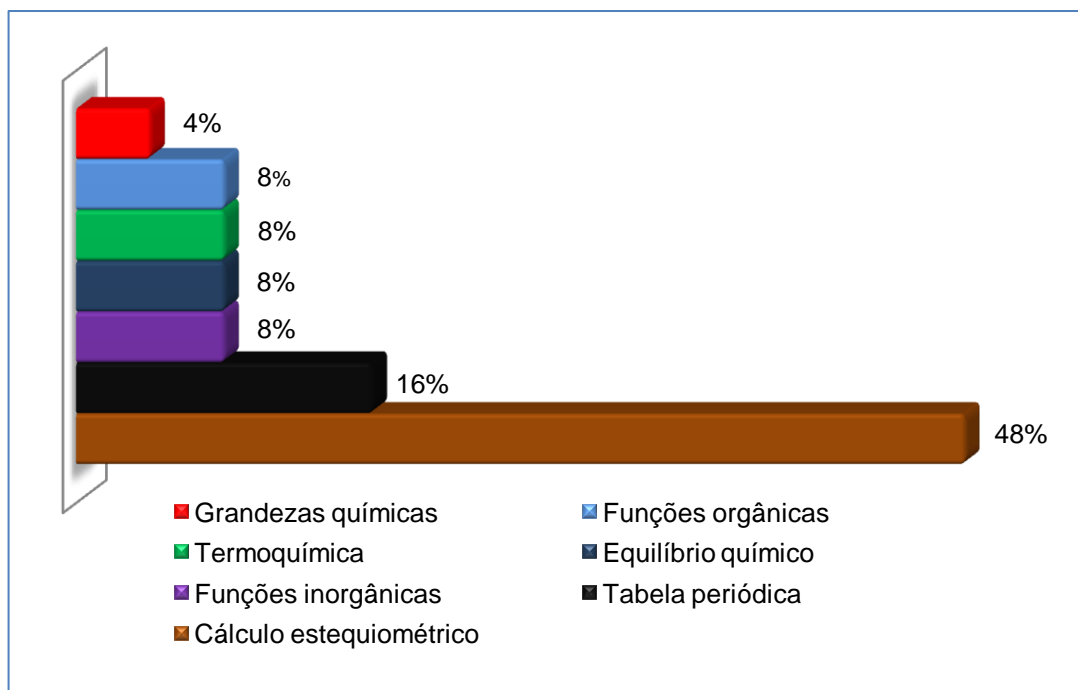


Figura 1: Conteúdos de química e frequências de resposta dada pelos professores.

Não constatamos, entre os professores investigados, relatos que apontassem que alguma dificuldade de aprendizagem dos estudantes estivesse relacionada a problemas de ensino e/ou articuladas à formação docente.

A partir deste resultado e baseado em minha experiência em trabalhar esse conhecimento químico no ensino superior, optei juntamente com a orientadora, por investigar os processos de ensino-aprendizagem relacionados ao Equilíbrio Químico.

Uma vez caracterizada e definida a temática (Equilíbrio Químico) a ser pesquisada e em consonância com o descrito no item 1.1 deste capítulo, resolvemos desenvolver um material didático que empregasse as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), em específico, recursos computacionais.

A intenção original era propiciar um ambiente em que professor e aluno tivessem condições de pelo menos acompanhar em vídeo, experimentos envolvendo Equilíbrio Químico junto com a explicação do fenômeno em nível microscópico. Nesta percepção, este material agregaria mídias de formatos diferentes, logo, escolhemos fazê-lo no formato hipermídia.

Posteriormente à elaboração da hipermídia, os sujeitos da pesquisa foram selecionados, para que pudessem analisar o produto educacional. A opção foi pelos participantes do subprojeto Química, do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), da UFMT, campus Cuiabá. Essa opção diz respeito ao fato de este Programa ser desenvolvido em escolas públicas e contar com integrantes em diferentes fases da docência em química.

Diante disso, o trabalho configurou-se com a seguinte problemática:

- Quais as contribuições ao ensino de Química de uma hipermídia sobre Equilíbrio Químico, na perspectiva dos participantes do PIBID Química da UFMT?

Para responder a esta questão de pesquisa foi necessário responder a outras questões, tais como:

- Como deveria ser elaborada uma hipermídia sobre Equilíbrio Químico?**
- Quais aspectos didático-pedagógicos deveriam ser considerados?**
- Quais recursos técnicos seriam utilizados?**

Para tanto, deu-se início a uma revisão bibliográfica em livros, sítios relacionados ao ensino de ciências, dissertações, teses, revistas e periódicos, sobre os problemas e soluções (possíveis propostas) voltados ao ensino do tema Equilíbrio Químico e ainda, o uso de tecnologias digitais no ensino e como desenvolver uma hipermídia com aplicações no ensino de química.

1.1.2 Enquadramento metodológico

1.1.2.1 A pesquisa qualitativa

A pesquisa teve início a partir de uma abordagem qualitativa, do tipo exploratória, a qual, segundo Piovesan e Temporini (1995, p. 321), é:

[...] parte integrante da pesquisa principal, como o estudo preliminar realizado com a finalidade de melhor adequar o instrumento de medida à realidade que se pretende conhecer [...] a pesquisa exploratória, ou estudo exploratório, tem por objetivo conhecer a variável de estudo tal como se apresenta, seu significado e o contexto onde ela se insere. Pressupõe-se que o comportamento humano é melhor compreendido no contexto social onde ocorre. Nessa concepção, esse estudo tem um sentido geral diverso do aplicado à maioria dos estudos: é realizado durante a fase de planejamento da pesquisa, como se uma subpesquisa fosse e se destina a obter informações do Universo de Respostas de modo a refletir verdadeiramente as características da realidade.

Nesta etapa, foi possível identificar novas percepções sobre o ensino de química, o que contribuiu para melhorar as minhas percepções que segundo Piovesan e Temporini (1995), o fato de o pesquisador assumir percepções próximas das que os indivíduos pesquisados possuem, pode fazer com que aquele modifique suas próprias percepções sobre o fenômeno investigado, sem que estas influenciem nos resultados da pesquisa, levando a falsas concepções.

A pesquisa leva em consideração as condições do ambiente em que ocorre o ensino de Equilíbrio Químico e como veremos no Capítulo 2, este ambiente é a escola a qual por muitas vezes, não possui, por exemplo, um laboratório de química para o desenvolvimento de aulas práticas, o que permitiria (desde que bem planejado pelo professor) aos alunos visualizarem uma reação química em estado de Equilíbrio, podendo facilitar a compreensão dos conceitos.

Neste contexto de ambiente escolar, há de se observar como o assunto Equilíbrio Químico é abordado nos livros didáticos e qual o papel do professor no ensino dessa temática, uma vez que estes fatores estão entrelaçados.

Assim, a pesquisa aqui apresentada buscou entender o fenômeno sob o ponto de vista de como os processos de ensino-aprendizagem de Equilíbrio Químico ocorrem por meio do material didático disponível (livros didáticos de química) e do material humano (professores e alunos) considerando as pesquisas já realizadas sobre este conhecimento químico e a partir disto, propor um material didático alternativo para os professores utilizarem em suas aulas de Equilíbrio Químico.

Portanto, a pesquisa não leva em consideração dados estatísticos e sim o estudo dos fenômenos que tornam o ensino de Equilíbrio Químico problemático para os professores e alunos em seu contexto natural.

A pesquisa realizada tem viés de investigação qualitativa, pois se enquadra na proposta de Bogdan e Biklen (1994, p.16), que definem investigação qualitativa como:

[...] um termo genérico que agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características. 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 operacionalização de variáveis, sendo, outrossim, formuladas com o objetivo de investigar os fenómenos (sic) em toda a sua complexidade e em contexto natural.

Ou ainda, conforme André (apud BOTH, 2007, p. 65), este tipo de investigação,

[...] foi chamada de “naturalista por alguns ou de “qualitativa” por outros porque não envolve manipulação de variáveis, nem tratamento experimental; é o estudo do fenómeno em seu acontecer natural. Qualitativa porque se contrapõe ao esquema quantitativo de pesquisa, defendendo uma visão holística dos fenómenos, isto é, que leve em conta todos os componentes de uma situação com suas interações e influências recíprocas.

Bogdan e Biklen (1994, p. 16) ainda destacam que “a investigação qualitativa em educação assume muitas formas e é conduzida em múltiplos contextos”.

Para Chizzotti (2003, p. 221), a pesquisa qualitativa adota “multimétodos de investigação para o estudo de um fenómeno situado no local em que ocorre, e enfim, procurando tanto encontrar o sentido desse fenómeno quanto interpretar os significados que as pessoas dão a eles”.

Fica evidente que uma pesquisa qualitativa não precisa seguir um método rígido. Ela pode se desenvolver por meio de diversos métodos “como entrevistas, observação participante, história de vida, testemunho, análise do discurso, estudo de caso” (CHIZZOTTI, 2003, p. 222). Ainda segundo este autor, as pesquisas qualitativas ganham originalidade em seus textos ampliando o universo de possibilidades, permitindo que o resultado da pesquisa seja apresentado de forma inovadora.

O pesquisador que opta pela pesquisa qualitativa, conduz seu estudo considerando a experiência humana e que esta experiência não pode ser resumida em equações matemáticas, tornando-se estatísticas, entretanto, não significa que ele abandonou o rigor e a objetividade tradicional dos métodos quantitativos (CHIZZOTTI, 2003).

Como a pesquisa sobre os problemas apresentados no ensino de Equilíbrio Químico tem como resultado a elaboração de um material didático alternativo, foi

necessário que este material fosse avaliado por sujeitos ligados ao ensino de química com a intenção de verificar sua viabilidade. Assim, as considerações que os sujeitos da pesquisa farão sobre o material proposto, neste caso a hipermídia, são mais importantes do que a resolução do problema, uma vez que a avaliação ocorrerá de forma orientada a ferramenta didática e não aos problemas apontados na pesquisa.

Sendo assim, a hipermídia foi avaliada por professores e futuros professores de química vinculados ao PIBID do curso de Química da UFMT, campus Cuiabá para verificar se sua aplicação na construção dos conceitos de Equilíbrio Químico é viável e se a forma que ela foi construída é adequada às condições de ensino deste tema. Corroborando com o descrito, Bogdan e Biklen (1994, p. 17) afirmam que:

Ainda que os indivíduos que fazem investigação qualitativa possam vir a seleccionar (sic) questões específicas à medida que recolhem os dados, a abordagem à investigação não é feita com o objectivo (sic) 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.

Estes autores descrevem que uma pesquisa qualitativa possui cinco características, entretanto, ressaltam que, não necessariamente, a pesquisa tem que ter estas cinco características. Assim temos que uma investigação qualitativa deve:

- Ocorrer em ambiente natural, neste caso, a escola, e tem no investigador, o principal instrumento de pesquisa (I). É ele que interpreta os dados coletados e os julga como importantes ou não;
- Ser descritiva (II). A apresentação dos dados deve conter citações, narrativas, seguindo aquilo que o sujeito da pesquisa relatou ou a forma que o investigador anotou suas observações e não simplesmente codificá-los em números;
- Preocupar-se no como as pessoas formam as definições, como este processo acontece (III) e não com o resultado dessas definições.
- Ser indutiva (IV). A intenção do investigador não é confirmar ou reprovar algo que já existe ou que ele aceite como certo ou errado e sim construir uma teoria ou hipótese sobre o seu objeto de estudo a partir dos dados coletados baseados no comportamento e seu conhecimento sobre os sujeitos da pesquisa;
- Dar importância às significações feitas pelas pessoas (V) das ações, dos objetos, dos fenômenos. Como estas significações se constroem são mais importantes para

o investigador qualitativo do que os objetos ou os fenômenos em si (BOGDAN e BIKLEN, 1994).

Assim, identifica-se que a pesquisa realizada sobre Equilíbrio Químico bem como a avaliação da hiperídia construída, enquadra-se em pelo menos quatro destas características, uma vez que o investigador é o principal instrumento, já que o problema investigado é parte de seu ambiente natural, a escola (I); as informações coletadas não seguem variáveis matemáticas, constituindo-se da opinião dos sujeitos da pesquisa (II); a intenção do trabalho não é confirmar que o ensino de Equilíbrio Químico é problemático ou que o uso de recursos computacionais é uma alternativa ou solução para os problemas educacionais, mas sim entender e explicar como um professor ou futuros professores avaliam a viabilidade do uso de uma hiperídia no ensino de Química (IV); o interesse do investigador está associado ao desenvolvimento da hiperídia e como os sujeitos da pesquisa a entenderam e não se o material é bom ou ruim (V).

1.1.2.2 O estudo de caso

Como a pesquisa teve início a partir de um problema apresentado por professores em seu ambiente escolar e aqui, eu estou incluso, pode-se considerar que ela possui elementos de estudo de caso, pois possui um contexto de pesquisa, os indivíduos e uma série de acontecimentos que dão este entendimento conforme apontam Bogdan e Biklen (1994).

Para Godoy (1995, p. 25), “o estudo de caso se caracteriza como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Visa o exame detalhado de um ambiente, sujeito ou de uma situação em particular”, que neste caso, é o Equilíbrio Químico.

Além disso, esta pesquisa resultou em um material didático pautado em uma proposta diferenciada na abordagem dos conhecimentos relacionados ao Equilíbrio Químico, baseado em uma realidade, uma situação particular, que apesar de existirem várias pesquisas sobre o tema, cada uma é construída dentro de uma realidade pessoal, na percepção de cada pesquisador ao descrever sua pesquisa. Logo, tem-se a perspectiva de um estudo de caso por se tratar de algo único.

Segundo Lüdke e André (1986, p. 17) “quando queremos estudar algo singular, que tenha um valor em si mesmo, devemos escolher o estudo de caso”; no entendimento das autoras, singular “significa que o objeto estudado é tratado como único, uma representação singular da realidade que é multidimensional” (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p.21). Acredito que o meu produto educacional, a hipermídia *Equimídi@*¹², constitui-se em uma estratégia pedagógica singular; portanto, posso inferir que esta pesquisa possui característica de estudo de caso que toma por referência a compreensão dos atores sociais (membros do PIBID) quanto a sua importância para o ensino de Química.

Conforme Mezzaroba e Monteiro (2006, p. 124), “para que um estudo seja válido, isto é, justificável, deve contribuir para promover novas relações em função da problemática central, firmando com isso uma contribuição original a área de estudo do tema”.

Portanto, por se tratar de uma ferramenta didática nova, a *Equimídi@* tem por objetivo contribuir para melhorar as relações conceituais nos processos de ensino-aprendizagem de Equilíbrio Químico a partir de uma extensa fundamentação teórica.

Mezzaroba e Monteiro (2006) ainda apontam que em um estudo de caso, é essencial a busca de informações que possam oferecer o conhecimento mais amplo possível sobre o que está sendo estudado para que o resultado desejado seja alcançado.

A partir dessas premissas, foi realizado um estudo aprofundado sobre o tema Equilíbrio Químico sob a ótica do ensino de Química.

1.1.2.3 A pesquisa documental

Como este estudo se baseou em revisões bibliográficas nas mais diversas fontes, como exemplo, cito os livros didáticos de química e os artigos científicos relacionados ao tema de pesquisa do presente trabalho, considero que esta pesquisa qualitativa também tem característica de pesquisa documental, conforme aponta Godoy (1995, p. 21). Segundo essa autora,

¹² O neologismo foi formado da justaposição das palavras Hipermídia e Equilíbrio.

[...] comumente pensamos que o trabalho de pesquisa sempre envolve o contato direto do pesquisador com o grupo de pessoas que será estudado, esquecemos que os documentos constituem uma rica fonte de dado. O exame de materiais de natureza diversa, que ainda não receberam um tratamento analítico, ou que podem ser reexaminados, buscando-se novas e/ou interpretações complementares, constitui o que estamos denominando de pesquisa documental.

A pesquisa documental é uma possibilidade da pesquisa qualitativa e considera como documento, os materiais escritos, como, por exemplo, jornais, revistas, diários, obras literárias, científicas e técnicas, cartas, memorandos, relatórios (GODOY, 1995). Acrescento aqui, os materiais disponíveis em meios digitais, como CDs e Internet.

Foi necessário entender como o assunto Equilíbrio Químico é abordado no ensino médio, principalmente no material didático a que os alunos e professores têm mais acesso e que está disponível nas escolas, o livro didático.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), Tuckman, Quivy e Campenhoudt apud Calado e Ferreira (2004), na pesquisa qualitativa, pode-se fazer o uso de análise de documentos como método de recolher dados, além do uso de questionários e de entrevistas, entre outros.

Assim, a revisão bibliográfica constitui uma forma de pesquisa qualitativa e, também, um instrumento de coleta de dados que permite verificar o que as pesquisas sobre o tema estudado revelam sobre o assunto em perspectivas variadas.

Nesta revisão, levaram-se em consideração principalmente os materiais disponíveis e acessíveis com mais tradição na pesquisa envolvendo o ensino de ciências, sobretudo, em relação ao ensino de Química. Dessa forma, ela serve para complementar as informações obtidas por outros métodos. Os documentos possuem dados brutos, cabendo ao pesquisador dar significado a estas informações em relação ao problema investigado (CALADO e FERREIRA, 2004).

Assim foi realizado um levantamento em revistas e periódicos¹³ relacionados à área de ensino de ciências, de Química, educação e tecnologias aplicadas ao ensino, em livros de autores¹⁴ que realizam diversas pesquisas na área de ensino de

¹³ Como exemplo, têm-se a Revista Química Nova na Escola, especializada no ensino de Química.

¹⁴ Roberto Nardi, pesquisador na área de ensino de ciências, principalmente no ensino de Física; Eduardo F. Mortimer, suas pesquisas contribuem para o desenvolvimento da área de ensino de Química; Marcelo Giordan, pesquisador que traz uma série de discussões sobre o uso de recursos computacionais no ensino de Química; Pierre Lévy, Doutor em Ciências da Informação e Comunicação com engajamento na aplicação destes recursos na educação, entre outros.

Química, ensino de Ciências, Tecnologia da Informação e Comunicação, nos livros didáticos de química¹⁵ do ensino médio que são aprovados pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM)¹⁶, sítios¹⁷ de internet que abordam o temas relacionados ao ensino e a educação, dissertações e teses de pesquisadores vinculados a programas de Pós-Graduação nas áreas de ensino e educação.

1.2 Instrumentos de coleta de dados

Para Calado e Ferreira (2004), o fato de o investigador qualitativo poder utilizar diversos tipos de métodos para recolher os dados, permite a ele obter informações em contextos diferentes de uma mesma situação.

Os instrumentos de coleta de dados servem para levantar os dados referentes à pesquisa. Nesta dissertação foram utilizados os seguintes instrumentos:

Questionário 1 (Apêndice A): Destinado a professores da rede pública do Ensino Médio do Estado de Mato Grosso, aplicado em Abril de 2010 com o objetivo de verificar na opinião dos professores quais eram os conteúdos de química que os alunos tinham maiores dificuldades de aprendizagem e quais os fatores a que eles creditavam essas dificuldades.

Revisão bibliográfica: Pesquisa realizada em diversos materiais que abordam o assunto Equilíbrio Químico no contexto de ensino-aprendizagem, bem como, nos que tratam das TIC, seus diversos tipos e também em específico as hiperâmias e que estão disponíveis na forma impressa e digital.

Reunião com os sujeitos: Após a construção da *Equimídi@*, foi realizado um encontro no final do mês de dezembro de 2011 com os sujeitos da pesquisa (membros do PIBID Química, UFMT, campus Cuiabá) para divulgá-la, explicar como ela foi construída e qual a sua finalidade. Nesta oportunidade, eles puderam tirar dúvidas sobre as TIC, em especial, a hiperâmia. Nesta reunião, os pibidianos receberam um CD com o material a ser analisado.

¹⁵ Foram analisados os seis livros recomendados pelo catálogo do PNLEM 2008 acerca do assunto Equilíbrio Químico.

¹⁶ Este era o nome do programa no período em que a pesquisa foi desenvolvida e que hoje se chama Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

¹⁷ Sítios de universidades como, por exemplo, <http://www.if.ufrgs.br>; www.inf.ufes.br; <http://www.labvirt.fe.usp.br/>, sítio de órgãos governamentais (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br>); de entidades não governamentais (<http://qnesc.sbg.org.br>; <http://www.semente.pro.br/site/>; www.anped.org.br) entre outros.

Questionário 2 – Ficha de Avaliação (Apêndice B): O objetivo deste questionário foi verificar a viabilidade do material didático como estratégia pedagógica. Ele foi destinado aos sujeitos da pesquisa (membros do PIBID) que realizaram a avaliação da *Equimídi@*, e foi aplicado entre os meses de fevereiro e março de 2012. O questionário 2 é formado por quatro blocos de avaliação, sendo o bloco um destinado à caracterização do avaliador (se estudante, qual o semestre que está cursando; se professor, qual a função no programa e tempo de docência no ensino superior ou no ensino médio). O bloco dois, destinado à avaliação dos aspectos técnicos, tais como: facilidade de navegação, clareza nas informações, *layout*, etc; O bloco três foi destinado à avaliação dos aspectos pedagógicos, como exemplo, nível de adequação ao ensino médio, se permite a construção dos conceitos de forma adequada, contextualização do assunto, interdisciplinaridade, etc. No bloco quatro, os avaliadores opinam sobre a utilização da hipermídia na sala de aula e em que momento da aula eles a utilizariam.

1.3 Análise de dados

A análise dos dados obtidos na pesquisa constitui a fase de organização das informações coletadas pelo pesquisador por meio dos instrumentos ao longo da pesquisa e que de acordo com Bogdan e Biklen (apud SILVA, p. 27, 2010) é entendida como:

[...] o processo de busca e de organização sistemático de transcrições de entrevistas, de notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados, com o objetivo de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou. A análise envolve o trabalho com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta dos aspectos importantes e do que deve ser aprendido e a decisão sobre o que vai ser transmitido aos outros.

A coleta de dados teve início em abril de 2010 com os professores da rede estadual e foi concluída em março de 2012 com a avaliação da hipermídia pelos integrantes do PIBID.

De acordo com Flores apud Calado e Ferreira (2004, p. 2) “um dado suporta informações sobre a realidade, implica uma elaboração conceitual dessas informações e o modo de expressá-la que possibilite a sua conservação e comunicação”, os dados obtidos em uma pesquisa qualitativa são interpretados

minuciosamente pelo pesquisador. O pesquisador “interpreta e traduz em um texto, zelosamente escrito, com perspicácia e competência científicas, os significados patentes ou ocultos do seu objeto de pesquisa” (CHIZZOTTI, 2003, p. 221).

Como a intenção era ter um ponto de partida sobre o que pesquisar, o questionário 1 (Apêndice A) foi aplicado em abril de 2010 via correio eletrônico, tendo como público os professores que ministravam as disciplinas de Química na rede pública de ensino do Estado de Mato Grosso. De um universo de 40 professores, 25 responderam o questionário e o resultado obtido serviu de critério para a escolha do problema a ser investigado e que posteriormente daria origem ao material didático no formato hipermídia.

Neste questionário, o objetivo era identificar os conteúdos de química sobre os quais os alunos têm mais dificuldades de aprendizagem e os fatores que interferem nesse processo, de acordo com a perspectiva dos professores. Para tanto, apresentava três perguntas discursivas, sendo a primeira sobre o tempo de docência, a segunda sobre qual ou quais os conteúdos de química que os alunos tinham maior dificuldades de aprendizagem e a terceira, sobre qual ou quais fatores que os professores acreditavam ser determinantes na falta de aprendizagem dos conteúdos pelos alunos, o que resultou na escolha do tema Equilíbrio Químico.

Com a pesquisa documental, a partir dos dados analisados (informações), foi possível estabelecer uma discussão sobre o Equilíbrio Químico considerando o papel dos professores e alunos nos problemas apresentados na aprendizagem de seus conceitos, o papel do livro didático na construção dos conceitos, tendo assim, um estado da arte sobre o processo de ensino-aprendizagem desse conhecimento químico no ensino médio. Essas informações serviram de reflexão no momento de construir o material didático no formato hipermídia.

A reunião realizada com os sujeitos da pesquisa serviu para observar as reações desses sujeitos frente à nova proposta metodológica e conseqüentemente, permitiu ao pesquisador perceber que o uso de recursos computacionais no ensino depende do interesse do professor e de seus conhecimentos e habilidades computacionais.

O segundo questionário foi aplicado tendo como sujeitos da pesquisa os integrantes do PIBID (professores e alunos bolsistas) do curso de Química da UFMT. O objetivo foi coletar informações sobre a viabilidade da *Equimídi@* no

ensino de Equilíbrio Químico e também, coletar possíveis sugestões e/ou críticas sobre o produto.

1.4 Os sujeitos da pesquisa¹⁸

Os sujeitos da pesquisa são integrantes do PIBID do curso de Química e a escolha destes está baseada nos fatos de encontrarem-se envolvidos diretamente em investigações pertinentes ao ensino de química e desenvolvendo atividades do Programa em escola pública de Mato Grosso. Contudo, o critério determinante foi o fato dos mesmos estarem em diferentes estágios da docência, a saber: o **coordenador de área**, professor da área de ensino de Química da UFMT (experiência na docência no ensino superior e na formação de professores); **supervisora**, professora da Educação Básica (experiência no Ensino Médio); licenciandos, em fase de iniciação à docência.

No pressuposto de que a hipermídia será um material dedicado em primeiro lugar aos professores, a intenção é verificar se estes indivíduos utilizariam uma hipermídia como recurso didático em suas aulas e em que momento eles a utilizariam, considerando os aspectos técnicos e pedagógicos que cercam a hipermídia proposta; foi considerado também que um material didático chega ao aluno principalmente pela intermediação do professor e que os membros do PIBID, em específico os bolsistas (licenciandos), na condição de alunos da graduação e também na condição de futuros professores, poderão fornecer informações pautadas nos dois pontos de vista.

1.5 Uma estratégia de ensino: A *Equimídi@*

A *Equimídi@* é o nome empregado para designar uma hipermídia que aborda o conhecimento Químico denominado de Equilíbrio Químico, produzida no âmbito desta investigação.

¹⁸ Como a pesquisa em si foi desenvolvida em torno do ensino de Equilíbrio Químico e na proposta de um produto educacional, resolvemos considerar os membros do PIBID como os avaliadores do produto e sujeitos da pesquisa por entendermos que estes sujeitos poderiam contribuir de maneira mais significativa na construção da *Equimídi@* em relação aos professores da rede pública, conforme descrito no primeiro parágrafo da seção 1.4.

Uma hipermídia é um recurso computacional que pode agregar textos (contendo *hyperlinks*), figuras, animações, simuladores, vídeos, sons, internet e etc, em um único ambiente, promovendo a informação e a comunicação do assunto em vários formatos (MELEIRO e GIORDAN, 1999; TAVARES e AZEVEDO, 1997).

Desse modo, a *Equimídi@* foi elaborada adotando estes formatos variados com o intuito de disponibilizar uma abordagem diferenciada em relação aos materiais didáticos existentes e que se propõem a explicar/ensinar os fenômenos relacionados ao Equilíbrio Químico.

No entanto, para chegar ao produto final – a *Equimídi@* – uma série de estudos foi realizada tendo como eixo principal o assunto Equilíbrio Químico em uma perspectiva voltada ao ensino médio e aos atores envolvidos no processo de ensino-aprendizagem desse conhecimento. Sendo assim, o próximo capítulo trará uma reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem de Equilíbrio Químico no ensino médio.

CAPÍTULO 2
UMA REFLEXÃO SOBRE O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO (EQ)
NO ENSINO MÉDIO

*“Somos seres inacabados, há sempre novos erros a
cometer, novas lições a aprender”.*
(Paulo Freire)

Neste capítulo serão discutidos os aspectos que envolvem o ensino e a aprendizagem de Equilíbrio Químico no ensino médio. Para tal, faremos uma breve apresentação da importância deste conhecimento químico e suas possíveis relações com outras áreas do conhecimento (2), discutindo sobre como os alunos participam da aprendizagem (2.1), como os professores estão envolvidos no processo de ensino deste conhecimento (2.2) e por fim, como o Equilíbrio Químico é apresentado nas obras didáticas recomendadas pela política adotada pelo governo Federal (2.3).

2 O ENSINO DE EQ

O EQ abarca uma série de conceitos importantes para o desenvolvimento do conhecimento químico. Além do mais, essa temática possui uma riqueza conceitual que permite a interação com outras áreas do conhecimento.

Segundo Fabião e Duarte (2006, p.29) o EQ assume:

[...] um papel central – quer no âmbito disciplinar (Química), quer interdisciplinar (por exemplo, na compreensão de alguns fenômenos da biologia), quer mesmo transdisciplinar, em uma perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade – é um tema fundamental na compreensão e interpretação de inúmeros fenômenos do mundo físico em que vivemos.

Uma proposta para dar significado a esses conceitos e relacioná-los com outras áreas do conhecimento é apresentada no esquema conceitual 1 (figura 2), onde nós propomos quais são os conceitos necessários que o indivíduo deve possuir para estudar EQ fornecendo um sentido ao que este conhecimento permite entender. Nele, são demonstradas quais outras áreas científicas podem se envolver com a química para dar significado mais amplo e aplicado à aprendizagem do assunto.

Lindauer apud Machado (1992) afirma que certamente a Química como ciência não seria o que é hoje se não fosse à compreensão dos conceitos de EQ que contribuem para o entendimento dos fenômenos relacionados às transformações químicas.

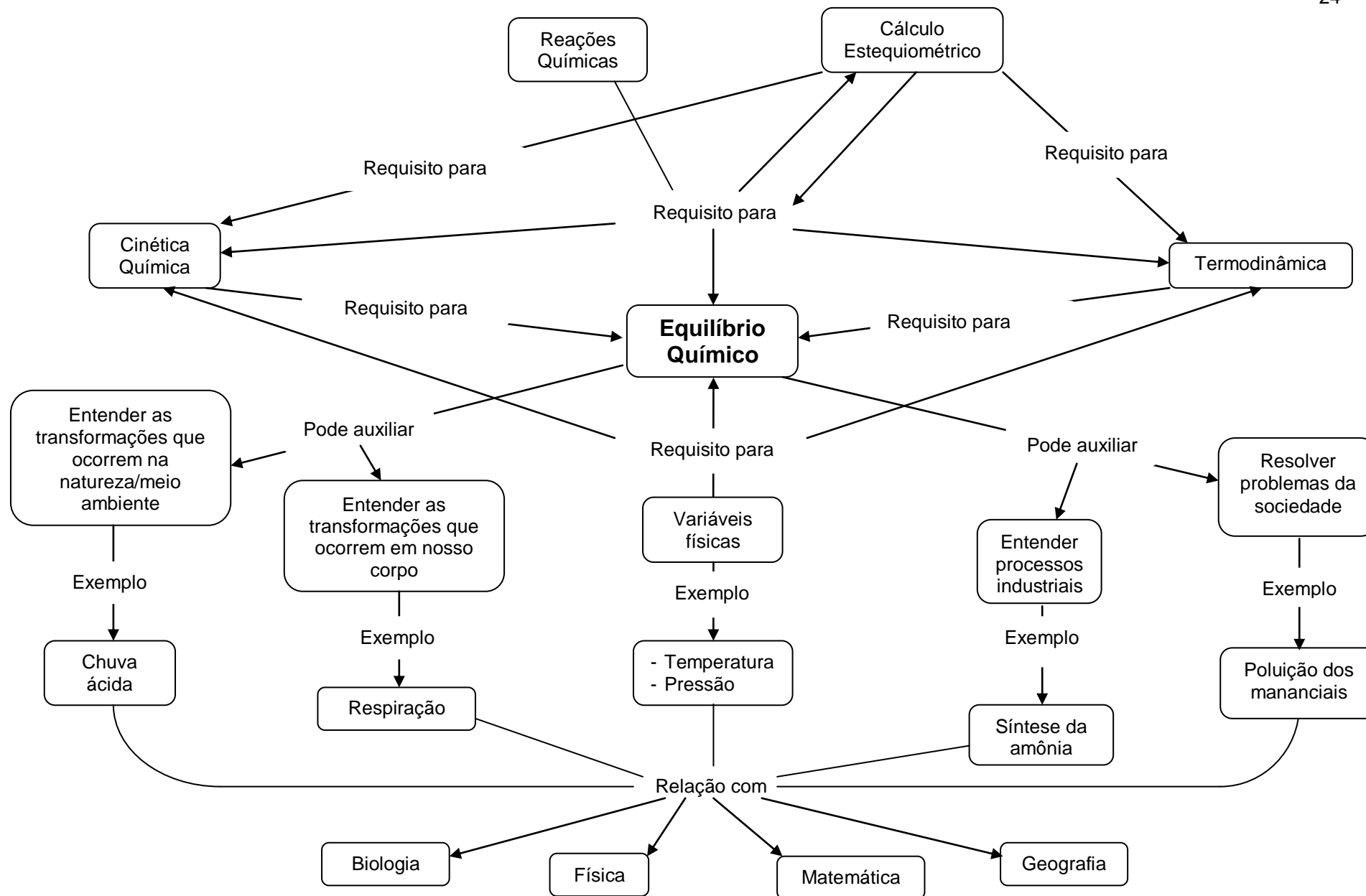


Figura 2: Esquema conceitual 1, conceitos relacionados ao EQ, exemplos de aplicação e interdisciplinaridade.

2.1 Relações entre alunos e aprendizagem de conceitos

Em levantamento realizado por Cardoso, Rocha e Mello (2010)¹⁹ com professores de química da rede estadual de ensino de Mato Grosso, constatou-se que o EQ é um dos conteúdos mais difíceis de trabalhar com os alunos do ensino médio.

Os professores apontaram que à falta de conhecimento matemático dos alunos e a natureza abstrata dos conteúdos de química estão entre as principais causas das dificuldades de aprendizagem dos alunos.

Não foram mencionados pelos professores, outros aspectos, como por exemplo, se o aluno teve uma boa formação básica nos assuntos que o permitiriam entender os fenômenos de EQ.

É importante salientar que nenhum dos professores que responderam ao questionário atribuiu às dificuldades dos alunos ao “como ensinar” dos professores, como se os problemas de aprendizagem estivessem vinculados tão somente a fatores condizentes aos aprendizes.

Estes fatos vieram a corroborar com o que dizem as pesquisas sobre este assunto e que serão discutidas nesta seção e desta forma, comprovou que o ensino de EQ é um dos mais difíceis de trabalhar no Ensino Médio, sobretudo, na rede pública de ensino de Mato Grosso.

Machado (1992) expõe em sua obra que as distorções conceituais dos alunos sobre os conceitos de EQ relacionadas ao que é aceito cientificamente estão atreladas – entre outras – as condições do processo de ensino que envolve a organização dos conteúdos e o papel do professor no ensino de EQ.

A autora destaca que a organização dos conteúdos tem importante função na formação das ideias pela estrutura cognitiva do aluno e o professor é essencial no processo de construção de um modelo de ensino que propicie esta organização conceitual, possibilitando ao aluno assimilar novos conceitos.

Na pesquisa de Machado e Aragão (1996), as dificuldades de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos de EQ, são originadas nas aulas de química, em um processo que envolve o professor e o livro didático. Conforme as autoras (p.20):

¹⁹ Levantamento já apresentado com mais detalhes no capítulo 1.

Isto parece ter origem na forma como o conceito é abordado nas aulas de química e nos livros didáticos, com pouca ênfase em aspectos conceituais e qualitativos. Parece não ser suficiente abordar o conceito a partir de sua definição e da realização de exercícios quantitativos. Além disso, as idéias dos alunos [...] parecem colocar-nos uma questão em relação à abordagem de conceitos químicos em nossas salas de aula: a importância de se mudar de foco. Isto significa desfocar um pouco o quadro negro ou a lousa, desfocar um pouco a palavra onipotente do professor, o profundo domínio do livro didático. Significa, então, focalizar o fenômeno. Trazer o fenômeno para o centro de nossa sala de aula, observá-lo.

As autoras consideram que ao levar o fenômeno para a sala de aula, os professores devem ouvir o que os alunos pensam sobre o assunto, deixá-los expor suas ideias e discuti-las, e isto, exige dos professores, um trabalho constante para superar suas próprias dificuldades e inseguranças sobre o entendimento dos fenômenos²⁰. Percebe-se a necessidade de mudanças nas ações pedagógicas, didáticas e metodológicas por parte dos professores.

Concordo²¹ com as autoras ao responsabilizarem o professor e os livros didáticos como fatores determinantes para o insucesso do processo de ensino-aprendizagem de EQ, principalmente pela falta de reflexão conceitual sobre o que se pretende ensinar, ou ainda, pelo fato do professor fazer daquilo que está exposto no livro algo único a ser seguido, fato também apontado por Echeverría, Mello e Gauche (2010).

Em Uehara (2005), as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos sobre o EQ, podem estar associadas à sua formação básica onde suas concepções prévias podem ter sido construídas de forma superficial, o que o leva a organizar os conceitos de forma a não assimilá-los satisfatoriamente, distorcendo os conceitos. Segundo a autora, estas dificuldades podem ter origem na maneira superficial em que o professor trata o tema.

Assim, se o aluno recebe uma educação não satisfatória na formação de conceitos que servirão de conhecimento prévio para um assunto futuro – como, por exemplo, os conceitos de reações químicas²² para entender o EQ – ou se ele partir para um novo conhecimento sem ter aprendido o anterior, ele terá dificuldades de

²⁰ Esse aspecto apresentado pelas autoras está associado à formação docente, sendo abordado no decorrer desse texto.

²¹ Porém, acredito que o problema vá mais além e envolve as políticas educacionais em todas as esferas de governo, as escolas, os alunos e a sociedade, entretanto, restringirei aos professores, aos alunos e aos livros didáticos.

²² Geralmente os livros didáticos apresentam, os professores ensinam e os alunos aprendem que as reações químicas acontecem em um único sentido, como se fossem irreversíveis.

assimilar este novo conhecimento, fato já apontado por Souza e Cardoso (2008) e neste sentido, tomando como base Bachelard (1996), o conhecimento já assimilado pelo aluno, mesmo de forma errada ou incompleta, já passou a fazer parte do seu cotidiano e não será simplesmente trocado pelo novo conhecimento. Cria-se então, um obstáculo epistemológico na aprendizagem de EQ.

Como demonstrado por Machado e Aragão (1996), Machado (1992) e Uehara (2005), as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos, também tem origem na prática docente. Assim a próxima seção aborda a participação dos professores neste processo.

2.2 Relações entre professores e ensino de conceitos

No trabalho realizado por Júnior e Silva (2009) com alunos de licenciatura em química sobre EQ, foi apresentado que os futuros docentes possuem dificuldades em entender os conceitos que cercam o EQ, e suas ideias e concepções sobre esse tema estão alinhadas com as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos do Ensino Médio sobre o EQ.

Isso evidencia que o problema não está só no ensino fundamental, mas também no ensino superior.

Para Echeverría, Mello e Gauche (2010, p.281):

Os aspectos epistemológicos também têm passado despercebidos por nossos futuros professores de Química. Decorrentes, muito provavelmente, da ausência de discussão epistemológica nos cursos de formação, os critérios referentes à construção do conhecimento científico têm sido difíceis de identificar.

Portanto, existem deficiências na formação do professor, sobretudo, na formação do conhecimento epistemológico,

Isso contribui, não só no ensino de Química, mas também de qualquer outra ciência, para a formação de um professor com visão positivista, tornando a ciência algo único, pronto e verdadeiro. Essa visão positivista também é encontrada em muitos livros didáticos (ECHEVERRÍA, MELLO E GAUCHE, 2010) e o futuro professor acaba por seguir esta linha de ensino.

O professor mal formado acabará transformando sua prática profissional, e conseqüentemente suas aulas, em ambientes de reprodução do conhecimento, formando os alunos em uma visão científica simplória, não crítica e sem autonomia.

Segundo Jimenez e Bravo (Apud JUNIOR e SILVA, 2009, p. 572), quando os professores são fracos, eles,

[...] têm mais idéias (sic) alternativas sobre conceitos científicos, o que reforça as próprias idéias alternativas dos estudantes; encontram dificuldades em realizar mudanças didáticas; evitam ensinar os temas que não dominam; têm insegurança e falta de confiança no ensino de Ciências; têm maior dependência do livro-texto, tanto na instrução, como na avaliação; dependem mais da memorização da informação; e podem fomentar atitudes negativas das Ciências nos estudantes.

Assim, como esperar que em sua práxis, o professor ensine “corretamente” se ele é formado em um modelo que contribui para sua formação compartimentada tornando-o apenas um reprodutor de conhecimentos?

Uma perspectiva de resposta para essa pergunta pode ser encontrada em Cunha e Krasilchik (2000), Carvalho e Gil-Pérez (2009), Echeverría, Mello e Gauche (2010). Os autores expõem que, talvez a saída para o problema, esteja numa reestruturação na formação dos professores que inclua além de aspectos didáticos da aprendizagem, uma boa formação epistemológica.

Para Cunha e Krasilchik (2000) as faculdades deixam a desejar na formação docente e os cursos de capacitação não cumprem com seu objetivo. É necessário dar atenção especial à formação continuada do professor e que a falta de integração entre universidades e escolas, teoria e prática docente, são fatores que contribuem para a existência de cursos que não formam ou capacitam adequadamente o professor.

As autoras apontam ainda que os cursos de aperfeiçoamento de professores devem considerar a importância da formação epistemológica, a reflexão de conceitos, o trabalho em grupo, a pesquisa, entre outros fatores que podem contribuir para a melhoria da prática docente. É necessário quebrar paradigmas, não seguir receitas e incentivar a discussão de como fazer.

Para Carvalho e Gil-Pérez (2009, p. 14), “nós professores de Ciências, não só carecemos de uma formação adequada, mas não somos sequer conscientes das nossas insuficiências”. É necessário mudar a forma de formar professores. É comum a incidência de professores de ciências que demonstram uma visão simplista do que

é ciência, transformando o ensino de ciências, em ensino do senso comum por meio de transmissão de conhecimentos.

Ser professor é saber o “saber fazer”, no sentido de estimular a aprendizagem respeitando as individualidades de cada aluno, incentivando a pesquisa e as reflexões sobre os conceitos, buscando a resolução de problemas.

No “saber fazer”, o professor deve ter domínio do assunto que se propõe a ensinar, não apenas no sentido de conhecer o objeto de estudo ou o fenômeno em si, mas também o contexto histórico que levou ao desenvolvimento deste conhecimento, os aspectos metodológicos, suas interações com a sociedade e as tecnologias desenvolvidas a partir desse conhecimento.

Ressalta-se ainda, a importância de saber relacionar o assunto estudado com outras áreas do conhecimento e entender que ciência não é algo fechado, ela é passível de modificações, assim como o professor deve ser passível em aprender algo novo sobre um assunto que já domina ou utilizar novos instrumentos de ensino, não se ancorando apenas no livro texto.

Diante do exposto até aqui, foi elaborado um esquema conceitual 2 (figura 3) com a intenção de propor as possíveis relações existentes entre os livros didáticos, a formação dos professores e a formação dos alunos em um contexto que envolve o conhecimento sobre EQ. No esquema, apontamos que a responsabilidade de ensinar é do professor e as atribuições que este deve possuir não tirando a responsabilidade do aluno no processo de aprendizagem.

Carvalho e Gil-Pérez (2009) afirmam que a atividade docente é uma atividade complexa e defendem que todo esse domínio que o professor deve possuir não pode ser interpretado como um trabalho individualizado e sim como um trabalho coletivo, que tenha abrangência em todo o processo de ensino-aprendizagem, com o objetivo de romper com a inércia do ensino, portanto, “trata-se, enfim de orientar tal tarefa docente como um trabalho coletivo de inovação, pesquisa e formação permanente” (p. 18).

Gauche e Tunes (2008, p. 169) defendem a autonomia do professor e também afirmam que a atividade docente é complexa. Para esses autores:

A relevância do papel do professor na pesquisa, situando-o como sujeito – real, concreto – de um fazer docente, no que este guarda de complexidade, importância social e especificidade, dando-lhe a voz que precisa ter na produção de conhecimento sobre sua prática, ampliando as possibilidades de rompimento com a tradicional incompetência dos cursos de formação de professores rumo à inserção na realidade escolar.

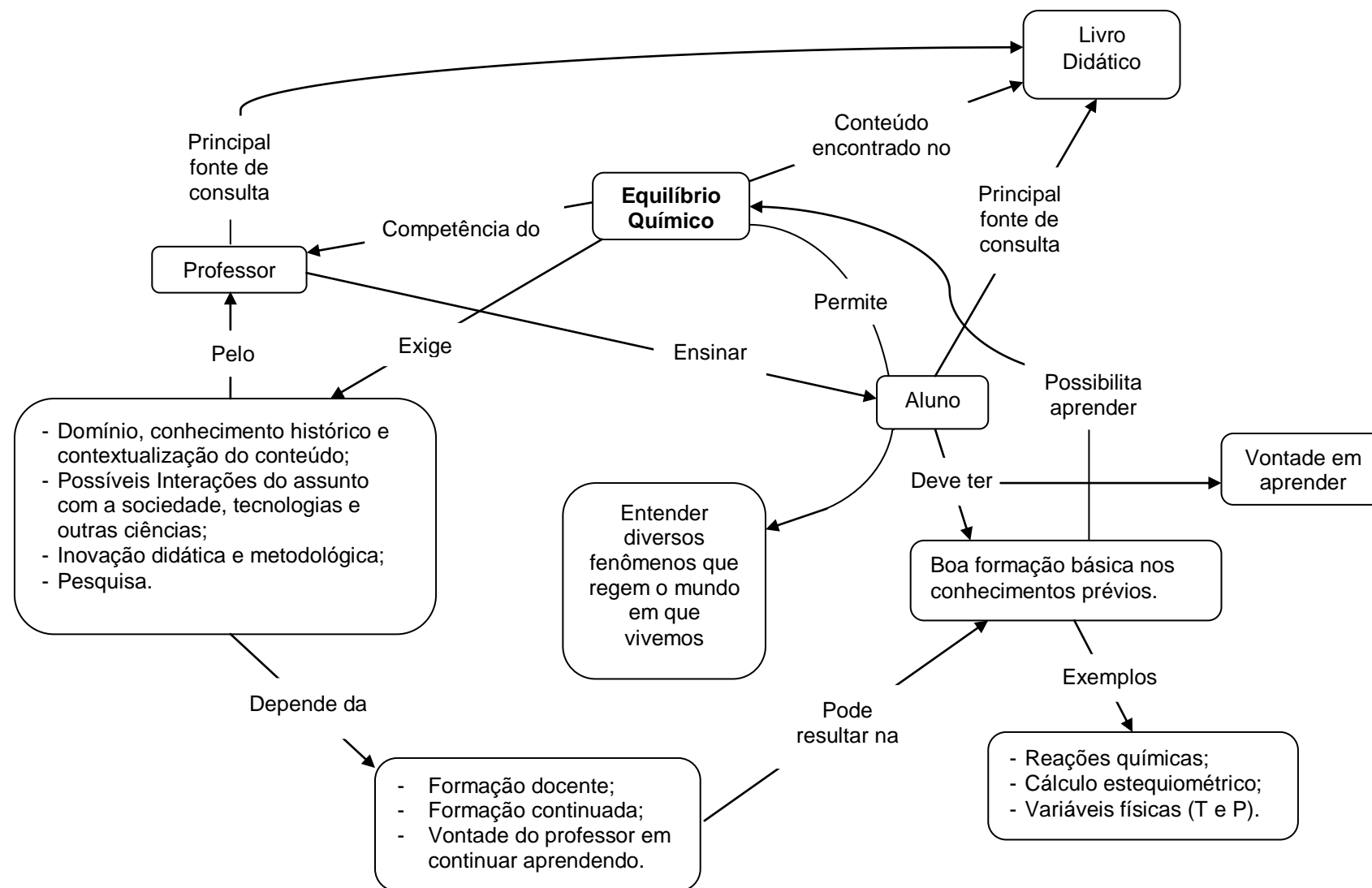


Figura 3: Esquema conceitual 2, relações de ensino e aprendizagem entre os interlocutores, o EQ e o livro didático.

Como visto, existem problemas no ensino de EQ que envolvem tanto a formação do professor quanto a formação necessária²³ para a aprendizagem dos conceitos de EQ pelos alunos, e esses problemas também podem ter origem nos livros didáticos (MACHADO e ARAGÃO, 1996; ECHEVERRÍA, MELLO e GAUCHE, 2010).

Assim, dada a importância, a complexidade e o nível de abstração necessária para trabalhar esse assunto, o tema EQ foi escolhido para o desenvolvimento de um material que possa auxiliar o professor em sua prática de ensino, sendo que, para tal desenvolvimento, é preciso entender como os professores agem no ensino do EQ e como os alunos assimilam este conhecimento, aspectos discutidos até o momento.

Como a origem do problema ensinar/aprender EQ pode estar nos livros didáticos (MACHADO e ARAGÃO, 1996) e considerando que este recurso pedagógico é a principal fonte de informação e conhecimento para a prática docente e também é o principal material de consulta pelos alunos (ECHEVERRÍA, MELLO e GAUCHE, 2010), faz-se necessário entender como o assunto EQ é abordado nos livros didáticos de química e que são adotados no Ensino Médio.

Portanto, como os autores dos livros didáticos de química do Ensino Médio que são recomendados pelo catálogo do PNLEM 2008 abordam o tema EQ, será apresentado na próxima seção.

2.3 O Equilíbrio Químico nos livros didáticos de Química

O livro didático é um dos recursos mais utilizados pelos professores como referência em seu planejamento de aulas e de apoio no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Bittencourt (apud MENDONÇA, CAMPOS e JÓFILI, 2004, p. 45) no século XIX, os livros didáticos eram produzidos visando basicamente os docentes e não havia a preocupação de amparar o aluno com um material que ele pudesse utilizar em seus estudos. O livro era essencial para a preparação das aulas e seu uso era concebido como fundamental no ensino.

²³ Os conceitos que servem de requisito para o entendimento dos conteúdos de EQ, como por exemplo, reações químicas.

Muitos professores adotam um livro didático como única fonte de referência e acabam não utilizando outros recursos didáticos, como por exemplo, artigos ou mídias eletrônicas. Entretanto, há aqueles professores que o consideram um empecilho para o desenvolvimento dos alunos por simplificarem os temas (MENDONÇA, CAMPOS e JÓFILI, 2004) ou “entregarem” os conceitos prontos, sem questionamentos ou incentivo à produção do conhecimento pelos alunos. Nesse contexto, surge por parte destes professores, a busca por novos materiais para o desenvolvimento das aulas e o livro se torna um instrumento de pouca importância.

Mortimer (1988) apresentou um trabalho demonstrando a evolução dos livros didáticos de química para o ensino secundário (atual ensino médio) desde o início do século XX até 1987. Segundo o autor, historicamente os livros didáticos apresentaram-se de forma tecnicista e tradicionalistas e que as mudanças propostas não passaram de discursos em todas as reformas educacionais neste período.

No entanto, no início da década de 1980, houve uma inovação dos livros didáticos de forma discreta e que ganharam mais força no início do século XXI.

Essas inovações trouxeram propostas inovadoras apoiadas em pesquisas e debates na área de ensino de química, sendo uma alternativa aos livros chamados de tradicionais (MORTIMER e SANTOS, 2008).

Atribuindo grande importância ao livro didático na educação escolar, Leal (2010), realizou uma investigação do perfil do livro didático brasileiro - sobre tudo os de Química - nas duas décadas que antecederam a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB (Lei nº. 9.394/1996), e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN, 1999), onde, por exemplo, ele constatou a predominância de aspectos de linguagem, deixando de lado aspectos fenomenológicos da Química, e ainda, a utilização por alguns livros, de recursos animistas²⁴, atribuindo características de organismos vivos a modelos de átomos. O uso desta prática nos livros didáticos leva o aluno a um entendimento do assunto restrito ao senso comum.

Para Leal (2010, p. 59):

Com o intuito de tornar a Química acessível, os autores apresentavam imagens que são associadas pelos alunos a conhecimentos

²⁴ Os recursos animistas a que se refere o autor é uma figura que demonstra alguns modelos de átomos cujo núcleo apresenta fisionomias alegre e triste para abordar a estabilidade eletrônica, como se os átomos fossem um organismo vivo, uma analogia equivocada. As analogias serão discutidas em uma categoria a parte.

familiares, evitando-se, com isso, o desenvolvimento do raciocínio abstrato e reforçando percepções do senso comum, muitas vezes distantes do conhecimento científico.

Ainda segundo Leal (2010), os livros didáticos das três últimas décadas do século passado caracterizavam-se por uma abordagem não problematizadora dos conteúdos, centrada na apresentação de sínteses teórico-conceituais e utilização excessiva de simbologia química.

Com o propalado objetivo de contribuir para qualidade do ensino, observando toda uma conjuntura de diversidade que garanta um acesso democrático, ético e de relevância social ao livro didático, o Ministério da Educação (MEC) implantou em 2004 mediante a Resolução nº 38 do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), o Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM). Esse programa previa a universalização de livros didáticos para os alunos do ensino médio público de todo o país e produziu um catálogo com algumas orientações sobre livros aprovados pelo programa, baseados em critérios de qualidade estabelecidos pela coordenação de avaliadores do MEC e analisados por uma equipe de doutores em Química e Ensino de Química de universidades brasileiras. Essa avaliação teve seu foco em aspectos conceituais, éticos e metodológicos para a escolha dos livros didáticos a serem comprados pelo MEC.

Atualmente, os livros didáticos de Química no Brasil, apresentam uma condição de avanço em relação aos problemas encontrados nos livros anteriores a LDB de 1996 e aos PCNs de 1999 e 2002, e principalmente pela implantação do PNLEM (LEAL, 2010), no entanto, algumas das constatações feitas por Leal nos livros didáticos pré LDB e PCNs ainda são observadas em alguns livros de Química para o ensino médio que foram editados pós LDB e PCN, por exemplo, alguns apresentam estratégias que levam o aluno a um entendimento baseado no senso comum.

Independente da forma em que o professor irá utilizar o livro didático, esta ferramenta precisa ser avaliada para se evitar o uso de materiais com aspectos impróprios ao ensino, como por exemplo, o uso inadequado de analogias (MONTEIRO e JUSTI apud MENDONÇA, CAMPOS e JÓFILI, 2004, p. 45), ou ainda, conceitos apresentados de forma incorreta (TIEDERMAN apud MENDONÇA, CAMPOS e JÓFILI, 2004, p.45), uma vez que ele é considerado um instrumento eficaz para a prática pedagógica, sendo importante fonte de informação e

conhecimento para professores e alunos (ECHEVERRÍA, MELLO e GAUCHE, 2010).

Diante do exposto, neste trabalho foram analisados livros²⁵ de Química do Ensino Médio indicados no catálogo do PNLEM 2008 e que estão descritos na tabela 1.

Tabela 1: Livros didáticos de química indicados pelo catálogo do PNLEM 2008

Livro 1	Química na abordagem do cotidiano. Volume 2. Autores: Eduardo L. Canto e Francisco M. Peruzzo. 3ª edição, 2005 – editora Moderna.
Livro 2	Química. Volume 2. Autor: Ricardo Feltre. 6ª edição, 2005 – editora Moderna.
Livro 3	Universo da Química. Volume único Autores: José Carlos de Azambuja Bianchi, Carlos Henrique Abrecht e Daltamir Justino Maia. 1ª edição, 2005 – editora FTD S/A.
Livro 4	Química. Volume único. Autores: Olímpio S. Nóbrega Eduardo R. Silva e Ruth H. Silva. 1ª edição, 2005 – editora Ática.
Livro 5	Química. Volume único. Autores: Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado. 1ª edição, 2005 – editora Scipione.
Livro 6	Química e Sociedade. Volume único. Autores: Widson L. P. Santos, Gerson S. Mól, Roseli T. Matsunaga, Siland M. F. Dib, Eliane N. Castro, Gentil S. Silva, Sandra M. O. Santos e Salvia B. Farias. 1ª edição, 2005 – editora Nova Geração.

Como o objetivo final do trabalho é construir uma ferramenta didática que venha a contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de EQ, a análise feita nos livros foi dividida em quatro categorias que foram estabelecidas tendo como base as Orientações Curriculares (2006) e o catálogo do PNLEM 2008, a saber:

- estruturação do assunto;
- abordagem conceitual relacionada ao EQ;
- o uso de experimentos;
- a utilização de analogias.

Essas categorias servirão de fio condutor para verificar se os livros utilizam a mesma sequência de conteúdos ou se trazem propostas consideradas inovadoras para o Ensino de Química, principalmente no que se refere ao EQ.

Tradicionalmente, os livros didáticos de Química são divididos em três frentes de ordenamento: Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica. Os

²⁵ Os livros analisados neste trabalho são as versões destinadas ao aluno, uma vez que eram os livros disponíveis. Os livros didáticos são editados também na versão para professores e que se diferenciam da versão do aluno apenas em relação ao manual de instruções que é fornecido junto, não havendo diferença na apresentação dos conteúdos.

livros que seguem esta linha clássica trabalham “com a lógica de transmissão-recepção de pacotes de conhecimento químico volumoso, fragmentado e descontextualizado” (LEAL, 2010, p. 60).

No entanto, muitas pesquisas relacionadas ao ensino de química vêm contribuindo para mudar este cenário descrito por Leal, buscando mudanças na forma de ensinar química, rompendo com os programas tradicionais, lineares e fragmentadas do ensino, entre elas, podemos citar o Portal Semente²⁶, os projetos de desenvolvimento de materiais didáticos pelo Grupo de Pesquisa em Educação Química (Gepeq – Universidade de São Paulo) e pelo Projeto de Ensino em Química - Pequis²⁷ (MORTIMER e SANTOS, 2008), e isto, certamente afeta diretamente os livros didáticos.

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio de 2006:

Há, assim, necessidade de superar o atual ensino praticado, proporcionando o acesso a conhecimentos químicos que permitam a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação (BRASIL, 2006, p. 129).

Logo, o catálogo do PNLEM de acordo com as orientações curriculares, indica a adoção de livros didáticos que priorizem a integração de conteúdos quebrando a linearidade e a fragmentação apresentada nos livros tradicionais e que auxiliem o professor em sua prática docente:

No âmbito do PNLEM, a avaliação das obras didáticas baseia-se, portanto, na premissa de que a obra deve auxiliar os professores na busca por caminhos possíveis para sua prática pedagógica. Esses caminhos não são únicos, posto que o universo de referências não pode se esgotar no restrito espaço da sala de aula ou da obra didática, mas atuam como uma orientação importante para que os professores busquem, de forma autônoma, outras fontes e experiências para complementar seu trabalho em sala de aula. A obra didática deve considerar, em sua proposta científico-pedagógica, o perfil do aluno e dos professores visados, as características gerais da escola pública e as situações mais típicas e freqüentes de interação professor-aluno, especialmente em sala de aula. Além disso, nos conteúdos e procedimentos que mobiliza, deve apresentar-se como compatível e atualizada, seja em relação aos conhecimentos correspondentes nas ciências e saberes de referência, seja no que diz respeito às orientações curriculares oficiais (BRASIL, 2007, p. 11).

Ainda assim, nos livros analisados, foi constatado que em quatro deles – livros 1, 2, 3 e 4 – apesar de estarem em acordo com o PNLEM e os PCNEM, os

²⁶ <http://semente.pro.br/site>, tendo como um dos organizadores o Professor Dr. Marcelo Leão da UFRPE.

²⁷ Coordenado pelos professores Wildson Santos e Gérson Mól – Universidade de Brasília (UnB).

conteúdos de Química ainda são apresentados (na maioria dos capítulos) seguindo o ordenamento clássico e fragmentado, na sequência Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica.

Conforme Both (2007, p.100):

Embora vários autores tenham demonstrado esforço no sentido de adequar seus livros aos PCNEM, a maioria segue a ordenação tradicional dos conteúdos. Percebe-se o uso de textos específicos para contextualização dos conteúdos, valendo-se de recursos e truques gráficos para tornar os próprios livros mais atraentes para a clientela.

Nos livros 5 e 6, embora sigam no geral a sequência dos programas tradicionais, seus autores apresentaram propostas diferentes e inovadoras em relação aos demais livros, como o incentivo a realização de experimentos para motivar a construção dos conceitos²⁸ ou ainda, temas de interesses sociais associados ao conteúdo de química²⁹. A metodologia adotada nesses dois livros mostra uma visão diferente da aplicação da química, trabalhando os conceitos de forma que o aluno faça parte do processo de construção do conhecimento e possa compreender a ciência Química não como algo isolado restrito ao mundo dos químicos.

2.3.1 Estruturação do assunto

O catálogo do PNLEM 2008 apresenta de forma sucinta uma descrição da organização das obras em sua síntese avaliativa, como por exemplo, se o livro é volume único ou pertence a uma coleção contendo um volume para cada série.

A inclusão desta categoria se deve ao fato da elaboração de uma ferramenta que servirá de apoio ao professor no processo de ensino do assunto EQ, portanto, essa ferramenta deverá ter uma apresentação pautada em uma arquitetura que facilite o processo e que traga os preceitos propostos no PNLEM com o objetivo de garantir um material de qualidade dentro daquilo que é estabelecido pelo MEC.

Em relação ao assunto EQ, os livros são estruturados conforme descrição da tabela 2.

²⁸ Livro número 5

²⁹ Livro número 6.

Os livros 1, 2, 3 e 4 seguem a mesma sequência de conteúdos no que se refere ao tema EQ, mudando apenas a quantidade de capítulos sobre o assunto que nos livros 1 e 2 são iguais (três capítulos).

Tabela 2: Estruturação do assunto EQ nos livros didáticos

Livro 1	O livro analisado é o volume 2 de uma coleção contendo 3 volumes. O assunto está dividido em três capítulos, em um total de 74 páginas. No primeiro, são apresentados os conceitos gerais sobre EQ, no segundo são trabalhados EQ considerados homogêneos e no terceiro, os autores discorrem sobre os equilíbrios heterogêneos, sendo que nestes dois últimos, o conteúdo é trabalhado de maneira a mostrar a aplicação deste conhecimento em situações de grande interesse para a Química ³⁰ . Os capítulos possuem várias ilustrações para demonstrar o que se apresenta nos textos.
Livro 2	O livro analisado é o volume 2 de uma coleção contendo 3 volumes. Os autores apresentam o assunto em três capítulos, divididos de acordo com o tipo de equilíbrio, totalizando 99 páginas. Também possui várias ilustrações como forma de representar o que está sendo explicado. Ao longo dos capítulos, ao final de um grupo de itens, o autor apresenta uma proposta de resumo na forma de perguntas.
Livro 3	Este livro é um volume único para os três anos do Ensino Médio. Os conteúdos estão organizados em 5 unidades. Cada unidade aborda um tema central e os conteúdos estão organizados dentro da unidade em capítulos de acordo com sua relação com o tema. O assunto EQ ³¹ possui um capítulo com 45 páginas e os conceitos são apresentados de forma simples e objetiva. O livro apresenta vários exercícios, muitos com a explicação de como resolvê-los.
Livro 4	Este livro é um volume único para os três anos do Ensino Médio. O EQ é apresentado em dois capítulos em um total de 30 páginas. No primeiro, são tratados os conceitos gerais e no segundo, os autores apresentam o EQ da água. No final de cada capítulo, os autores apresentam um resumo do que foi estudado.
Livro 5	Este livro é um volume único para os três anos do Ensino Médio. Os autores dedicam 18 páginas do livro para tratar o assunto EQ, deixando claro no título do capítulo que se trata de uma introdução ao assunto. O tema é trabalhado através de atividades sendo algumas práticas ³² que são propostas a fim de estimular o aluno a pensar e em seguida, são feitos questionamentos sobre o que o aluno observou durante as atividades. No fim de cada atividade, os autores colocam um texto explicativo sobre os fenômenos abordados.
Livro 6	Nesse livro, também volume único para os três anos do Ensino Médio, os autores dedicam 80 páginas a uma unidade denominada de Equilíbrio Químico e Água, porém, dentro desta unidade, os autores abordam outros temas ³³ que são utilizados como pré-requisitos para o estudo do assunto. Desta forma, o EQ é tratado de fato em 26 páginas. Os autores inserem um problema comum na sociedade para motivar o estudo sobre EQ, utilizando textos, figuras e questionamentos aos alunos após as leituras como forma de discussão dos conceitos abordados.

³⁰ Indicação dos autores.

³¹ O assunto EQ está inserido na unidade 4 denominada de Dinâmica das Transformações Químicas.

³² Uma das atividades propostas pelos autores é um experimento envolvendo o uso de soluções de cromato e dicromato de potássio, estes reagentes são coloridos e com a adição de soluções básicas e ácidas se observa a reversibilidade das reações e desta forma, demonstra a coexistência de reagentes e produtos.

³³ A unidade se inicia com um capítulo sobre as propriedades da água e propriedades coligativas, já o segundo capítulo envolve os conceitos de ácidos e bases contextualizando com a poluição das águas e a chuva ácida. O terceiro capítulo da unidade é destinado ao EQ dando enfoque ao saneamento básico.

Nos livros 1, 2 e 3, a apresentação de cada capítulo tem início com uma fotografia para introdução do assunto e um pequeno texto explicando o que será estudado.

O livro 4 não apresenta esta característica, no entanto, é o único que no decorrer dos assuntos, apresenta glossário explicando alguns termos e é observado que os autores abordam os conteúdos de forma a se evitar a fragmentação dos tópicos tradicionais da Química, como por exemplo, alguns conteúdos de Química Orgânica³⁴ que são estudados antes dos conteúdos de EQ. Tradicionalmente, ocorre o inverso.

A organização dos livros 5 e 6, busca dar um novo rosto a apresentação dos conteúdos de química para o ensino médio na tentativa de contextualizar a química e evitando trabalhar os assuntos de forma isolada. No livro 5 por exemplo, as propriedades das substâncias são abordadas nos capítulos 1, 2, 3 e 14 e fazem parte de um conjunto de conceitos que servem para entender o assunto EQ, ou seja, os conceitos são trabalhados de forma integrada.

O livro 6 é sem dúvida a obra que apresenta os conteúdos de forma mais articulada com situação vividas pela sociedade. Em relação ao EQ, os conceitos são apresentados dentro de uma temática problematizadora que é a água³⁵.

Os livros 5 e 6 estão estruturados de tal forma que a apresentação dos conteúdos de EQ estão mais integrados a outros assuntos estudados em relação as demais obras.

2.3.2 Abordagem conceitual relacionada ao Equilíbrio Químico³⁶

Por meio do conhecimento científico, um indivíduo pode mudar sua leitura de mundo (CHASSOT apud FRANÇA 2009, p. 10), desta forma, o indivíduo torna-se

³⁴ Por exemplo, Funções Orgânicas.

³⁵ Os autores reuniram em uma unidade conteúdos de Química que estão associados ao estudo do EQ em um contexto social que envolve a temática central “água”, não só nos aspectos químicos, mas também nos problemas sociais, como a falta de água e as doenças que a água poluída pode proliferar.

³⁶ Trabalho apresentado na modalidade comunicação oral por ROCHA, Edimarcio F. da; CARDOSO, Mônica S.; MELLO, Irene C. de. **Equilíbrio químico**: uma análise da abordagem conceitual nos livros de química do ensino médio recomendados pelo catálogo do PNLEM 2008. In Seminário de Educação 2011. Cuiabá 2011.

mais participativo na sociedade, agindo de forma mais consciente em relação a vários aspectos, como os econômicos e ambientais.

Segundo França (2009, p.9):

A química é uma ciência que está relacionada às atividades desenvolvidas pelo ser humano, pois desempenha nelas papel de grande importância. Hoje, devido à grande utilização do conhecimento científico, atribui-se relevante importância às pesquisas das relações entre ciência e tecnologia. Professores de química, física e biologia têm como objetivo iniciar os alunos nas idéias e práticas da comunidade científica, os ajudando a torná-las significativas [...] é de fundamental importância que os alunos compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos.

Para alcançar tal descrição, é necessário que durante a formação escolar, o indivíduo aprenda não de forma fragmentada, mas sim, em uma visão de possibilidades de aplicação deste conhecimento na resolução de problemas de sua realidade. Portanto, o livro didático deve trazer uma abordagem conceitual que propicie essa experiência, alinhando teoria e prática, sobre tudo, no âmbito químico.

Existe uma preocupação dos autores em contextualizar os conteúdos na tentativa de dar significado para o aluno sobre o assunto que está sendo estudado e desta forma atender o que é proposto nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

No âmbito da área da Educação Química, são muitas as experiências conhecidas nas quais as abordagens dos conteúdos químicos, extrapolando a visão restrita desses, priorizam o estabelecimento de articulações dinâmicas entre teoria e prática, pela contextualização de conhecimentos em atividades diversificadas que enfatizam a construção coletiva de significados aos conceitos [...] Defende-se uma abordagem de temas sociais (do cotidiano) e uma experimentação que, não dissociadas da teoria, não sejam pretensos ou meros elementos de motivação ou de ilustração, mas efetivas possibilidades de contextualização dos conhecimentos químicos, tornando-os socialmente mais relevantes (BRASIL, 2006, p. 117).

Percebe-se que nos livros avaliados, há uma preocupação em demonstrar a aplicação dos conceitos em situações do cotidiano³⁷ como forma de contextualizar o assunto, previsto no PCNEM, porém, somente nos livros 5 e 6, esta relação faz

³⁷ Tal fato é observado no início de cada capítulo onde os autores dão início ao assunto através de fotografias e textos (livros 1,2 e 3). Já no livro 4, nos capítulos referentes ao EQ, não é observado tal relação, enquanto que, no livro 5, o assunto é aplicado, por exemplo, no fenômeno da chuva ácida, ou ainda na problematização da água feita no livro 6.

parte dos textos sobre o assunto. Nos demais livros são observados o que já é previsto nas Orientações Curriculares:

Os autores desses materiais afirmam, muitas vezes, que contemplam os PCNEM, referindo-se a conteúdos ilustrados e a exemplos de aplicações tecnológicas. Um olhar um pouco mais acurado mostra, no entanto, que isso não vai além de tratamentos periféricos, quase que para satisfazer eventuais curiosidades, sem esforço de tratar da dimensão ou do significado conceitual e, muito menos, de preocupação por uma abordagem referida no contexto real e tratamento interdisciplinar, com implicações que extrapolem os limites ali definidos. Na essência, aparecem os mesmos conteúdos, nas mesmas séries, com pouca significação de conceitos que permitam estimular o pensamento analítico do mundo, do ser humano e das criações humanas (BRASIL, 2006, p. 101).

Em se tratando de significação de conceitos, os livros 1, 2, 3 e 4 enfatizam aspectos quantitativos, matemáticos. Os conceitos geralmente são apresentados de forma pronta, ou seja, não há uma discussão que permita ao aluno pelo menos desenvolver uma ideia sobre o assunto. Percebe-se que ao final do estudo, o aluno será capaz de determinar mediante cálculos, os valores de constantes e deduzir o sentido do deslocamento do equilíbrio, algo já descrito em Machado e Aragão (1996), mas talvez não seja capaz de fazer uma análise qualitativa sobre o comportamento de uma determinada reação se alguma condição externa for alterada, como por exemplo, a temperatura.

Souza e Cardoso (2008) discutem a complexidade de se trabalhar o assunto EQ, atribuindo ao tema, dificuldades encontradas por parte dos alunos e dos professores a falta de discussão e reflexão prévia dos aspectos qualitativos que envolvem o EQ. Esta prática leva ao não desenvolvimento de um raciocínio teórico-abstrato, induzindo o aluno a um conceito de que o EQ é algo macroscópico, deixando de lado a dinâmica microscópica que envolve o fenômeno. É essencial a permanente relação entre o os níveis micro e macroscópico do fenômeno (LEAL, 2010).

Uma observação em relação aos conteúdos de EQ nos livros 1 e 2, é que a quantidade de conceitos e informações é extensa. Isto poderá levar o professor a ter uma postura conteudista uma vez que, muitos seguem sistematicamente os conteúdos do livro didático, não fazendo uma seleção dos assuntos de maior relevância.

O livro 3 apresenta uma proposta crescente de complexidade dos conceitos, entretanto, não é identificado a contextualização do EQ. Já o livro 4, apresenta os

conteúdos de EQ de forma simplificada, o que pode gerar construções conceituais equivocadas (BRASIL, 2007, p. 41).

No livro 5, os autores adotam uma metodologia onde os conceitos são trabalhados de forma a colocar o aluno como sujeito ativo na construção do conhecimento. Os autores iniciam o capítulo com um texto introdutório e em seguida, utilizam uma atividade prática para a investigação do fenômeno de reversibilidade de uma reação. Após a descrição e a realização da atividade, uma série de questionamentos é feita aos alunos com o objetivo de que eles descrevam o que foi observado e desta forma, dialoguem com o professor na construção dos conceitos.

Eventos do cotidiano dos alunos são utilizados como proposta a abordagem e a discussão de temas conceituais. Por exemplo, no estudo de EQ envolvendo ácidos e bases, os autores trabalham o assunto em volta das frutas cítricas, e em um contexto ambiental, o EQ é tratado de forma interdisciplinar, mediante discussão do ciclo do carbono, enfatizando as reações de acidificação dos oceanos e sua implicação na vida aquática. No desenvolvimento do capítulo, essa prática é constante e à medida que o assunto avança, a complexidade aumenta.

A utilização de temas problematizadores de questões de relevância social para trabalhar os conteúdos de Química é a premissa do livro 6. A unidade que se refere ao estudo do EQ, os autores utilizam a água como tema gerador. O capítulo específico de EQ tem início com um texto sobre saneamento básico como forma de sugerir uma discussão e reflexão pelos alunos sobre este problema social. Na medida em que o capítulo vai sendo trabalhado, os conceitos vão sendo discutidos por meio de perguntas, atividades práticas e textos explicativos, atendendo assim, o disposto nas Orientações Curriculares, onde é defendida uma abordagem de temas sociais, relacionando teoria e prática em busca da significação dos conceitos e da importância social e ambiental do conhecimento de Química. Outra característica deste livro é a retomada de assuntos já estudados, mantendo uma articulação entre os “velhos” e os novos assuntos.

A relação com outras áreas científicas são identificados em todos os livros, diferenciando-os na forma em que eles são abordados. Para exemplificar esta relação, nos livros 1, 2 e 5 o EQ é tratado sob a ótica da Biologia quando os autores discutem o tamponamento do sangue. Apesar deste ponto comum, os livros 1 e 2 apenas comentam de forma superficial sobre este EQ em textos periféricos,

enquanto que, o livro 5, faz um detalhamento do que acontece em nosso sangue em nível molecular e além da explicação do tamponamento, este fenômeno é relacionado as dores que aparecem em um indivíduo após atividades físicas. Outra abordagem comum nos três livros é o EQ entre o gás oxigênio e a hemoglobina no sangue associando-o ao desconforto fisiológico que uma pessoa sente em ambientes de altitude elevada. Esta abordagem também é discutida no livro 6.

O livro 3 também menciona este equilíbrio³⁸, porém, a discussão é apresentada sob o ponto de vista da produção de energia nas células e a substituição do O₂ por CO, o que causa o envenenamento e morte por asfixia.

No livro 4 a relação com outras áreas do conhecimento não é identificado nos capítulos referentes ao EQ a não ser o uso de conhecimentos matemáticos para o desenvolvimento dos cálculos, aspecto presente em todos os livros.

Questões ambientais relacionadas ao EQ também aparecem nos livros³⁹, uma vez que este tema é obrigatório segundo os PCN. Todos citam a chuva ácida como abordagem conceitual do EQ. Para Maia, et al (2005), o meio ambiente tornou-se de grande interesse, pois permite desenvolver o conhecimento sobre as transformações que ocorrem nele, aproximando a Química do cotidiano do aluno.

Ressalta-se aqui a integração científica entre os conceitos de EQ e os problemas sociais abordados no livro 6. A forma em que os conceitos são conduzidos permite ao aluno ser participativo no processo e deixa claro o envolvimento com outras áreas de conhecimento quando os autores propõem atividades na seção Pense, Debata e Entenda indicando no quadro quais áreas podem ser trabalhadas em conjunto com a Química⁴⁰.

Em relação à sequência de conteúdos, todos os livros, com exceção do livro 5, trazem Termoquímica⁴¹ e Cinética Química como assuntos que precedem o EQ, e de fato, estes conteúdos são fundamentais na compreensão de EQ. No entanto, nos livros 1, 2, 3 e 4, os autores abordam o EQ sob o ponto de vista da Cinética Química, relacionando o estado de Equilíbrio a velocidade das reações.

³⁸ EQ entre o gás oxigênio e a hemoglobina.

³⁹ Com exceção do livro 4.

⁴⁰ Os autores colocam nas perguntas o nome da área que pode atuar em parceria com a Química no desenvolvimento da atividade proposta, por exemplo, matemática, biologia e matemática aparecem nas perguntas relacionadas com o EQ. Isto propicia um trabalho interdisciplinar, que é previsto no PCNEM.

⁴¹ A importância deste tópico para o ensino de EQ se deve principalmente a Termodinâmica.

No livro 5, os autores não fazem uso da Cinética Química, nem como conteúdo prévio e nem no desenvolvimento do capítulo referente ao EQ, enquanto que, no livro 6, a Cinética Química é citada apenas no final das discussões, o que demonstra que para os autores destes livros, a contribuição da Cinética Química para o aprendizado de EQ é algo complementar ou desnecessário para o Ensino Médio, conforme descrito por Sabadini e Bianchi (2007). Segundo estes autores:

Os livros textos que abordam o conceito de equilíbrio químico, sob o ponto de vista da cinética química, deixam de apresentar aos leitores o fato de que as reações químicas são regidas pelas leis universais que descrevem as transformações da natureza (p. 10).

Desta forma, a espontaneidade de uma reação química está associada à necessidade de se formar um novo arranjo das ligações químicas dos reagentes envolvidos a fim de se obter estabilidade, logo, esta característica está prevista nas Leis da Termodinâmica, uma vez que, para se formar novas ligações, as existentes devem ser quebradas, portanto, há a liberação de energia. A medida da energia liberada permite saber quanto existe de reagentes e produtos em uma situação de equilíbrio, o que não é previsto pela Cinética Química.

Conforme Sabadini e Bianchi (2007, p.13):

[...] podemos pensar no ganho que professores e alunos teriam se a abordagem de equilíbrio químico no Ensino Médio fosse feita do ponto de vista termodinâmico. O conceito de equilíbrio químico seria apresentado de forma precisa. A inserção das reações químicas nas transformações gerais da natureza evitaria a desnecessária fragmentação de conceitos.

Porém, se analisarmos que para uma reação química acontecer é necessário primeiramente ocorrer um contato entre os reagentes envolvidos, a Teoria das Colisões estudadas na Cinética Química constitui um fator importante para o entendimento do EQ em nível microscópico.

Este aspecto é defendido por Souza e Cardoso (2008, p.56), onde se propõem que:

A utilização dos fatores cinéticos representados na teoria das colisões talvez seja uma alternativa a essa postura, em direção ao desenvolvimento do raciocínio abstrato e teórico por parte dos estudantes, melhorando seu entendimento microscópico da natureza.

Independente do ponto de vista, cinético ou termodinâmico, é evidente a preocupação da utilização de modelos que contemplem o desenvolvimento cognitivo dos alunos, tornando-os pessoas ativas no processo de aprendizagem e capazes de

desenvolver raciocínios macro e microscópico para o entendimento das transformações naturais que envolvem os conceitos de EQ.

Portanto, o conhecimento científico mais apurado permite um entendimento mais dinâmico e universal sobre as transformações químicas, evitando assim, o acúmulo de conhecimentos compartimentados.

2.3.3 O uso de experimentos

O uso de experimentos é considerado um recurso útil para promover a aprendizagem, uma vez que permitem ao professor e aos alunos, confirmar uma teoria a partir dos conceitos, leis e definições já estudadas e a partir daí construir novos conceitos ou servir como motivador para discussões. Espera-se assim, através de uma prática dialógica, dar condições para que professor e alunos possam construir o conceito sobre um determinado tema (LIMA e MARCONDES, 2005).

Segundo Giordan (1999 e 2008), os experimentos despertam o interesse dos alunos e os deixam motivados. São empregados como recurso para adquirir conhecimentos desde a época aristotélica, ocupando papel essencial no desenvolvimento das ciências naturais no século XVII, contribuindo para a proposição de uma metodologia científica pautada em características indutivas e dedutivas, tornando-se o procedimento central de legitimar a ciência.

Porém, existem pesquisas que mostram que os próprios professores possuem uma visão simplista em relação ao uso de experimentos. Desvinculam o estudo científico da vida do aluno através de uma visão equivocada de ciência (LIMA e MARCONDES, 2005) ou mesmo por falta de conhecimento daquilo que se propõem a ensinar. Tal evidência se constata quando uma atividade prática é utilizada apenas para confirmar uma teoria através de coleta de dados, sem discussão e elaboração conceitual do que foi observado ou ainda, quando para o professor, o uso de um experimento irá resolver todos os problemas de aprendizagem dos alunos.

Para Hodson (1994), há a necessidade de se repensar o uso dos experimentos para que este recurso não seja subutilizado pelos professores, sendo necessário um currículo que considere pressupostos pedagógicos e filosóficos da ciência, possibilitando de fato a aprendizagem de forma correta. Deve haver uma

mudança de conceitos sobre o que é um experimento, de maneira a adaptá-lo a meta estabelecida.

A utilização de experimentos como estratégia de ensino é considerada, pelas políticas educacionais brasileiras, algo importante para o desenvolvimento intelectual dos alunos, e que deve ser abordado no livro didático, sendo um dos critérios de avaliação adotado pelo MEC na escolha dos livros didáticos para o ensino médio.

As Orientações Curriculares descrevem o perfil desta estratégia:

A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. Assim, a idéia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual. As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual. As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes (BRASIL, 2006, p. 26).

A utilização de experimentos para o ensino de ciências, em especial o ensino de EQ, deve seguir alguns pressupostos onde este recurso não sirva apenas como forma de apresentar o conteúdo, mas que contribua para o desenvolvimento conceitual e correto do tema, não se prendendo ao tecnicismo, permitindo ao aluno a aplicação deste conhecimento de forma significativa⁴².

Em relação aos livros avaliados, todos trazem ilustrações demonstrando experimentos que abordam o EQ. Um exemplo⁴³ é o uso de figuras representando o EQ entre dióxido de nitrogênio (castanho) e tetróxido de dinitrogênio (incolor) existente quando se altera a temperatura de um recipiente contendo estes gases e é observada a mudança na coloração.

⁴² Aplicar o conhecimento adquirido para resolver ou pelo menos não ser omissos em problemas de seu dia a dia. Por exemplo, entender como através do conhecimento em EQ o indivíduo pode agir na sociedade e contribuir para os problemas ocasionados pelo lixo gerado em sua comunidade.

⁴³ $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$. Este exemplo experimental é apresentado nos livros 1, 2, 3 e 6. No livro 4, os autores apresentam fotos demonstrando um experimento passo a passo de EQ de complexação de envolvendo íons ferro III, já o livro 5 aborda um experimento utilizando íons dicromato e cromato.

Nos livros 1, 3 e 4, não tem indicações ou propostas de atividades práticas para serem desenvolvidas pelos professores e alunos para demonstrar o EQ. Há sim como citado anteriormente, figuras demonstrando situações experimentais na tentativa de motivar o aluno a pensar sobre o assunto através de coleta de dados⁴⁴. Os autores colocam as figuras e as representações químicas junto com dados experimentais e em seguida desenvolvem o tema. Já está tudo pronto para que o aluno apenas reproduza estes dados em equações matemáticas ou químicas, sem um caráter investigativo do fenômeno.

O livro 2 apresenta três propostas de atividades práticas relacionadas ao EQ. É indicado pelos autores que o professor deve executar os procedimentos e utilizar equipamentos de segurança, uma vez que os reagentes podem oferecer riscos, como irritações a pele e olhos.

Todos os experimentos vêm após uma extensa apresentação de conceitos e exercícios, logo, eles estão sendo utilizados para confirmar as teorias estudadas baseados em coletas de dados. Um dos experimentos propostos é a utilização de materiais de fácil aquisição para o estudo do EQ entre ácidos e bases, como extrato de repolho roxo, materiais de limpeza (sabão, detergente), vinagre e antiácidos estomacais. Apesar da iniciativa, não existe uma discussão sobre a natureza do fenômeno observado, apenas questionamentos sobre observações macroscópicas⁴⁵ ou a simples representação simbólica das reações ocorridas. O livro 5 também adota esta linha experimental, entretanto, com outras metodologias e que será discutido adiante.

Este tipo de experimentação sem reflexão é apresentado por Hodson (1994), como um meio de obter informações sem considerar as ideias dos alunos sobre o assunto, o que pode tornar esta prática um recurso inútil em termos pedagógicos.

Percebe-se no livro 5, uma postura construtivista. Segundo Carvalho e Gil-Perez (2009) o construtivismo surge de situações problema, onde o aluno é orientado à pesquisa e investigação, é incentivado a trabalhar em grupo e, por meio da interação entre professores e alunos, surge a (re)construção do conhecimento.

A intenção de trabalhar o assunto EQ com a participação do aluno fica evidente nas atividades práticas, que são duas. O livro traz uma breve introdução

⁴⁴ O uso da expressão coleta de dados é uma indicação dos próprios autores nos livros 2 e 4.

⁴⁵ Em um experimento com indicadores ácido-base, é feita a seguinte pergunta: Quais foram às cores obtidas? Não há uma discussão ou uma explicação do porque houve a mudança de cor.

sobre EQ e desenvolve o tema a partir do experimento⁴⁶. Não é apresentado ao aluno os conceitos ou definições prontas, como são observados nos livros 1, 2, 3 e 4. Utilizando de perguntas, os autores propõem um caráter investigativo e que leva a discussão dos fenômenos observados, podendo resultar em uma aprendizagem significativa, uma vez que professor, material didático e aluno interagem entre si.

Um ponto em comum entre os livros 2 e 5 é a utilização do experimento envolvendo o repolho roxo, citado anteriormente. Entretanto, no livro 5 os autores apresentam o experimento de uma maneira mais detalhada inclusive informando o pH da mistura para que os alunos possam relacionar a mudança de cor com a faixa de pH. A partir dos resultados observados, os autores questionam a acidez e a alcalinidade dos produtos, e indaga o aluno a seguinte pergunta: “Por que não é correto, do ponto de vista científico, afirmar, como em algumas propagandas de xampu: ‘Xampu com pH neutro?’” (p. 322). Nesta pergunta, fica clara a preocupação conceitual do assunto pelos autores, em diferenciar o ponto de vista científico do senso comum e a criação de uma situação-problema (EIRAS apud LEAL, 2010, p. 30).

Os autores dos livros 2 e 5 demonstram com este experimento, a preocupação em levar o assunto para o dia-a-dia do aluno, tornando a aula mais interessante o que é confirmado por Teófilo, Braathen e Rubinger (2002, p. 44) que afirmam:

A utilização de materiais que estão presentes no cotidiano dos alunos pode tornar a aula mais interessante. Além disto, os alunos aprendem que a Química extrapola as paredes do laboratório e está presente em suas casas e em outros setores da sociedade.

Os autores do livro 6 propõem uma atividade prática com uso de reagentes para demonstrar a reversibilidade de reações químicas, porém, não apresentam uma atividade prática, que incentive ou que possa ser desenvolvida pelo professor e/ou alunos, que demonstre uma situação de EQ.

Dois fatores devem ser considerados para a realização de atividades práticas experimentais sobre EQ.

Primeiro fator, a inexistência de reagentes e materiais nas escolas públicas. É fato que muitas escolas não possuem estrutura física e nem materiais para a

⁴⁶ Os autores utilizam um experimento existente entre íons cromato e dicromato em soluções para explicar a reversibilidade de reações e abordar o EQ.

realização dos experimentos propostos nos livros didáticos, problemas expostos por Silva e Zanon apud Giani (2010).

Cabe então ao professor, investigar outras possibilidades para a realização de experimentos, como por exemplo, a utilização de simulações computacionais defendidas por alguns autores, entre eles Hodson (1994), Giordan (1999, 2008) e Silva, Machado e Tunes (2010) como forma de suprir a falta de recursos, como a ausência de laboratório ou de reagentes, e ainda, como instrumento que poderá contribuir para o desenvolvimento de modelos mentais, sendo assim, podendo auxiliar no desenvolvimento da cognição do aluno.

Aí vem o segundo fator, a falta de preparo e conhecimento científico de muitos professores. Carvalho e Gil-Perez (2009) consideram que a falta de conhecimentos científicos é a principal dificuldade encontrada por professores para desenvolver atividades que inovem sua prática de ensino, podemos incluir aqui, a inovação ou a busca por experimentos que contribuam para o ensino de EQ.

Logo, não basta apenas realizar experimentos. O professor tem que ter conhecimento conceitual e filosófico daquilo que está fazendo para que a prática não se torne apenas uma repetição de um procedimento estabelecido, e mais, temos que considerar que um experimento por si só não garante a aprendizagem, mas se bem articulado através de discussões, emprego correto dos conceitos de maneira que possibilite ao aluno desenvolver suas ideias e/ou modificá-las e a reflexão sobre o que está sendo observado no experimento, propiciará o desenvolvimento científico do aluno. Segundo Hodson (1994), a única forma de se fazer ciência é praticando ciências⁴⁷, sendo o trabalho prático experimental muito importante para isto.

Portanto, o aluno deve estar inserido neste contexto como um agente ativo, e o professor, um fomentador deste processo.

2.3.4 A utilização de analogias

No processo de ensino, são diversos os modelos adotados em livros didáticos como forma de auxiliar os alunos na compreensão de conceitos por meio

⁴⁷ Não no sentido de fazer somente experimentos práticos, mas também, exercer um papel de leitura, discussão e reflexão do que está sendo proposto.

da representação concreta de um fenômeno. Dentre estes modelos, estão as analogias⁴⁸ (MILAGRES e JUSTI, 2001).

A Química é uma ciência que faz uso recorrente de modelos analógicos na tentativa de conseguir explicar um fenômeno que não é observável. O uso deste recurso pode estar associado às dificuldades que temos em abordar novos conhecimentos por intermédio de uma linguagem que dê sentido ao que se propõe a explicar, e que não é acessível aos alunos, sobretudo, no ensino de EQ (RAVILOLO e GARRITZ, 2008).

Diversos autores definem ou conceituam a analogia como forma de comparar o que se deseja ensinar com algo que já é do conhecimento ou que seja de fácil assimilação pelo aluno.

Para Mól (1999), a analogia é uma comparação construída entre dois conceitos, experimentos ou situações, sendo que um servirá de referência para a comparação – algo já conhecido pelos estudantes – com o conceito que se deseja ensinar.

Duarte (2004) diz que analogia é entendida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios de conhecimentos diferentes, um conhecido e outro desconhecido.

Para Oliva (2004) as analogias são comparações entre fenômenos que mantêm certa semelhança a nível funcional ou estrutural.

Entretanto, outros autores apresentam termos diferentes para se referir a esse modelo de ensino. Este aspecto foi abordado por Duarte (2004), onde:

Frequentemente, o termo analogia é utilizado de forma indistinta com outros como metáfora, modelo, símile e exemplo. Alguns autores, como Dagher & Cossman (1992) e Dagher (1995a), não procedem à distinção entre os três primeiros e falam de analogia conotando-a com toda a família de similaridades, incluindo metáforas, modelos e símiles. Nesta linha de pensamento, a analogia refere-se a todas as situações em que "se utiliza uma situação semelhante a um fenômeno não familiar que se quer explicar" (Dagher & Cossman, 1992, p.364). Por seu lado, Vosniadou & Ortony (1989) referem a existência de duas variantes de analogia: uma relação no mesmo domínio, também designado por metáfora, e uma relação entre domínios, ou simplesmente o que, em termos literários, é designado por analogia. A metáfora compara implicitamente, acentuando aspectos ou qualidades que não coincidem nos dois domínios. Perelman (1993) considera que a metáfora não é mais do que uma analogia condensada,

⁴⁸ Esta etapa da pesquisa resultou na publicação do trabalho: ROCHA, Edimarcio F. da; MELLO, Irene C. de. **Analogias no ensino de equilíbrio químico**: estratégia proposta nos livros didáticos de química brasileiros. In: Actas del I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tandil, Argentina, novembro de 2011.

obtida a partir da fusão do *tema* e do *foro*. Outros autores, como Duit (1991), embora reconhecendo que a palavra modelo tem múltiplos significados, o que torna difícil a sua definição, considera que analogia não deve ser confundida com modelo, correspondendo este a uma representação de partes de estruturas do domínio alvo. O símile não especifica detalhes acerca de quais são os elementos de cada um dos sistemas que se relacionam; parte da analogia fica de forma tácita (Oliva, 2004). O exemplo distingue-se da analogia porque não estabelece comparações entre traços semelhantes de dois conceitos (Duit, 1991).

Como se vê, existem diferenças entre os termos empregados referentes a analogias⁴⁹ e esta citação exemplifica bem isto.

O levantamento realizado sobre as analogias em EQ nos livros didáticos propostos pelo PNLEM 2008 tem o objetivo de verificar como estas analogias são empregadas pelos autores e de que forma elas contribuem para a aprendizagem do fenômeno, portanto, não é do interesse abordar as outras denominações discutidas por Duarte (2004)⁵⁰.

Para que uma analogia seja um modelo de ensino útil, ela deve possuir um conteúdo familiar ao aluno (este conteúdo servirá de base), e outro que é desconhecido por eles (REIGELUTH apud MONTEIRO e JUSTI, 2000) e que estes dois conteúdos - conhecidos e desconhecidos - possuam um conjunto de relações que permitam atingir o objetivo desejado (RAVILOLO e GARRITZ, 2008).

Desta forma, é necessário que o professor tenha o domínio daquilo que se deseja ensinar por meio de uma analogia. Ele deve conhecer o conteúdo profundamente para poder traduzi-lo em uma situação onde o aluno possa entender o conceito (GALAGOVSKY e ADÚRIZ-BRAVO, 2001) para que ela não se torne um instrumento negativo de ensino.

Seguindo essa possibilidade levantada por Galagovsky e Adúriz-Bravo, Mól (1999), Duarte (2004) e Raviolo e Garritz (2008) concordam que o uso de analogias ajuda a desenvolver a percepção cognitiva do aluno, facilitando a compreensão abstrata do conceito e servindo como elemento motivacional para a aula, contudo, a analogia pode ser interpretada pelo aluno como sendo o próprio conceito estudado, promovendo a retenção de aspectos superficiais e contribuindo para a geração de compreensões erradas.

⁴⁹ Nessa discussão, as analogias serão tratadas como um modelo de ensino, conforme proposto por Milagres e Justi, 2001.

⁵⁰ A citação é válida para esclarecer possíveis dúvidas que podem surgir sobre os termos.

Raviolo e Garritz (2008) apresentam uma revisão bibliográfica sobre analogias no ensino de EQ onde à discussão sobre essa dualidade⁵¹ existente ou que pode existir no uso de uma analogia no ensino de química é histórica. Estes autores relatam que esse aspecto dualístico da analogia já era citado por Lewis em 1933 em um artigo no *Journal of Chemical Education*. No artigo, Lewis ressaltava as vantagens e desvantagens das analogias e já advertia “sobre o perigo que elas podem se constituir ao gerar ideias não desejadas na mente dos estudantes” (RAVILOLO e GARRITZ, 2008, p. 22).

O levantamento feito por Raviolo e Garritz (2008) sobre analogias relacionadas ao EQ, apontou o uso deste modelo de ensino em 73 obras⁵² que utilizam desse recurso para explicar os conceitos de EQ. Observou-se que algumas dessas analogias foram adaptadas pelos autores nos livros didáticos de Química brasileiros propostos no PNLEM 2008.

A tabela 3 apresenta as analogias relacionadas ao EQ encontradas nos livros didáticos e os conceitos relacionados a elas.

Tabela 3: Analogias relacionadas ao EQ e conceitos relacionados em cada livro

Livro	Analogia	Página	Conceitos
1	Análogo matemático	252	Dedução de constante
	Artistas circenses	180	Importância do EQ
	Pessoas andando/correndo em uma esteira ergométrica	183	Estado estacionário do EQ
2	Trecho de estrada	185	Grau de equilíbrio de uma reação química
	Boneco João-teimoso	187	Lei da ação de massas Constante de equilíbrio
	Vasos comunicantes	201	Reversibilidade das reações Deslocamento do equilíbrio
3	Pessoas andando/correndo em uma esteira ergométrica	438	Equilíbrio dinâmico Velocidade das reações
4	A história do velho sábio	468	Equilíbrio dinâmico Velocidade das reações Concentração dos reagentes
5	Não encontrada	-	-
6	Não encontrada	-	-

⁵¹Referente ao fato da analogia poder ajudar ou prejudicar na explicação do conceito dependendo de como ela é trabalhada.

⁵² Revistas científicas, projetos e livros texto, sendo a mais antiga de 1926 e a mais recente de 2006, p. 14-5.

No livro 1, foi encontrada uma analogia classificada como matemática por Wood (apud RAVIOLO e GARRITZ, 2008, p. 14). Nela, os autores fazem a dedução da fórmula matemática para a constante de hidrólise de uma espécie derivada de um ácido a partir das equações das reações químicas e em seguida utilizam a expressão “analogamente” (p. 252) para deduzir a constante para uma espécie derivada de uma base. Este tipo de analogia pode induzir o aluno apenas a um entendimento matemático⁵³ do assunto, não considerando aspectos conceituais e microscópicos do fenômeno envolvido.

Uma foto com artistas circenses formando uma pirâmide humana (figura 4), abre o capítulo sobre EQ do livro 2, e logo abaixo vem a inscrição “o equilíbrio é fundamental” (p. 180). Não existe uma explicação diferenciando ou relacionando este estado de equilíbrio dos artistas com o EQ.



Figura 4: Analogia artistas circenses

Ainda no livro 2, os autores fazem por meio de uma analogia, uma observação dizendo que o EQ é chamado de estado estacionário ao considerarem aspectos macroscópicos. Na sequência, descrevem que o EQ é dinâmico em nível microscópico e explicam o que acontece macroscopicamente utilizando uma foto que demonstra pessoas correndo em esteiras ergométricas (figura 5) e fazem a seguinte comparação:

“O estado de equilíbrio ou estacionário se parece com a situação de uma pessoa correndo em uma esteira ergométrica: a esteira se desloca para trás, enquanto a pessoa corre para frente e permanece no lugar”, p. 183.

⁵³ Discutido anteriormente no item Abordagem conceitual relacionada ao EQ.

Nenhum outro livro cita “este” estado estacionário do equilíbrio. Esta afirmação de que o EQ é estacionário pode confundir ainda mais o aluno, já que de fato, o EQ é dinâmico e em momento algum deve ser tratado como algo “parado”.



Figura 5: Analogia da esteira ergométrica

Com esta analogia, os autores também explicam que as velocidades das reações, direta e inversa, são iguais, porém, poderiam utilizar esta analogia para explicar o caráter dinâmico do EQ e sua relação com algo estático, uma vez que, à medida que a velocidade da esteira aumenta, a pessoa tem que aumentar a velocidade das passadas, e que segundo Milagres e Justi (2001, p. 46), “nesta situação, o aluno pode perceber o significado de uma situação dinâmica (uma pessoa correndo) resultando em algo estático (a não modificação da posição dessa pessoa)”.

Da forma que os autores utilizaram esta analogia pode resultar na compreensão equivocada do significado de EQ, ou ainda, segundo Raviolo e Garriz (2008, p. 15), “esse tipo de analogia pode causar dificuldades na compreensão de aspectos microscópicos e confusões relacionadas à cinética da reação”.

Este livro também apresenta uma analogia entre o rendimento da reação e o grau de equilíbrio com um trecho de estrada (figura 6). Por meio dessa analogia, o autor explica que uma reação química em equilíbrio não é completa, mostrando na figura, a extensão de uma estrada como sendo a distância que a reação química percorreu.

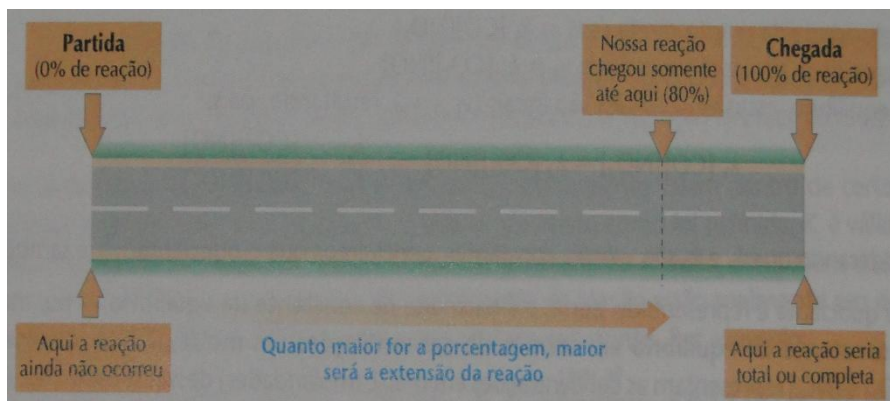


Figura 6: Analogia trecho de estrada

Na sequência, o autor traz a seguinte explicação:

“A ideia que acabamos de apresentar é traduzida comumente pelo chamado grau de equilíbrio [...] p. 185”.

Para Júnior et al (2011, p.96):

A despeito dessa analogia contribuir para o conceito de extensão, a mesma também não compreende os aspectos microscópicos fundamentais do equilíbrio químico. De tal maneira, é necessário que se delimite especificamente para qual situação a mesma é válida.

Outra analogia apresentada nesse livro é a figura de um boneco do tipo João-teimoso⁵⁴ (figura 7), para explicar o que ocorre quando o meio reacional deixa de estar em equilíbrio devido haver mais produtos do que reagentes em relação ao estado de EQ. Comparando essa situação envolvendo a concentração das substâncias com o boneco, os autores utilizam a seguinte frase:

*“[...] a reação teria **ultrapassado** o ponto de equilíbrio; uma vez que isso não pode acontecer, a reação seria “obrigada” a voltar ao equilíbrio (assim como um boneco do tipo João-teimoso),” p. 187.*



Figura 7: Analogia boneco João-teimoso

⁵⁴ Boneco João-teimoso é um brinquedo inflável.

Fazendo o uso da figura do boneco, os autores explicam:

“Quando um boneco do tipo João-teimoso é empurrado, ele acaba voltando à posição de equilíbrio”, p. 187.

Tanto a analogia dos artistas circenses quanto a do boneco João-teimoso, podem dar entendimento ao aluno de que o EQ é resultado de um equilíbrio de forças (MILAGRES e JUSTI, 2001, p. 43) e não da reação entre as substâncias envolvidas.

Conforme Raviolo e Garriz (2008), apesar de essas analogias abordarem aspectos como equilíbrio dinâmico, reversibilidade de reações, dedução de fórmulas, e perturbação do equilíbrio, elas podem dar entendimento de que a concentração dos reagentes é igual a dos produtos e não expressam o que acontece a nível atômico-molecular.

A última analogia relacionada ao EQ encontrada no livro 2 é a utilização de uma figura demonstrando um sistema de vasos comunicantes (figura 8) para explicar o deslocamento do equilíbrio.

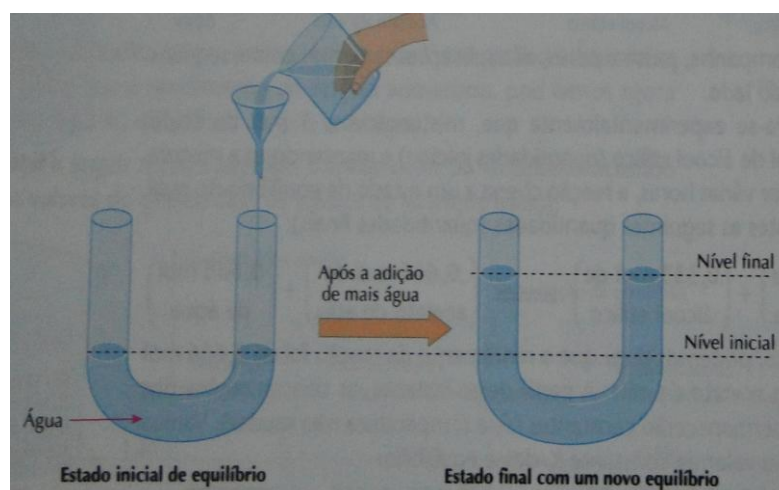


Figura 8: Analogia vasos comunicantes

Esse tipo de analogia foi categorizado por Raviolo e Garriz (2008), como fenômenos de fluxo ou transferência de fluidos.

Analogias deste tipo foram usadas pela primeira vez em 1948 por Sorum, sendo apresentada por diversos outros autores (KAUFFMAN; DONATI; JUBERT; ANDRADE GAMBOA, apud RAVIOLO e GARRITZ, 2008, p. 21) de formas diferentes, porém, com a mesma finalidade.

Essa analogia utiliza um tubo de vidro em forma de “U” contendo certa quantidade de água que apresentam o mesmo nível dos dois lados do tubo. Ao ser adicionado mais água em um dos lados do tubo, ocorrerá à perturbação do equilíbrio, que ficará momentaneamente desequilibrado, desta forma, a água se desloca e atinge um novo estado de equilíbrio.

Na comparação, os autores descrevem que algo semelhante acontece nas reações químicas. Para Raviolo e Garritz (2008, p. 21), esse tipo de analogia “conduz à concepção errônea de considerar o equilíbrio químico como uma situação na qual as quantidades de reagentes e produtos são iguais”.

Analogias como as representadas pelas figuras 4 e 7, podem transmitir a ideia de que o EQ é algo estático, podendo colaborar para a fixação de conceitos errados na mente dos alunos de tal maneira que não possam ser desfeitos ou reformulados uma vez que o modelo estará formado e associado às figuras.

No livro 3, na abertura do capítulo sobre EQ é utilizada uma foto de uma pessoa correndo na esteira para explicar o fenômeno (semelhante a figura 5). Essa mesma analogia aparece no livro 2, porém, naquele momento, os autores a utilizaram para exemplificar a característica estacionária do fenômeno em nível macroscópico. No livro 3, essa analogia é utilizada para explicar o dinamismo de um EQ, e assim, os autores iniciam o capítulo:

“A foto usada na abertura deste capítulo dá-nos uma idéia (sic) de como um equilíbrio químico se apresenta. Podemos perceber que uma pessoa caminha, mas mesmo assim não sai do lugar, isso porque a esteira que ela utiliza ‘caminha’ no sentido contrário ao seu com velocidade idêntica à sua. É exatamente essa a idéia na qual o equilíbrio químico está baseado”, p. 438.

Em seguida, os autores fazem uma discussão sobre o EQ existente na hidrólise da sacarose para explicar a condição dinâmica do EQ e que esse aspecto ocorre devido à igualdade das velocidades nos dois sentidos da reação. Em momento algum, o texto relaciona à condição dinâmica da reação apresentada com a caminhada na esteira, deixando vaga a correlação dos dois domínios.

Para Dagher apud Mól (1999, p. 38), “os autores de textos e professores necessitam dar atenção especial ao nível de detalhe e discussão quando guiam os estudantes à compreensão de analogias”, ou, fica a analogia por ela mesma, como se ela fosse o conceito a ser estudado (RAVILOLO e GARRITZ, 2008).

O EQ é uma condição que ocorre em nível microscópico e que pode ser relacionado a algo macro (andar na esteira), no entanto, segundo Raviolo e Garritz

(2008, p. 15), “esse tipo de analogia pode causar dificuldades na compreensão de aspectos microscópicos (colisões entre as moléculas) e confusões relacionadas à cinética da reação”.

A história do velho sábio (p. 468) é a analogia utilizada no livro 4 e segundo os autores, ela é uma adaptação da analogia proposta por Dickerson e Geis para explicar o dinamismo em uma situação de EQ. Originalmente, essa analogia se trata de uma “guerra de maçãs ou bolas entre dois grupos de pessoas” (RAVILOLO e GARRITZ, 2008, p. 15).

Na adaptação, no lugar das maçãs ou bolas, os autores utilizam mamonas e refazem a história que se baseia em dois grupos em quintais diferentes jogando mamonas uns nos outros. Como um grupo é formado por um “velho”, a velocidade que ele devolve as mamonas é mais lenta no começo da guerra e vai aumentando no decorrer da disputa. O outro grupo formado por três amigos lançam as mamonas com mais rapidez no início e essa velocidade vai diminuindo uma vez que, a quantidade de mamonas do lado deles vai diminuindo e apesar da quantidade de mamonas nos dois quintais não serem as mesmas, segundo os autores, essas quantidades permanece as mesmas devido à velocidade de lançamento dos dois grupos serem iguais.

Isso serve como comparação pelos autores para explicar que no EQ, as transformações são constantes, e que as velocidades das reações são as mesmas, relacionando a história com o dinamismo do EQ.

Segundo Raviolo e Garritz (2008, p. 17), “essa analogia contribui para a imagem de que reagentes e produtos se encontram em diferentes recipientes”, promovendo um erro conceitual, uma vez que reagentes e produtos coexistem em um mesmo sistema.

A utilização de fotos como meio de demonstrar uma analogia, como acontece nos livros 2 e 3, pode induzir, ou transmitir imprecisões conceituais, contribuindo para a construção de modelos mentais pelos alunos que não sejam satisfatórios para a compreensão dos fenômenos.

Segundo Lopes apud Mól (1999, p.39):

[...] o apelo às imagens fáceis, capazes de permitir ao aluno associação imediata com as idéias (sic) que lhe são familiares, mostra-se então como o caminho preferido dos livros didáticos... Transmite-se apenas a sombra da ciência, imprecisa e vaga.

Ou ainda, os autores dos livros 2 e 3 ao iniciarem os capítulos com fotos antes do conteúdo, tiveram o objetivo de criar um organizador para facilitar o processo de ensino, trazendo algo que é de conhecimento do aluno para relacioná-lo com o assunto, tornando-o significativo (CURTIS e REIGELUTH apud MÓL, 1999, p. 39-40).

Nos livros 5 e 6, não foram encontradas analogias referentes ao assunto EQ. Talvez esta característica nesses dois livros seja uma preocupação dos autores em expor uma analogia para um tema cujo conceitos possuem “caráter complexo e abstrato” (FABIÃO e DUARTE, 2006, p.29), e ela ser utilizada de maneira incorreta devido suas limitações ou despreparo do professor⁵⁵.

Mól (1999) deixa claro que uma analogia mal empregada pelo professor pode comprometer a aprendizagem dos conceitos científicos pelos alunos, e a não utilização da analogia, pode evitar que o aluno desenvolva obstáculos epistemológicos pelo assunto, porém, o mesmo autor considera que “as analogias [...] apresentadas nos livros didáticos, são importantes ferramentas para o processo de ensino-aprendizagem se forem utilizadas de forma consciente e adequada” (MÓL, 1999, p. 187).

Sem dúvida, as analogias podem contribuir para o processo de ensino e concordo com os autores aqui expostos quando estes colocam as vantagens e desvantagens deste recurso, até mesmo porque

[...] o uso de analogias pelos professores é uma prática corrente. Esta prática parece estar associada à tendência atual de relacionar o ensino de conceitos científicos a situações do cotidiano. Para os professores, as analogias representam situações do cotidiano. Estes professores imaginam que essas situações são concretas e simples, em oposição aos conceitos científicos que seriam abstratos e complexos (MÓL, 1999⁵⁶).

As analogias podem ter um lado negativo ou positivo, dependerá de como este recurso será trabalhado e do ponto de vista de quem a está avaliando.

Tomemos como exemplo a analogia da esteira ergométrica que aparece nos livros 2 e 3. Segundo Milagres e Justi (2001, p. 46), essa analogia é uma alternativa ao uso de modelos de ensino que trazem representações estáticas e pode ajudar o aluno a entender o sistema dinâmico em um EQ. Por outro lado, Raviolo e Garritz (2008, p. 15), apontam que este tipo de analogia pode causar confusões no

⁵⁵ Segundo Lewis apud Raviolo e Garritz (2008, p. 22), a analogia se torna desvantajosa devido a “certas hipóteses absurdas que os professores fazem ao superestimá-las”.

⁵⁶ Citação extraída do resumo da tese do autor, portanto, sem número de página.

entendimento do fenômeno em nível microscópico devido à possível relação com as velocidades das reações.

Segundo Echeverría, Mello e Gauche (2010) é necessário que o professor tenha um espírito crítico-analítico para a escolha de um livro didático e no caso das analogias, saber identificar se ela está adequada conceitualmente, e que isto sirva de critério, entre outros, para a escolha do livro didático. Portanto, cabe ao professor decidir se deve ou não utilizá-la levando em consideração suas próprias limitações conceituais sobre o tema, ou ainda, suas dificuldades em fazer a ponte de ligação entre o objeto de estudo e a analogia.

Por fim, a avaliação da apresentação do tema EQ nos livros didáticos resultou em uma reflexão mais criteriosa sobre o assunto, possibilitando o desenvolvimento de um material didático que empregue os conceitos de forma que evite os possíveis problemas aqui apresentados.

Logo, o desenvolvimento de uma Hiperídia como material didático poderá contribuir de forma significativa para o ensino de EQ, uma vez que este recurso possibilitará ao professor, demonstrar experimentos que ele não pode realizar devido à falta de estrutura, ou ainda, fazer simulações⁵⁷ de experimentos e utilizar modelos que representem situações que envolvam aspectos microscópicos, evitando, por exemplo, o uso de analogias que possam levar o aluno a um desenvolvimento conceitual errado sobre o EQ.

Considerando que o produto educacional elaborado foi pensado tendo como pressuposto os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, faz-se necessário uma reflexão sobre as Tecnologias Digitais e suas potencialidades na educação, sendo este, portanto o assunto do próximo capítulo.

⁵⁷ Há de ressaltar-se que “o papel da experimentação por simulação certamente não é o de substituir a experimentação fenomenológica proposta originalmente” (GIORDAN, 2008, p. 194).

CAPÍTULO 3
A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS COMPUTACIONAIS
NO ENSINO DE QUÍMICA

“Quanto mais ativamente uma pessoa participar da aquisição de um conhecimento, mais ela irá integrar e reter aquilo que aprender”.
(Pierre Lévy)

Este capítulo aborda a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas ao ensino, em específico a hipermídia como estratégia pedagógica para o ensino de Equilíbrio Químico.

3 As tecnologias da informação e comunicação: uma visão geral no ensino

O uso de recursos computacionais está disseminado em diversas áreas, entre elas, a educação. Diversos desses recursos são aplicados ao ensino e estão inseridos no que é chamado de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Segundo Gomes, Almeida e Recena (2009), as TIC proporcionam automação e comunicação ao usuário por meio da integração de funções de *hardware*, *software* e telecomunicações. Nesse contexto, a utilização de um computador (*hardware*) pelo professor pode ser uma ferramenta de ensino que por meio de um programa de computador (*software*), transmita uma informação ao aluno, possibilitando tornar os processos de ensinar e aprender mais dinâmicos e eficientes.

Para Brito (2001, p. 13):

A introdução de novas tecnologias na educação (principalmente da informática) deve-se à busca de soluções para promover melhorias no processo de ensino-aprendizagem, pois os recursos computacionais, adequadamente empregados, podem ampliar o conceito de aula, além de criar novas pontes cognitivas.

Sendo assim, a utilização de tecnologias diversificadas no ensino de química, e neste caso o uso de recursos computacionais, possivelmente, poderá contribuir com uma maior participação do aluno nas aulas, tornando-as mais significativas devido à dinâmica que a informática proporciona.

Uma aula preparada e aplicada utilizando recursos computacionais facilita a busca de informações por meio de *links*, por parte dos alunos que possuem algum tipo de dúvida, ou ainda, para recapitular um assunto já estudado que serve como requisito para o conceito novo e dessa forma, a aprendizagem pode ser potencializada, uma vez que os assuntos ganham a perspectiva de serem estudados em vários contextos, além da possibilidade de serem adaptados às diferenças “individuais de cada aluno” (BRITO, 2001, p.13).

O evento aula poderá ganhar um novo significado. Ela passará a ser diferente daquela mera exposição de conceitos prontos e que pedagogicamente se tornam uma repetição.

Há de ser considerada a possibilidade de o aluno estudar o assunto fora do ambiente escolar, em sua casa, por exemplo, e a aula pode se tornar virtual e nessa perspectiva, Mello (2009) discute como as TIC, em específico a telemática, podem mudar os conceitos de sala de aula, permitindo a constituição de novos ambientes de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, a hipermídia cria possibilidades para os alunos conduzirem seu aprendizado por se tratar de uma ferramenta interativa e que pode ser trabalhada em um espaço fora da escola.

O professor deixa de ser o personagem que detém o conhecimento e passa a exercer a função de orientador.

Para Giordan (2008), os computadores, quando aplicados para fins educacionais, influenciam os alunos na resolução de problemas devido à forma iconográfica em que os programas estão sendo construídos. Esta característica torna a utilização desses recursos mais intuitiva e amigável. Com este princípio, os programas de simulação possibilitam criar um ambiente que relaciona os aspectos macroscópicos com os microscópicos de um fenômeno, criando um cenário de referenciais para elaboração de significados pelo aluno, e assim, um ambiente de simulação, devido à combinação de diversas formas representacionais e das possibilidades de ação, pode desencadear no indivíduo, uma significação do fenômeno com alto valor cognitivo.

De acordo com Valdivia apud Bastos (2010, p. 41), as TIC agem positivamente na educação:

Ao final da primeira década do atual século, parece haver o reconhecimento de inúmeros benefícios que as TIC **podem** trazer à educação, qualquer que seja o modelo pedagógico dominante. Elas ampliam as oportunidades de aprendizagem a qualquer lugar e hora; articulam uma relação mais fluida e permanente entre estudantes e conhecimento; abrem oportunidades de aprendizagem ao longo da vida; criam comunidades de aprendizagem entre estudantes e docentes; ampliam as oportunidades de desenvolvimento profissional dos docentes; permitem a criação de novos canais de comunicação entre escola e comunidade, especialmente com os lares dos estudantes; e são poderosa ferramenta de gestão acadêmica e administrativa da escola e do sistema educacional [grifo do autor].

É possível que as TIC aplicadas no ensino possam fazer com que os indivíduos envolvidos no processo – alunos e professores – criem novas formas de

dar significados ao que está sendo ensinado e/ou aprendido (GIORDAN, 2008; MELLO, 2009).

Contextualizando o que dizem estes últimos autores, no ensino de química orgânica, por exemplo, possivelmente será muito mais fácil para o aluno entender uma cadeia carbônica em diversos aspectos quando esta é apresentada na tela de um computador por meio de um *software* que demonstre a molécula tridimensionalmente, com movimento e que permita sua manipulação, do que se comparado a um desenho feito com giz em um quadro ou em uma folha de papel, de forma estática. Isto pode ocorrer devido à memória humana estar “estruturada de tal forma que nós compreendemos e retemos bem melhor tudo aquilo que esteja organizado de acordo com relações espaciais” (LÉVY, 1993, p. 40).

Logo, a visualização gráfica é um meio que facilita o entendimento de um fenômeno e isto ocorre desde os primórdios da ciência, entretanto, com a informatização, essas visualizações ganharam incrementos que permitem detalhar mais ainda um fenômeno, ampliando a capacidade de significação, permitindo o desenvolvimento de modelos mentais⁵⁸ mais próximos da realidade teórica (MELEIRO e GIORDAN, 1999).

Segundo Johnson-Laird (apud MOREIRA, CABARELLO e RODRÍGUEZ, 1997), um modelo mental nem sempre é a representação correta do conceito. O modelo pode ser confuso, entretanto, pode ser funcional, pois permite ser alterado à medida que o indivíduo aprimora seu conhecimento.

Para Jonhstone (apud JUNIOR et al, 2011, p. 86), a modelização mental “é a força de nossa disciplina como atividade intelectual”, logo, fica evidente que a utilização de recursos computacionais no ensino vem somar de modo significativo na percepção e compreensão dos fenômenos pelos alunos, contribuindo para o devir do sujeito.

Nesse universo computacional voltado a educação, Pierre Lévy (1993) discute como as tecnologias da informação, sobretudo a informatização, são utilizadas na construção do conhecimento e no desenvolvimento cognitivo dos indivíduos. Para esse autor, a informatização está tão impregnada na sociedade, que as formas de pensar e agir estão em constantes modificações e isto influencia diretamente na aprendizagem. Entretanto, para que isto ocorra, é necessário que o

⁵⁸ São imagens formadas na mente a partir da percepção visual ou da explicação oral de um fenômeno ou objeto como forma de tentar explicá-lo.

indivíduo que trabalha com essas tecnologias, também conheça a técnica para transmitir a informação. Esta técnica é chamada por Lévy de “Comunicação”. Assim, as tecnologias da informação são utilizadas para transmitir algo por meio da comunicação e no contexto de ensino-aprendizagem, o domínio da comunicação – da técnica – possibilita a transmissão da informação de forma que resulte no entendimento correto da informação.

Por exemplo, ao dizer a palavra maçã, o que vem na mente? Possivelmente cada pessoa que ler esta pergunta pode ter uma interpretação diferente da palavra maçã⁵⁹. Em sua atividade intelectual de modelização, provavelmente alguém pode se lembrar da fruta ou do símbolo de uma empresa ligada à informática entre outras possibilidades. Em cada mente, um modelo mental será criado para a palavra maçã.

A partir do momento que a maçã é a informação, se faz necessário o domínio da técnica de comunicação pelo agente transmissor, possibilitando que a pessoa que recebe esta informação construa o modelo ou o conceito pretendido pelo transmissor. Em outros termos é necessário um contexto para a palavra maçã.

Quando a informação é apresentada em um contexto, mentalmente é construído um caminho associando outros conceitos, utilizando outros significados, e isto se dá pela rede de nós e conexões semânticas existentes em nossas mentes, que de acordo com Lévy (1993), é uma metamorfose permanente do nosso universo mental. Ocorre uma transformação no entendimento da informação que está sendo transmitida.

Nesse sentido, a utilização de hipertextos, *links* ou *hiperlinks*, tornam o acesso a essa informação mais dinâmica e poderá possibilitar a inserção de novos conceitos⁶⁰. Assim, a informatização é uma ferramenta que pode fazer com que o acesso às informações seja mais rápido, tornando a dinamização do processo uma realidade. O usuário não precisa ler uma página inteira para entender o significado de uma palavra, por meio de um *link*, ele pode acessar o seu significado da palavra em outro ambiente – como uma página na *web* – e depois voltar ao texto.

Assim, a informatização permitiu ao homem unir sons, imagens e textos em um único dispositivo por meio de *softwares*, sendo ela uma extensão da memória oral e escrita, contribuindo para a faculdade da imaginação humana, potencializando

⁵⁹ Adaptado de Lévy (1993, p. 23)

⁶⁰ No exemplo da maçã, o transmissor da informação pode inserir links para direcionar quem está recebendo a informação para uma página diferente contendo texto, vídeo ou para uma nota de rodapé dando o contexto para a construção do conceito.

a capacidade de imaginação, sendo um meio para que o homem perceba o mundo e conceba processos cognitivos (LÉVY, 1993).

Para Lévy (1993, p. 7) com a informatização surgiu uma nova forma de conhecimento epistemológico:

Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. [...] Escrita, leitura, visão, audição, criação, aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. Não se pode mais conceber a pesquisa científica sem uma aparelhagem complexa que redistribui as antigas divisões entre experiência e teoria. Emerge, neste final de século XX, um conhecimento por simulação que os epistemologistas ainda não inventariam.

Esse mesmo autor defende que o uso do computador permite criar e simular novos conhecimentos e que, a partir de programas, o indivíduo pode simular situações utilizando variáveis que no mundo “real” demandaria muito tempo e dinheiro. O indivíduo passa a ter um conhecimento por simulação que não é semelhante ao conhecimento teórico e nem ao conhecimento da experiência prática e que possibilita uma participação ativa do indivíduo no processo de aprendizagem.

Segundo Lévy (1993, p. 40):

É bem conhecido o papel fundamental do envolvimento pessoal do aluno no processo de aprendizagem. Quanto mais ativamente uma pessoa participar da aquisição de um conhecimento, mais ela irá integrar e reter aquilo que aprender. Ora, a multimídia interativa – que é um tipo de TIC – graças à sua dimensão reticular ou não linear, favorece uma atitude exploratória, ou mesmo lúdica, face ao material a ser assimilado. É, portanto, um instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa.

As palavras de Lévy sobre a multimídia aplicam-se quando se utiliza uma hipermídia no ensino e podemos considerar que ela desencadeia um novo espaço do saber, o espaço virtual.

Entretanto, não basta aplicar estas tecnologias somente como um atrativo a mais. É preciso entender com detalhes como o processo de ensino-aprendizagem acontece nestes meios. Isto deve ser observado para não ocorrer apenas à troca de um meio de “transmissão” de informações por outro (ALEIXO, LEÃO e SOUZA, 2008; LEÃO, 2004) ou conforme Mello (2009, p. 18), “com as mudanças engendradas pelas TCI, vive-se um processo de transição na educação que requer o entendimento melhorado e cuidadoso desses novos meios de ensinar e aprender”.

Por exemplo, uma *webquest* pode ser utilizada para se estudar um determinado assunto, onde os alunos podem construí-la com as orientações do professor. Neste caso, o próprio professor pode aprender a utilizar a internet como

fonte de materiais ou aprender a pesquisar na internet junto com os alunos, uma vez que muitos deles⁶¹ possuem um domínio muito grande deste tipo de tecnologia.

Em sua obra “A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço” (1999), Pierre Lévy defende que ninguém sabe tudo, cada um sabe um pouco de algo e por meio da internet, se pode produzir conhecimento e não apenas utilizá-la como meio de transmissão de informações. Dessa forma, cada indivíduo pode contribuir para construir algo coletivamente e, assim, uns aprendem com os outros.

Portanto, a educação deve adequar-se às mudanças inseridas na sociedade e buscar utilizar as tecnologias como uma ferramenta que contribua para uma melhoria do processo de ensino e que tenha o papel de inclusão⁶². Caso contrário, à educação poderá ficar desvinculada da realidade da sociedade que vive uma era de informatização. Logo, a escola como ambiente de ensino e aprendizagem, que participa e atua na evolução do indivíduo junto à sociedade, deve atuar efetivamente na mediação da construção do conhecimento por meio das ferramentas que a informatização proporciona (LEÃO e PIRES, 2009).

A reconstrução do conhecimento mediante as novas tecnologias torna o uso das TIC importante para que o aluno construa e se desenvolva cognitivamente, podendo transformar as informações disponibilizadas em um novo conhecimento. Entretanto, há de se dizer que nesse processo, o professor também deve ser capacitado para trabalhar com tais tecnologias.

Segundo Ibernón (apud BASTOS 2010, p. 40), é um desafio aos docentes se contextualizarem em relação às TIC:

A velocidade na geração de conhecimentos e na oferta de informação; as novas formas de pensar, sentir e agir das novas gerações afetadas pelas mudanças sociais; mudanças provocadas pelo avanço das TIC nas ações das organizações, particularmente das escolas que enfrentam a crise da transmissão de conhecimento; e a tomada de consciência de que a educação não é patrimônio dos docentes, mas de toda a comunidade.

Dessa forma, o professor não pode ser visto como um detentor do conhecimento e sim como um membro da sociedade capaz de contribuir com o desenvolvimento social, cultural e educacional dos indivíduos que buscam no ensino

⁶¹ Aqui é uma observação feita na minha própria prática docente e em relatos de colegas de profissão.

⁶² Inclusão digital, uma vez que muitos alunos não têm acesso à internet e muito menos a computadores, sendo a escola um local para que isto seja realizado. Leão e Pires (2009) defendem que um dos papéis dos ambientes virtuais seja o da inclusão digital dos indivíduos.

uma forma para melhorarem suas vidas. É preciso que esse profissional entenda que é necessário preparar-se para esta realidade.

Segundo Leão (2004), é um desafio formar professores capazes de trabalhar com ambientes multidisciplinares e que adquiram competências de saber empregar de forma adequada os recursos que a informatização oferece.

Graças à informatização, as informações são transmitidas em uma velocidade muito rápida e isto pode ser empregado na educação, sobretudo no ensino, contribuindo para a construção de conhecimentos que não necessariamente podem ocorrer em uma sala de aula.

Assim, o desenvolvimento tecnológico no campo computacional, principalmente com a facilidade de acesso a informações que estes meios proporcionam, altera a relação tempo e espaço.

O ensino pode ocorrer em diversos ambientes, em uma sala de aula, em um laboratório, na rua, em casa, em ambientes virtuais, e, assim, o tempo se torna algo que pode ter noções (ou conceitos) diferentes.

Mello (2009) faz uma discussão acerca do que é o tempo em um contexto educacional. Essa autora procura explicar as relações de tempo e espaço existentes na escola (tempo didático), nas atividades de ensino e nos ambientes virtuais de ensino.

Para Mello (2009, p. 97):

Em ambientes escolares convive-se com horários, calendários, cronogramas, datas, períodos, ciclos, semestres, bimestres, com pessoas de diferentes tempos biológicos, psicológicos, configurando uma rede de temporalidades. O delineador de quase todas as atividades escolares é o tempo. Afinal, o ano letivo tem dia e mês para começar e findar, as aulas têm hora marcada para iniciar e terminar, o recreio ou os intervalos entre as aulas só acontecem em horário demarcado, somente se tem férias quando o calendário determina etc. Indiferentemente às individualidades, os diversos ritmos e aos propalados “relógios biológicos”, as demarcações temporais ocorrem mesmo à revelia de alunos e professores. Então, definindo quase um ritual a ser seguido, o tempo constitui-se ali num agente disciplinador, tornando-se notórias, nesse espaço, tanto a experiência de um tempo cíclico, haja vista as atividades educativas se repetirem constantemente, quanto a percepção de um tempo linear, já que a efetivação dessas atividades obedecem a uma sequência.

Isso significa que, se o indivíduo tem uma data ou um horário para executar uma atividade, ele está estruturado em um tempo linear, que nem sempre é suficiente para que a aprendizagem ocorra.

Cada indivíduo tem um tempo de aprendizagem. Este tempo é

[...] caracterizado pelo conflito próprio das múltiplas diferenças individuais de cada sujeito em face do processo de elaboração do conhecimento [...] se refere mais ao engajamento do aluno, sua iniciativa, sua autonomia e sua criatividade, que deve estar em harmonia com a formalidade disciplinar. Portanto, não é possível comparar a dificuldade envolvida na organização do tempo didático com a dificuldade da aprendizagem. Na medida em que o tempo da aprendizagem não se apresenta como sequencial, linear, tendendo a acontecer o contrário numa recorrência a conhecimentos anteriores, a aprendizagem pode se efetivar em ritmos imprevisíveis, por depender de cada sujeito envolvido no processo (MELLO, 2009, p. 105).

Logo, o tempo de aprendizagem do indivíduo não é linear e deve ser levado em consideração ao elaborar o calendário escolar (que integra o tempo didático).

Entretanto, se o processo ensino-aprendizagem ocorrer por meio de recursos computacionais, o tempo deve ser repensado na condição de “tempo dos dispositivos tecnológicos, que desencadeiam ritmos pretensamente diferentes daqueles necessários ao fluir a cognição” (MELLO, 2009, p. 106).

Dessa forma, ocorre uma virtualização do tempo e este passa a se relacionar com as demais concepções de tempo aqui discutidas.

Conforme Mello (2009, p. 94), “o tempo virtual sugere a relação com outras noções de tempo, como é o caso das situações educacionais, contextos aos quais se pode encontrar associada a uma gama dessas noções, predominando ora uma, ora outra concepção”, é algo subjetivo ao indivíduo. É ele que o atualiza e determina o seu andamento, entretanto, exige desse indivíduo a responsabilidade por sua autonomia, pois suas decisões implicarão no desenvolvimento de outros indivíduos.

A virtualização do tempo com a inclusão de dispositivos tecnológicos amparados em computadores faz com que a escola tenha a necessidade de rever o seu papel na atual sociedade altamente dependente dessas tecnologias, principalmente pelo fato de as informações e por consequência, o conhecimento, estarem acessíveis na internet, em CDs e etc. A escola deve reconsiderar “a concepção de detentora de um conhecimento que consideram ser único, absoluto, inquestionável e estancado, bem como o tratamento tradicional, rígido e ritualizado do tempo” (MELLO, 2009, p. 106).

Portanto, com a introdução dos computadores nos ambientes escolares, a noção de tempo como algo linear, e porque não, a dedicação de um tempo presencial para ocorrer os processos de ensino e aprendizagem, vem sendo repensado no contexto de que esses processos podem ocorrer de forma não presencial, em tempos e espaços diferentes e assim, a escola deverá se adaptar a

uma pedagogia virtual, em que os atores envolvidos nos processos deverão adequar-se a novos conceitos de tempo e espaço (MELLO, 2009).

Diante disso, as TIC disponibilizam muitas alternativas voltadas à produção e compartilhamento de informações (que podem ser transformadas em conhecimento), no entanto, apenas ampliam as possibilidades de atuação de alunos e professores, mas são incapazes de substituí-los. Elas representam possibilidades de estratégias e espaços privilegiados de compartilhar saberes à disposição da comunidade escolar.

3.1 A hipermídia como recurso para o ensino^{63, 64}

Existem diversas ferramentas inseridas nas TIC e o uso de algumas delas – como as hipermídias – possibilita ao aluno a interação e a liberdade de acessar o material de forma intuitiva, tornando o processo mais dinâmico, sendo que a aplicação deste recurso pode ser adaptada a diversas realidades.

Neste texto, será dada ênfase à hipermídia, que é uma ideia que surge nos anos 60 do século passado por Theodor Nelson⁶⁵ como sendo uma interação entre computador e homem.

Ele também criou o termo “hipertexto”, muitas vezes confundido ou considerado sinônimo de hipermídia, que por sua vez também é considerado, de forma equivocada, sinônimo de multimídia.

Silva e Elliot (1997, p. 262) descrevem que “a hipermídia tem sido apontada, por diversos autores, internacionais e nacionais, como uma tecnologia com grande potencial para uso na educação, capaz de apoiar o desenvolvimento de habilidades mentais e a aquisição de conhecimentos específicos”. Assim, este tipo de material se apresenta como vantajoso nos processos de ensino.

⁶³ROCHA, Edimarcio F.; CARDOSO, Mônica S. e MELLO, Irene C. de; **O uso de hipermídias no ensino de química**. In Seminário de Educação 2010. Cuiabá, 2010.

⁶⁴ ROCHA, Edimarcio F.; MELLO, Irene C. de; **A utilização de hipermídias no ensino de equilíbrio químico**. In Seminário de Educação 2011. Cuiabá 2011.

⁶⁵ É um filósofo e sociólogo nascido nos Estados Unidos em 1937. Inventor dos termos hipertexto e hipermídia, em 1963, além de contribuir com outros termos como transclusão, transcopyright e virtualidade. É um visionário e foca seu trabalho no conceito de acessibilidade e simplificação de interfaces para que qualquer usuário, independentemente do seu estágio de imersão em tecnologia, possa entender e interagir com o software. Nelson criou o Projeto Xanadu em 1960 com o objetivo de criar uma rede de computadores de interface simples e altamente acessível.

Para Heidrich (2009, p. 49):

No âmbito educacional, a grande vantagem da utilização de material hipermídia como suporte ao ensino reside no fato de que os estudantes podem construir o seu conhecimento de forma independente, pois além da facilidade de acesso à informação, as atividades propostas são realizadas de acordo com o ritmo de cada estudante.

A hipermídia pode ser definida como sendo a união dos conceitos de multimídia⁶⁶ e hipertexto⁶⁷ (TAVARES e AZEVEDO, 1997), como uma extensão dos conceitos de multimídia e hipertexto, reunidos em um ambiente computacional que possui uma característica pedagógica importante, a flexibilidade (FERNANDES, 2005), ou ainda, como “novos meios informacionais e comunicacionais que articulam representações visuais animadas, representações sonoras e o próprio texto escrito, que também pode ganhar movimento” (MELEIRO e GIORDAN, 1999).

A flexibilidade atribuída a hipermídia permite a existência de um ambiente de aprendizagem no qual o indivíduo pode construir o conhecimento, resolver problemas, fazendo da hipermídia uma ferramenta que exercita a cognição do indivíduo.

Para Tavares e Azevedo (1997) a hipermídia permite a representação de uma informação em diversas mídias, que podem ser escritas, sonoras, imagéticas com movimento ou não e que por meio de *links*, possibilita o indivíduo interagir diretamente com as mídias diferenciadas, explorando um conjunto de informações de forma não linear. Permite ao usuário dirigir a “evolução dentro dela, em lugar de simplesmente assistir a uma sequencia de animações” (HEIDRICH, 2009, p. 48).

Podemos representar a estrutura de uma hipermídia como sendo nós de informações em diferentes formatos de mídias conectados por *links* formando uma rede de informações não sequencial (HIRATSUKA apud FERNANDES, 2005). Esta descrição é ilustrada na figura 9.

⁶⁶ É uma linguagem que usa vários códigos de comunicação: visual, textual, sonoro (GASPARETTI apud FERNANDES, 2005) e não necessariamente tem a ver com o uso de computadores. Pode ser um CD contendo um vídeo com a narração de textos.

⁶⁷ O hipertexto é uma forma não linear de se ler um texto por meio de *links* no próprio texto. O leitor define a sequencia da sua leitura. Pierre Lévy (1993) já considerava o hipertexto como sendo o futuro da leitura e da escrita.

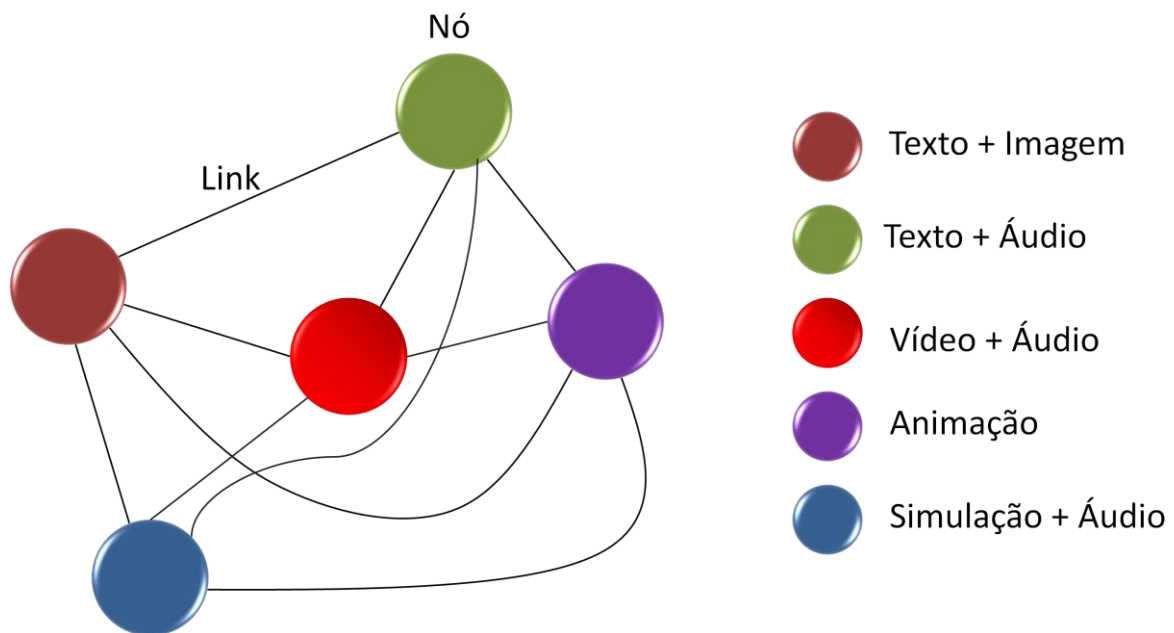


Figura 9: A estrutura da hipermídia.
(Adaptado da estrutura da Multimídia proposta por Hiratsuka apud Fernandes, 2005)

Portanto, a hipermídia é a união de diversas formas de transmitir uma informação que permite a interatividade do usuário com o material que está disponível em diversos formatos como textos, vídeos, animações, simulações, gráficos e sons, sendo que tudo isto está reunido em um ambiente computacional. Assim, o usuário pode acessar as informações de forma não sequencial e de qualquer parte do mundo caso a hipermídia possua *links* e o computador, acesso a internet.

O seu uso sugere várias possibilidades para que o indivíduo construa modelos mentais capazes de desenvolver um conhecimento.

Para Meleiro e Giordan (1999), os modelos para apreensão de um fenômeno são frequentemente elaborados na mente, antes de serem transpostos para algum meio de registro.

A utilização deste recurso em sala de aula ou como material de apoio para que o aluno estude em casa, em seu tempo, é uma opção que oferece vários recursos que vão além do livro didático. Favorece ao professor a associação de diversos meios relacionados a um determinado conceito que se deseja trabalhar com os alunos. Desta maneira, o professor pode conceber um ambiente potencialmente favorável para que aconteçam os processos de ensino e aprendizagem, tornando a aula mais dinâmica e rica.

Segundo Machado e Nardi (2004), pesquisas têm evidenciado o potencial da hipermídia para as práticas educacionais.

Para Paolucci (apud MACHADO e NARDI, 2004, p. 4), uma hipermídia proporciona o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Ele mostrou que:

[...] softwares hipermídia estruturados adequadamente podem ser utilizados enquanto sistemas de aprendizagem para aumentar o desempenho dos estudantes e os resultados por eles obtidos [...] verificou que os sistemas hipermídia parecem proporcionar um meio efetivo para promover e desenvolver habilidades cognitivas de ordem superior.

A capacidade de cognição dos alunos sobre os conceitos estudados é descrito por pesquisadores (FURIÓ e FURIÓ, 2000; MACHADO e ARAGÃO, 1996) como uma das grandes dificuldades do ensino de química e o uso de tecnologias que permitam a interatividade e facilite a concretização de conceitos por parte dos alunos, serviria como meio para o desenvolvimento destes conceitos e amenizar estas dificuldades.

Como descrito no Capítulo 2, a falta de estrutura nas escolas⁶⁸ pode ser suprida com a utilização da hipermídia, onde em um mesmo ambiente, o professor pode inserir um vídeo que demonstre um experimento – o que permite a exploração do fenômeno em nível macroscópico – junto com um simulador ou animação, para explicar o fenômeno em nível microscópico. Neste contexto, Meleiro e Giordan (1999) vislumbram a possibilidade de tornar a tela do computador em um laboratório experimental.

Esse tipo de material propicia a interatividade do aluno com o que está sendo proposto, uma vez que associa imagens, sons e textos proporcionando a ele entender e elaborar modelos conceituais sobre o tema estudado. Ressalta-se aqui a importância do professor em conhecer essas tecnologias, uma vez que, se o professor não orientar o aluno de forma adequada, os conceitos poderão ser construídos de forma não satisfatória.

Uma das grandes vantagens da utilização de recursos computacionais no ensino de química é o emprego da simulação (GIORDAN, 2008; HODSON, 1994). Nela, o aluno pode ver, ouvir, ler e interagir com o fenômeno que muitas vezes é apresentado apenas nas linguagens oral e representacional e em uma concepção macroscópica.

⁶⁸ Falta de laboratórios, reagentes e equipamentos.

Para Giordan (2008, p. 194), “a simulação é uma forma de mediação distinta para relacionar os fenômenos macroscópicos e submicroscópicos” e um sistema hipermídia pode proporcionar tal mediação.

Logo, a hipermídia, assim como outros recursos de multimídia, são ferramentas capazes de contribuir na construção do raciocínio e produção de conhecimento e não devem ser entendidos como recursos que resolverão todos os problemas encontrados no ensino ou na forma de ensinar. Essas tecnologias ampliam as possibilidades que um indivíduo pode ter para aprender. Por meio delas, o aluno pode concretizar, ainda que no virtual, um modelo mental que ele possui sobre um determinado conceito, como por exemplo, construir modelos atômicos, fórmulas estruturais de substâncias e até mesmo, modelos que possam prever um fenômeno.

Nessa perspectiva de tentar mudar a forma de pensamento do estudante vinculado a simples memorização, para uma forma de pensamento mais crítica e cognitiva, a hipermídia se torna uma aliada, pois, possibilita várias formas de compreender um fenômeno – uma vez que por meio dela, o indivíduo pode trabalhar mais de um sentido simultaneamente – e conseqüentemente, interpretá-lo. É uma forma diferente de entender e aprender.

Trabalhar com o aluno em um ambiente que permita a virtualização de conceitos enriquece e deixa à aula mais atrativa, desta forma, um sistema de hipermídia permitirá a interatividade do aluno, tornando o ensino mais dinâmico e o aluno mais participativo em sua aprendizagem.

Seguindo esses pressupostos, no próximo capítulo será discutida a construção da hipermídia *Equimídi@* para o ensino de equilíbrio químico.

CAPÍTULO 4
***EQUIMÍDI@*, UMA HIPERMÍDIA PARA O ENSINO DE**
EQUILÍBRIO QUÍMICO

“No futuro, a grande maioria dos livros será lida nos tablets ou em periféricos como o Kindle, muito pela possibilidade de interatividade. Os livros passarão a ser escritos dessa forma, com esse objetivo”.

(Pierre Lévy)

Neste capítulo tratamos da construção da *Equimídi@*, apresentando o seu desenvolvimento e os diversos formatos de mídias que foram empregados para sua elaboração.

4 A *Equimídi@* em síntese

A *Equimídi@* surgiu da necessidade de se propor um material didático alternativo para o ensino de Equilíbrio Químico a partir dos problemas apresentados no Capítulo 2 sobre este tema.

Ela foi elaborada com o pressuposto de que este tipo de material pode levar ao desenvolvimento cognitivo do aluno (PAOLUCCI apud MACHADO e NARDI, 2004; SILVA e ELLIOT, 1997), que, ao utilizar uma hipermídia, pode construir o conhecimento de forma independente (HEIDRICH, 2009) e que permite a abordagem de um fenômeno com representações variadas (MELEIRO e GIORDAN, 1999).

Ao construí-la, observamos a necessidade de contextualizar o assunto, dando sentido ao porquê se deve estudar Equilíbrio Químico de modo que fique claro para o usuário que este conhecimento não é algo isolado, pertencente ao contexto da ciência Química. Buscou-se então, elaborar um material que abordasse o assunto de forma multi(inter)disciplinar.

Sendo assim, a *Equimídi@* é constituída por textos escritos e narrados, hipertextos, vídeos, simulações e animações somados em um ambiente computacional que permite ao usuário observar, refletir e discutir o assunto Equilíbrio Químico. Ela possui ainda, *links* que dão acesso a páginas de internet dedicadas ao assunto e dessa forma, propiciar aos professores e alunos, outras possibilidades e abordagens sobre o Equilíbrio Químico. A ideia inicial era construí-la em formato *Flash*⁶⁹. Aqui faço um pequeno parêntese sobre as dificuldades do pesquisador em desenvolver a *Equimídi@* neste formato já que além de realizar a pesquisa sobre Equilíbrio Químico e estabelecer um vínculo entre este conhecimento químico e as tecnologias digitais, haveria a necessidade de aprender

⁶⁹ É uma tecnologia na forma de software que permite criar animações (gráficos, imagens, textos) vetoriais por meio de uma linguagem de programação, sendo o formato mais utilizado, por exemplo, no desenvolvimento de páginas da *web*.

a utilizar os *softwares* (*Flash* ou similares), o que não é tarefa simples dentro da perspectiva de tempo que se deve cumprir o curso de mestrado. Percebi a necessidade de se trabalhar com uma equipe multidisciplinar, principalmente em relação a profissionais com experiência em *softwares* para desenvolvimento de animações.

Entretanto, algumas pessoas foram solidárias e forneceram dicas, *softwares*, orientações de como fazer algo próximo da programação em formato *Flash*.

Portanto, ao me deparar com esta realidade e com a curiosidade de aprender e adquirir habilidades para desenvolver a *Equimídi@*, tentei realizar a construção da hipermídia utilizando os *softwares* Adobe® *Flash*® e Macromedia® *Flash*™ MX e não obtive êxito, então, fiz a opção pela utilização dos recursos que eu já possuía familiaridade, entre eles, o *PowerPoint*⁷⁰.

O *PowerPoint* é um programa que possui diversas ferramentas que permitem criar animações (de forma limitada) e inserir nas apresentações, *hiperlinks*, vídeos, objetos animados, sons, entre outros recursos, o que inicialmente atendia às necessidades para criação da hipermídia. Além disso, no *PowerPoint* é possível salvar todos os arquivos que compõem a apresentação em um sistema de pacote, o que facilita salvá-los em CD. Isto significa que o *PowerPoint* também funciona como um agregador de arquivos e esta propriedade evita que um dos arquivos que compõem a apresentação possa ser perdido.

Associado ao *PowerPoint*, foi utilizado o *software iSpring Free*⁷¹. Este *software* é instalado dentro do próprio *PowerPoint*, passando a fazer parte da sua barra de ferramentas e permite converter os arquivos editados no *PowerPoint* e que possuem extensão .ppt ou .pptx em arquivos com a extensão .swf (figura 10) e conseqüentemente, estes arquivos convertidos funcionam como um programa construído em *Flash*. Neste formato, o arquivo pode ser disponibilizado em páginas de internet, rodando direto no navegador⁷².

Para acessá-lo sem a necessidade de navegador, esses arquivos foram associados a um *software* chamado *SWF Opener* que também tem código aberto e é desenvolvido para fazer a leitura de arquivos com a extensão .swf (*Flash*).

⁷⁰ Programa desenvolvido pela Microsoft utilizado para edição e apresentação de materiais gráficos na forma de *slides*.

⁷¹ *Software* disponível de forma gratuita na internet, podendo ser encontrado para download no endereço eletrônico www.baixaki.com.br.

⁷² Denominação dada aos *softwares* que são utilizados para acessar a internet como, por exemplo, Internet Explorer e Mozilla Firefox.



Figura 10: Arquivo convertido para o formato Flash utilizando o iSpring.

Vários outros programas foram testados, mas esta foi a combinação que melhor atendeu às necessidades para criar a *Equimídi@*.

A apresentação dos conteúdos⁷³ nas mídias utilizadas no material didático foi elaborada considerando os elementos identificados pelo pesquisador, como sendo conteúdos chave para o desenvolvimento do conhecimento sobre Equilíbrio Químico.

A *Equimídi@* é uma ferramenta didática construída para ser utilizada em computadores que não necessariamente precisam estar conectados à internet. Entretanto, para aumentar as possibilidades de aprendizagem com materiais variados, foram adicionados *links* para páginas de internet contendo conteúdos complementares, porém, sem a obrigação de serem utilizados.

Na revisão bibliográfica, em especial nos documentos relacionados especificamente a abordagem conceitual do Equilíbrio Químico no ensino médio e em pesquisas da área de ensino de Ciências, foi constatado que o uso de experimentos como estratégia de ensino dos conceitos científicos, é particularmente necessário para promover a aprendizagem (BRASIL, 2006; GIORDAN, 1999 e 2008; HODSON, 1994; LIMA e MARCONDES, 2005; TEÓFILO, BRAATHEN e RUBINGER, 2002), pois, permite a visualização do fenômeno, o desenvolvimento de significados, e possibilita despertar a curiosidade do aluno pela ciência.

⁷³ Como por exemplo, reações químicas, efeito da temperatura em um sistema em equilíbrio, texto que permitem trabalhar o conteúdo de maneira interdisciplinar.

Sendo assim, com o intuito de proporcionar aos usuários da *Equimídi@* uma possibilidade para solucionar a falta de estrutura apresentada por muitas escolas em relação a laboratório e/ou reagentes (SILVA e ZANON apud GIANI, 2010), foram realizados experimentos que abordam conceitos relacionados ao Equilíbrio Químico, disponibilizados na forma de vídeos.

Somado aos vídeos, animações e simulações foram desenvolvidas utilizando o *PowerPoint* e convertidas em “*Flash*”, tendo como objetivo poder mostrar ao usuário, modelos que representam os fenômenos em nível microscópico, auxiliando assim, professores e alunos nas discussões sobre o fenômeno abordado. Houve a preocupação de que no material existissem mecanismos que facilitassem a navegação, permitindo a interação entre o usuário e a máquina – neste caso o computador – por meio de botões, paginação e a possibilidade de abertura de outras janelas na tela.

Foi considerada também, a necessidade de revisão de conteúdos prévios para o entendimento do Equilíbrio Químico, como por exemplo, as reações químicas, logo, na *Equimídi@* (figura 11) o usuário poderá recuperar estes conceitos por meio de *links*.

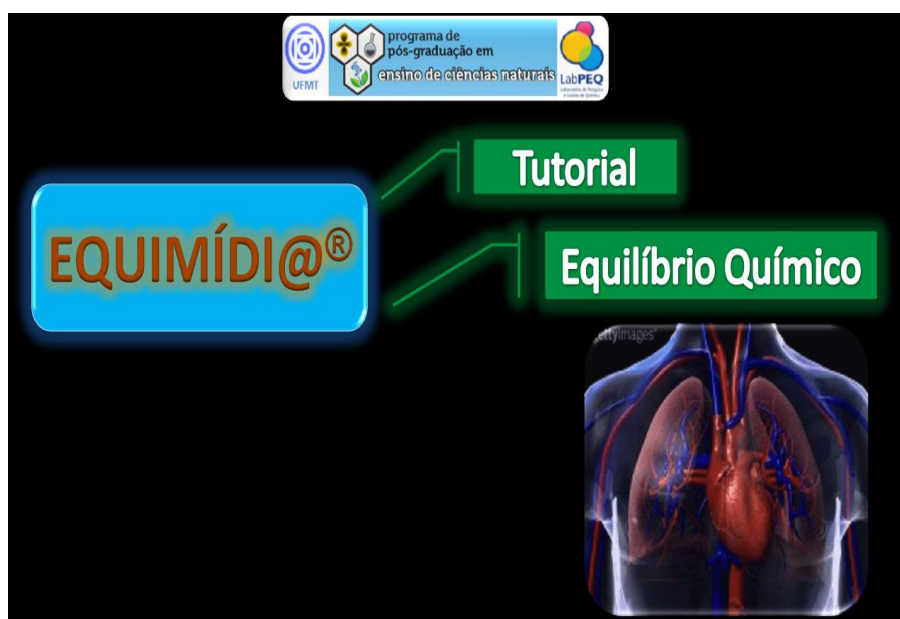


Figura 11: Tela de abertura da *Equimídi@*

O usuário pode acessar o tutorial, onde ele encontrará as informações necessárias de como utilizar o material didático, ou ir direto para o assunto Equilíbrio Químico. Nesta tela, existe uma animação com o objetivo de despertar a curiosidade

e estabelecer contextos sobre o Equilíbrio Químico, onde a imagem parcial do corpo humano serve para localizar o usuário sobre as questões que envolvem a sobrevivência humana relacionada ao Equilíbrio Químico.

O eixo principal da *Equimídi@*, possui sete páginas. Em todas elas, dois *menus* de navegação estão disponíveis para que o usuário possa interagir com o material. Ao navegar pela *Equimídi@* o usuário encontrará botões que o conduzirão à próxima etapa. Este recurso foi utilizado para evitar que o usuário se perca na apresentação do conteúdo.

Na lateral esquerda há um *menu* que permite ao usuário navegar pelas diferentes mídias que constituem a *Equimídi@*, sendo eles, o vídeo, os simuladores e o conteúdo de reações químicas para revisão. Esta característica dá a liberdade para o usuário acessar as informações de acordo com seu interesse. Por exemplo, ele não precisa ler os textos para visualizar o vídeo. Basta clicar no *link* do vídeo que este será aberto em um *player* do próprio computador.

No canto inferior direito, o *menu* localiza o usuário em relação a página. Isto facilita a navegação do usuário nas páginas. Vejamos um exemplo: caso ele esteja na página 6, ele pode voltar na página 1 sem à necessidade de passar pelas demais páginas.

A figura 12 ilustra a página 1 da *Equimídi@*.

EQUIMÍDI@

Tutorial

*Equilíbrio Químico (EQ)

-Vídeo: NO_2

-Simulador EQ

-Efeito da temperatura no EQ

*Reações Químicas

-Vídeo: Sódio

-Vídeo: Sulfato de cobre

-Simulador sulfato de cobre

EQUILÍBRIO QUÍMICO

O que isto tem a ver com a vida?(Bio)

Por que a emissão indiscriminada de CO_2 é prejudicial aos seres vivos?(Bio)

A resposta para essas perguntas estão associadas ao Equilíbrio Químico que existe nas reações químicas que regem essas situações.

O conhecimento dos conceitos de Equilíbrio Químico permitem entender, por exemplo:

*O funcionamento do sistema respiratório e do **tamponamento@ (Ing/Bio)** que ocorre no sangue durante o transporte de gases;

*Situações referentes à poluição (**chuva ácida, gases de efeito estufa@ [Bio]**);

*O desenvolvimento **industrial** de diversos setores.

Continuar

1 2 3 4 5 6 7 Próximo

Figura 12: Página inicial da *Equimídi@*

Na *Equimídi@*, imagens animadas foram adicionadas com a intenção de despertar a curiosidade do usuário, contextualizando e problematizando o assunto. A inserção de *links* no texto proporciona o acesso a outras informações pertinentes ao conteúdo principal.

Houve também a preocupação de se propor atividades para que os usuários desenvolvam antes e após as apresentações dos conteúdos com a intenção de promover discussões que levem a construção dos conceitos.

A figura 13 representa a tela 5 da *Equimídi@* que mostra o ícone de acesso ao simulador e questões para instigar uma possível discussão.

The screenshot shows the Equimídi@ interface. On the left, there is a sidebar with the following links: [Tutorial](#), [*Equilíbrio Químico \(EQ\)](#), [-Vídeo: NO₂](#), [-Simulador EQ](#), [-Efeito da temperatura no EQ](#), [*Reações Químicas](#), [-Vídeo: Sódio](#), [-Vídeo: Sulfato de cobre](#), and [-Simulador sulfato de cobre](#). The main content area has a black background with white text. At the top left, there is a logo and the text "EQUIMÍDI@". Below it, the text reads: "Até o momento, observamos o fenômeno em uma ótica Macroscópica, como a formação de gás e a mudança de cor no interior do recipiente. Mas o que acontece em nível Microscópico? Utilize o simulador abaixo e tente responder a esta pergunta." In the center, there is an icon of a flask containing a purple liquid, labeled "Simulador". To the right, there is a green "Continuar" button. Below the button, there is a question: "Observando a última animação do simulador, pense e discuta: O que acontece com as moléculas do gás NO₂? O que acontece com as moléculas do gás N₂O₄? E a concentração dos gases, elas se alteram?". At the bottom, there is a navigation bar with buttons for "Anterior", "1", "2", "3", "4", "5", "6", "7", and "Próximo".

Figura 13: Tela 5 da *Equimídi@*

Apesar da *Equimídi@* ter sido desenvolvida para ser utilizada em computadores *off-line*, há na internet muitos materiais com finalidades educacionais. Vários destes materiais estão no formato de hipermídia e se encaixam na pesquisa sobre Equilíbrio Químico e com a intenção de ampliar as possibilidades de aprendizagem, algumas páginas de internet tiveram seus endereços eletrônicos vinculados à *Equimídi@* (figuras 14 e 15). Todavia, caso o usuário não disponha de uma conexão de internet, o conteúdo destas páginas não afetarão de forma significativa o aprendizado, podendo ser acessadas em outras oportunidades.

Na figura 14, uma hipermídia é apresentada para demonstrar o processo respiratório e a troca de gases e sua influência no deslocamento do Equilíbrio Químico que controla o pH do sangue. Este material permite ao professor de

química trabalhar este assunto junto com o professor de biologia o que enriqueceria a aula por se tratar de um assunto multidisciplinar, além do fato de mostrar a importância do Equilíbrio Químico em uma situação prática.

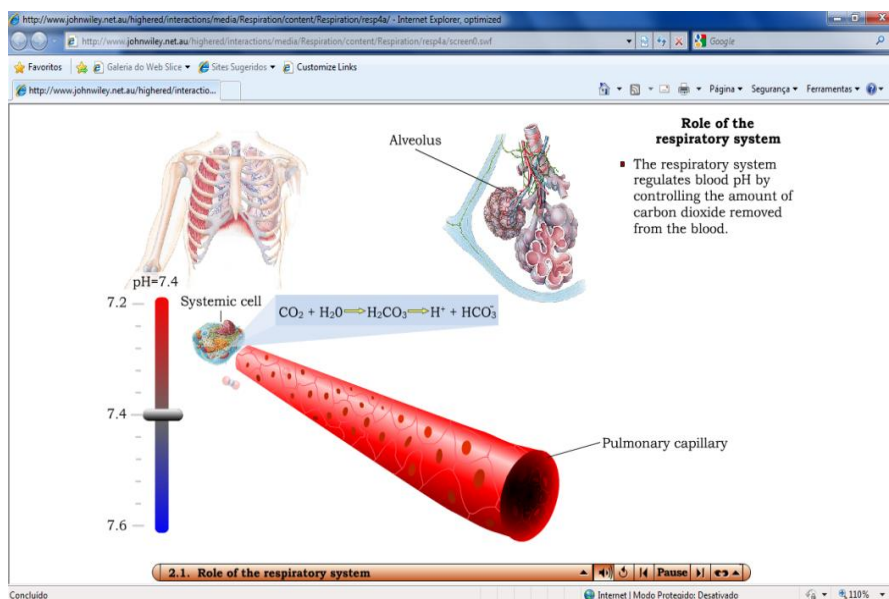


Figura 14: Página da internet que demonstra o processo respiratório (<http://www.johnwiley.net.au/highered/interactions/media/Respiration/content/Respiration/resp4a/screen0.swf>)

A figura 15 ilustra outra página de internet que permite simular os efeitos da temperatura, pressão e concentração em uma reação química em equilíbrio.

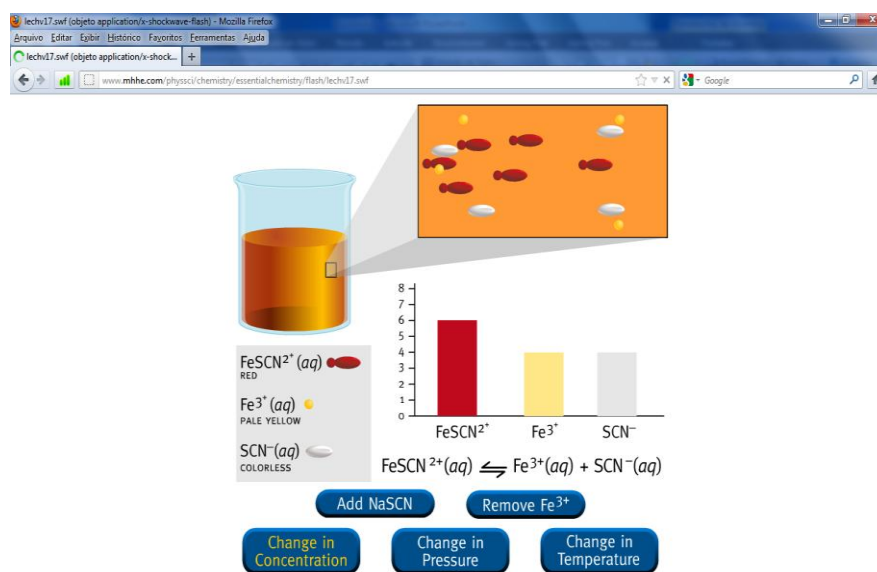


Figura 15: Página da internet que simula situações de Equilíbrio Químico (<http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/essentialchemistry/flash/lechn17.swf>)

Discutiremos a seguir cada formato de mídia que foi utilizado na construção da *Equimídi@*.

4.1 Os elementos midiáticos que constituem a *Equimídi@*

4.1.1 Textos⁷⁴

O texto é uma forma de linguagem que geralmente se apresenta na forma escrita e comumente impresso que no caso da hipermídia, está em formato digital. Segundo Heidrich (2009), os textos de uma hipermídia devem ser curtos para evitar a rolagem da tela, dispostos em blocos de no máximo sessenta caracteres por linha, com fontes Arial, Verdana ou Tahoma. Estas características segundo a autora retardam a fadiga e facilitam a compreensão de leituras na tela do computador.

Nos textos, são encontradas imagens que servem para ilustrar o conteúdo que está sendo apresentado. Conforme Heidrich (2009, p. 78), “elas servem como referências mais concretas para o conteúdo teórico e, de maneira geral, combinadas com os textos, são capazes de aumentar e facilitar a compreensão do conteúdo”, assim, quando uma informação é apresentada na forma de texto e imagem, esta combinação pode levar a uma melhor apropriação do conteúdo.

4.1.2 Hipertextos

Os hipertextos são textos que possuem vínculos para direcionar o leitor a uma nota de rodapé ou a outro texto, em uma nova página dentro da própria hipermídia ou a uma página externa disponível na internet. As páginas na internet da *Wikipédia*⁷⁵ são bons exemplos de como um hipertexto funciona.

4.1.3 Vídeos

Para Heidrich (2009, p. 79), “a inserção de vídeo no material hipermídia permite adicionar realismo, fazer demonstrações mais complexas e fornecer uma conotação significativa para a aprendizagem”. No caso da *Equimídi@*, os vídeos têm a função de mostrar os fenômenos em nível macroscópicos, abordando uma

⁷⁴ As figuras (fotos, gráficos e tabelas) também podem ser considerados tipos de texto.

⁷⁵ Enciclopédia livre na internet que permite a edição do conteúdo por qualquer usuário.

realidade da química que não está acessível, podendo dar mais significado ao estudo daquele conhecimento e, portanto, vem a colaborar no sentido de suprir a falta de aulas práticas que muitas vezes não são possíveis de serem realizadas como já foi discutido anteriormente.

Os vídeos foram filmados no laboratório de química da UNIC, campus Cuiabá, sendo editados utilizando o *software Windows Live Movie Maker*⁷⁶. Este *software* é destinado ao usuário doméstico⁷⁷. A figura 16 ilustra a tela de edição deste *software*.

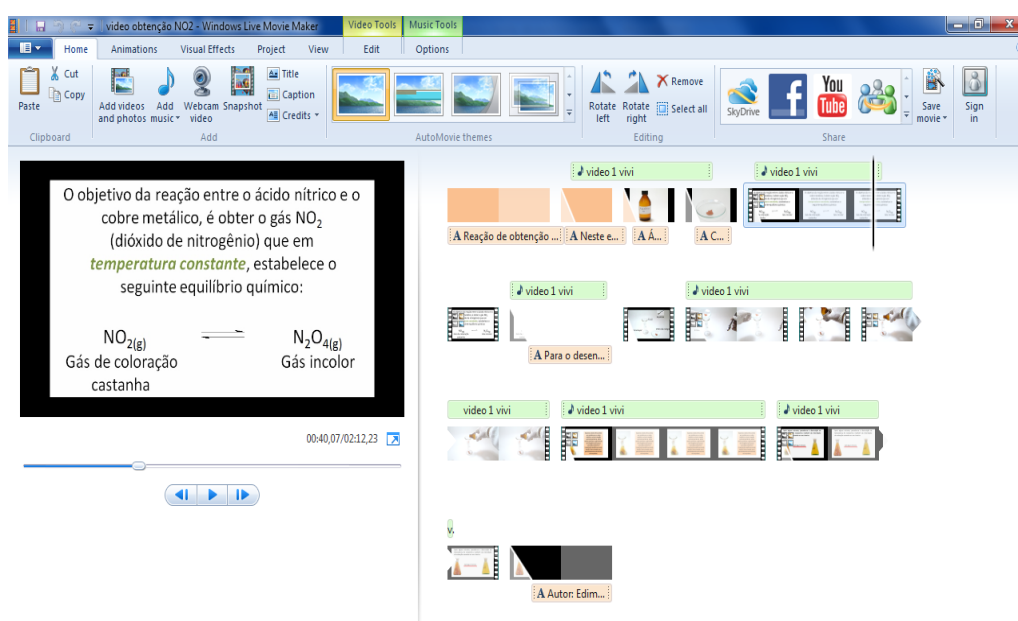


Figura 16: Tela do *Windows Live Movie Maker*

Esta ferramenta permite adicionar legendas, título, efeitos de transição de cenas, sons, fotos, acelerar ou desacelerar a filmagem. Entretanto, por se tratar de programa limitado, foi necessário agregar outros recursos para compor os vídeos. As cenas do vídeo que possuem equações de reações químicas foram construídas em *PowerPoint* e convertidas em vídeo utilizando o *software PPT to video Free*⁷⁸.

A figura 17 demonstra a tela do vídeo já editado e sendo exibido no *Real Player*.

⁷⁶ *Software* desenvolvido pela Microsoft utilizado para edição de vídeos.

⁷⁷ Denominação dada ao usuário de computador que não é profissional especializado.

⁷⁸ *Software* desenvolvido pela Acoolsoft para a criação de vídeos a partir de arquivos com a extensão ppt. Está disponível para download no sítio www.baixaki.com.br.



Figura 17: Vídeo de obtenção do equilíbrio químico entre os gases NO_2 e N_2O_4

4.1.4 Animações

Constitui uma linguagem que tem o objetivo de chamar a atenção do usuário para o assunto proposto. As imagens ou figuras possuem movimento. Ela vem para ajudar a “explicar e reforçar o conteúdo, apresentar fatos, conceitos e princípios, e são usadas para ações que não podem ser expressas adequadamente com imagens estáticas” (HEIDRICH, 2009, p. 78).

Além do descrito, animações também foram utilizadas para modelar os fenômenos com o objetivo de contribuir com a fixação do conteúdo. A figura 18 representa uma tela do simulador utilizado para demonstrar o efeito da temperatura em um sistema em equilíbrio.

Para Fernandes (2005, p. 53), “a beleza das animações tende a prender a atenção do aluno, estimulando-o a prosseguir no estudo do *software*”.

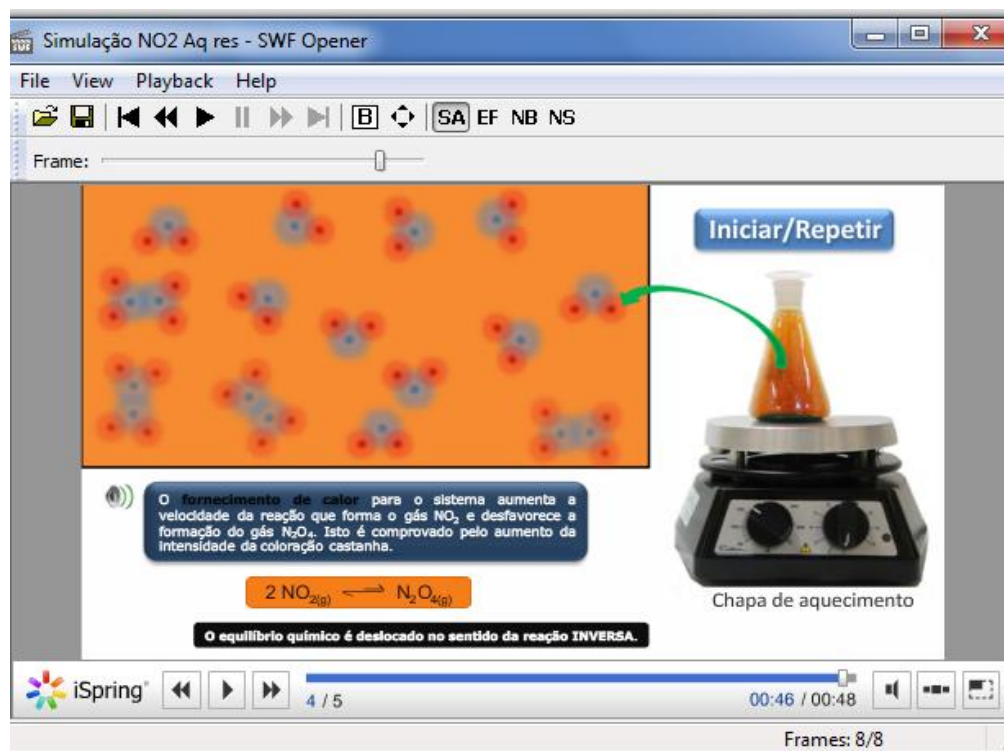


Figura 18: Os modelos para as moléculas possuem movimento e demonstram o caráter dinâmico da reação

4.1.5 Simulações

De acordo com o dicionário de língua portuguesa Aurélio, a simulação pode ser uma imitação que se assemelhe ao original com o objetivo de simplificar um processo, ou ainda, uma forma de representar um sistema real por meio de um modelo abstrato⁷⁹.

Vários autores, entre eles, Giordan (1999; 2008), Hodson (1994), Silva, Machado e Tunes (2010) defendem os benefícios que uma simulação pode trazer para a aprendizagem.

Para Heidrich (2009, p. 79):

“As simulações têm como objetivo proporcionar ao usuário a experimentação, o envolvimento em situações que imitam a realidade e fornecer estímulo ao raciocínio e à aprendizagem por descoberta. O suporte verbal ou textual auxilia o aprendiz na execução da tarefa de simulação”.

Assim, na *Equimídi@*, o usuário poderá simular (figura 19) experimentos de uma forma que não foi apresentada nos vídeos, atribuindo de forma qualitativa,

⁷⁹ Ideia extraída do texto disponível em <http://www.eps.ufsc.br/disserta98/plinio/cap2.htm>. Acesso em 08 de agosto de 2012.

variações de temperatura em um sistema em equilíbrio químico, além de poder visualizar o fenômeno macro e microscopicamente por meio de modelos. O usuário é quem determina a sequência que será seguida.

Dessa maneira, a tela do computador se torna um laboratório, onde com o auxílio do teclado e do *mouse*, o usuário manipula o experimento virtualmente.



Figura 19: Simulador utilizado para estudar o efeito da temperatura sobre uma reação em equilíbrio químico.

4.1.6 Som

O som apresentado na *Equimídi@* é classificado como narração (FERNANDES, 2005) e para Moreira apud Fernandes (2005, p. 54) ele “[...] atua como reforço didático” e dessa forma, o ensinamento com texto narrado associado ao texto escrito, se torna mais eficiente do que se fosse utilizado apenas o texto escrito.

As narrações utilizadas na *Equimídi@* foram gravadas utilizando o *software Audacity 1.3 beta* que é um editor de áudio digital livre.

4.1.7 Internet

A internet é um espaço ou ciberespaço⁸⁰ onde as informações estão dispostas em diferentes formatos e perspectivas, oportunizando a qualquer pessoa, expor seu material, permitindo ao usuário acessar informações de qualquer parte do globo terrestre. Lévy (1999) descreve que a internet pode ser um instrumento de produção de conhecimento e não apenas um instrumento de transmissão de informações, constituindo-se de um espaço democrático para o desenvolvimento humano por meio do conhecimento.

Nesta perspectiva, a *Equimídi@* possui diversos *links* que dão acesso a páginas da internet que foram estudadas anteriormente para garantir que o conteúdo apresentado seja confiável e assim, possibilitar ao usuário, materiais em contextos e perspectivas diversas.

4.2 Concluindo a *Equimídi@*

Conforme o exposto, a *Equimídi@* segue a proposta de uma hipermídia, pois permite que o usuário escolha a sequência de desenvolvimento dos conteúdos, abordando o assunto em diversos formatos, além de fornecer possibilidades externas (na internet) para que os interessados possam ampliar seus conhecimentos.

A figura 20 ilustra a *Equimídi@* em uso com outras janelas abertas, mostrando as mídias envolvidas na apresentação do conteúdo. O usuário pode acompanhar as janelas que estão em funcionamento e se orientar pela barra de ferramentas⁸¹.

⁸⁰ O termo criado em 1984 pelo escritor norte-americano William Gibson. É o universo das redes digitais que proporciona a interligação entre as pessoas por meio da internet.

⁸¹ Barra de ferramentas é a tarja que fica localizada na base da tela onde se observa os ícones dos programas que estão em funcionamento.

The screenshot displays the Equimídi@ educational interface. At the top left, the logo 'EQUIMÍDI@' is visible. The main title is 'EQUILÍBRIO QUÍMICO' in yellow. Below it, the text reads 'O que isto tem a ver com a vida?(Bio)'. There are two diagrams of a human torso showing the respiratory system: 'inalação' (inhalation) with 'ar + O₂' and 'diaphragma expande', and 'exalação' (exhalation) with 'ar + CO₂' and 'diaphragma contrai'. A video player in the bottom left shows a flask with a yellow liquid. A simulation window titled 'Simulação equilíbrio NO₂ - SWF Opener' is open on the right, showing a flask with a yellow liquid and a circular diagram of a container with red and blue particles. A text box in the simulation says: 'Assim, no interior do recipiente passa a existir simultaneamente os gases NO₂ e N₂O₄ e se observa a diminuição da intensidade da cor no interior do recipiente.' The interface also includes a navigation bar with numbered buttons (1-7) and a 'Proxi' button.

Figura 20: Tela 1 da *Equimídi@*, vídeo e simulador funcionando simultaneamente.

A *Equimídi@* permite a interatividade entre o usuário e o material didático. Assim, a interatividade é a relação existente entre usuário e a máquina (HEIDRICH, 2009). Esta relação se dá pela familiarização do usuário com os símbolos, ícones, ou signos que permitem a ele entender o funcionamento da hipermídia.

Segundo Lindstrom apud Fernandes (2005, p. 55), “a interatividade é a arma secreta da multimídia” e por que não, também da hipermídia. Ela permite ao usuário criar uma espécie de diálogo com o objeto de estudo, criando condições para que ele possa direcionar suas propriedades individuais, algo não possível na mídia impressa, configurando-se como o elemento mais importante da hipermídia (FERNANDES, 2005).

Uma vez exposto o desenvolvimento da *Equimídi@*, partiremos para a apresentação dos resultados obtidos na avaliação deste produto educacional pelos sujeitos da pesquisa, sendo este o assunto do próximo capítulo.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÕES

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados”.
(Mahatma Gandhi)

Diante da necessidade de verificar a viabilidade da utilização da *Equimídi@* no ensino de Equilíbrio Químico, buscaram-se subsídios para a criação de um sistema de avaliação desse material. Neste capítulo apresentamos os fundamentos teóricos que dão suporte à avaliação do produto pedagógico elaborado (5), a descrição do instrumento de avaliação e os aspectos avaliados (5.1) e por último, os resultados obtidos a partir da avaliação dos integrantes do PIBID (5.2).

5 Fundamentos teóricos para avaliar a *Equimídi@*

Com o objetivo de normatizar os critérios para avaliação de *softwares*, o governo federal instituiu as Normas ISO/IEC 14598: Guia de Avaliação da Qualidade de Produto de *Software*, que não é direcionada a produtos educacionais, porém, serve de referência para avaliação de forma geral para *softwares* (HEIDRICH, 2009).

Em se tratando de *softwares* educacionais, para Heidrich (2009, p. 80):

[...] a tarefa de avaliação da qualidade de *softwares* educacionais não é das mais fáceis, pois envolve diversas áreas do conhecimento além daquela que é objeto de estudo no hiperfórum. Logo, a avaliação de um material hiperfórum educacional deve passar pela análise de uma equipe multidisciplinar, pois, muito mais do que conhecimento sobre informática instrumental e técnicas computacionais, ela prevê que o material em questão auxilie na construção de conhecimentos específicos, baseados em teorias de aprendizagens, concepções educacionais e práticas pedagógicas.

A avaliação se faz necessária para verificar se a hiperfórum proposta realmente poderá atender aos objetivos a qual ela se propõe, que são de auxiliar professores e alunos a construir os conceitos de Equilíbrio Químico e possibilitar uma nova maneira de compreender o fenômeno, de modo que, ao ser avaliado pelos integrantes do PIBID do curso de Química, a intenção era saber quais as contribuições que este material poderia agregar ao ensino de Equilíbrio Químico no entendimento desses sujeitos.

Como ponto de partida para criar uma forma de avaliar a *Equimídi@*, foram considerados os aspectos utilizados para avaliação dos livros didáticos de química para o ensino médio (BRASIL, 2007). Esta escolha partiu da necessidade de se terem parâmetros sobre o que avaliar em um material didático.

Todavia, a *Equimídi@* é um material diferente do livro didático, possuindo suas próprias características fundamentadas em recursos de hipermídia, voltada a prática educacional, sendo necessários critérios diferentes para a sua avaliação.

Vários autores descrevem meios para se avaliar uma hipermídia educativa mediante questionários, onde o avaliador pode responder se concorda, discorda, ou se está indeciso, além da opinião deles próprios (YOKAICHIYA et al apud HEIDRICH, 2009). Já Heinzen (apud HEIDRICH, 2009), atribui uma escala de valores de 1 a 5 para que o avaliador determinasse o grau de satisfação com a hipermídia ou ainda, a atribuição de escalas como insatisfatório, satisfatório, razoável e excelente proposto por Zem-Mascarenhas e Cassiani (apud HEIDRICH, 2009).

Silva e Elliot (1997) destacam que a avaliação de uma hipermídia deve ser feita por especialistas utilizando uma lista de inspeção no que elas denominam de avaliação orientada para o produto e que não exige a utilização do software numa situação real. A partir disso, essas autoras propuseram o método da abordagem alternativa em que foram considerados 34 critérios de avaliação, sendo 25 de interface do usuário⁸² e nove pedagógicos, onde os avaliadores atribuem pontuação de 1 a 5 para cada critério. Nesta escala, a pontuação 1 é considerada a avaliação mais negativa, enquanto que, a pontuação 5, é a avaliação mais positiva. Neste método, inicialmente a hipermídia é avaliada por um ou mais especialista da área de informática e depois por professores e alunos.

No trabalho desenvolvido por Heidrich (2009), ela faz uma adaptação do modelo de avaliação apresentado por Gagné, e esse é aplicado para avaliação da hipermídia educacional. Esta técnica é chamada de modelo dos três estágios e é constituído por três etapas de avaliação, sendo a primeira etapa destinada a verificar incompatibilidades entre sistemas, devendo ser avaliada por profissionais atuantes em análise de sistemas e desenvolvimento de programas. Nesta etapa, os avaliadores analisam a qualidade das telas (por exemplo, qualidade dos vídeos, figuras, sons, animações, textos) da interface (aspecto visual, uso do espaço, formato da tela, facilidade de uso, botões de navegação, etc) e do tempo de resposta do *software* (inicialização do programa, troca de telas, *links*, entre outros).

⁸² Critérios técnicos.

Os avaliadores atribuem aos quesitos analisados a classificação de excelente, bom, razoável, ruim e péssimo.

Na segunda etapa da avaliação, professores da disciplina avaliam a qualidade do material, bem como a adequação dele ao público alvo.

A terceira etapa se refere à eficácia do material quanto a sua adequação instrucional (por exemplo, a apresentação do conteúdo, as instruções para navegação, a interatividade), estética (qualidade das figuras, animações, som, entre outros) e adequação do programa (como por exemplo, entrada no programa, apresentação das instruções, navegação) e quem avalia, é o público alvo a que se destina a hipermídia.

Nesta etapa também é adotada a escala de qualidade da etapa um.

Em se tratando de uma avaliação de hipermídia para fins educacionais, “é conveniente apresentar esses pontos⁸³ aos avaliadores na forma de questionário, pois mesmo os professores muitas vezes necessitam de um guia ou roteiro para orientar o processo de avaliação” (GLADCHEFF, ZUFFI e SILVA apud HEIDRICH, 2009, p. 81).

Diante do exposto, uma ficha de avaliação (Apêndice B) para a *Equimídi@* foi inspirada e elaborada considerando os critérios de avaliação de obras didáticas do catálogo do PNLEM (BRASIL, 2007) e os trabalhos de Heidrich (2009) e Silva e Elliot (1997).

5.1 Descrição da ficha de avaliação da *Equimídi@*

A ficha de avaliação da *Equimídi@* é constituída de um questionário dividido em quatro blocos de avaliação, conforme descrição feita no item 1.2.3.

Por meio do questionário, foi realizada a caracterização dos sujeitos da pesquisa, que são os avaliadores (bloco 1); a avaliação dos aspectos técnicos como, a facilidade de navegação, facilidade de visualização das simulações e vídeos, interatividade, num total de 14 itens (bloco 2, que também possui um espaço para sugestões); dos aspectos pedagógicos, por exemplo, nível de adequação ao ensino médio, interdisciplinaridade, contextualização e revisão de conteúdos, totalizando 10

⁸³ Critérios que serão avaliados.

itens (bloco 3, que também possui um espaço para sugestões) e por fim, a utilização da *Equimídi@* em sala de aula pelo professor (bloco 4).

No bloco 1, o avaliador deveria responder questões que irão caracterizá-lo na condição de bolsista (licenciando), supervisor e coordenador de área.

Na situação de bolsista, o avaliador licenciando deveria identificar o semestre que está cursando na faculdade de Química e, sendo o avaliador supervisor ou coordenador de área, este deveria identificar o tempo de docência.

Nos blocos destinados aos aspectos técnicos (bloco 2) e aspectos pedagógicos (bloco 3), o avaliador tem cinco opções de respostas, sendo elas: Ótimo, Bom, Ruim, Regular e Péssimo, constituindo-se em uma avaliação de múltipla escolha.

O bloco 4 foi dividido em duas partes. Na primeira, o avaliador deveria responder sim ou não em relação ao uso da hiperídia em sala de aula. Caso respondesse sim, ele segue para a segunda parte, na qual opina em que momento considera ser apropriada a utilização da *Equimídi@*. Neste item, ele tinha como opções: Introdução da aula; A própria aula; Exercícios após a explicação do conteúdo; Avaliação; Atividade diferente em sala de aula; Outros (caso marcasse esta opção, ele deveria especificar outra forma de utilização que não tenha sido contemplada). Era permitido ao avaliador marcar mais de uma opção.

Assim, na próxima seção serão apresentados os resultados obtidos junto aos avaliadores.

5.2 Análise de dados, resultados e discussões

Os dados que serão aqui apresentados foram coletados entre os meses de fevereiro e março de 2012 com os sujeitos da pesquisa, integrantes do PIBID do curso de Química da UFMT, campus Cuiabá. No total, são sete avaliadores, sendo cinco alunos de graduação que serão representados como L1, L2, L3, L4, L5, um supervisor que será denominado de S1 e um coordenador de área (CA).

Os resultados serão descritos de acordo com cada bloco de avaliação.

5.2.1 Bloco 1: Caracterização dos avaliadores

A tabela 4 reúne a caracterização dos avaliadores. Podemos observar que se trata de um grupo que está em várias fases do ensino de Química. Assim, teremos informações de alunos de graduação que estão começando o estudo de Equilíbrio Químico no curso de Química (L1, L3 e L5) e alunos que estão em semestres nos quais o assunto Equilíbrio Químico já foi estudado (L2 e L4). Contudo, todos já estudaram este assunto no ensino médio e participam de um programa de iniciação à docência onde a abordagem deste assunto é realizada.

O sujeito S1 é professora do ensino médio da rede pública estadual, com experiência no ensino de Equilíbrio Químico, enquanto que, o sujeito CA tem experiência no ensino superior, logo, podemos inferir que os resultados possuirão várias perspectivas.

Tabela 4: Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Avaliadores	Semestre em curso na graduação	Tempo de docência
L1	4 ^o	
L2	6 ^o	
L3	4 ^o	
L4	6 ^o	
L5	3 ^o	
S1		11 anos ensino médio
CA		6 anos ensino superior

5.2.2 Bloco 2: Aspectos técnicos

Este bloco da avaliação foi dedicado aos aspectos técnicos da *Equimídi@* onde os avaliadores tinham cinco opções de resposta e deveriam marcar apenas uma das opções, sendo um total de 14 itens avaliados.

Por se tratar de critérios técnicos, a afinidade do avaliador por este tipo de material ou seu conhecimento e suas habilidades em informática poderão influenciar de maneira positiva ou negativa nos resultados. Há de se considerar que segundo Heidrich (2009) e Silva e Elliot (1997), os aspectos técnicos deveriam ser avaliados

por profissionais que atuam na área de informática. Entretanto, como a *Equimídi@* foi desenvolvida e é apresentada em aplicativos⁸⁴ que fazem parte do cotidiano de quem utiliza computadores, entendeu-se que a avaliação por um profissional da área de informática nesta etapa poderia ser desconsiderada. Se junta a isto, o fato que nos dias de hoje a cultura da informatização está tão difusa na sociedade (LÉVY, 1993), que os interlocutores da pesquisa possuem condições para avaliar os aspectos técnicos que constam na ficha de avaliação da *Equimídi@*, pois, o uso de recursos computacionais que constituem esta ferramenta didática, faz parte do cotidiano dos sujeitos.

A tabela 5 mostra os resultados da avaliação desse bloco, indicando item por item, o número de respostas obtidas para cada opção considerando todos os avaliadores. Por exemplo, no item visualização das informações, quatro licenciandos a consideraram Ótimo, enquanto que um, a considerou Bom.

Tabela 5: Frequência dos resultados obtidos nas avaliações dos aspectos técnicos

Item avaliado considerando os aspectos técnicos	Licenciandos					Supervisora (S1)					Coordenador de área (CA)				
	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Visualização das informações	4	1				1						1			
Facilidade de navegação	2	2	1				1						1		
Clareza dos comandos	2	3					1					1			
Clareza das informações	2	3				1						1			
Acesso a outras mídias	4		1					1				1			
Uso de ilustrações	3	2					1					1			
Cores utilizadas	2	2	1			1						1			
Facilidade de leitura dos textos	3	2				1							1		
Facilidade de entendimento dos sons	1	4					1						1		
Facilidade de entendimento das simulações	1	4						1					1		
Facilidade de visualização dos vídeos	1	2	2				1						1		
Interatividade do usuário com o conteúdo	1	4					1					1			
Tutorial	3	2				1					1				
Layout	1	4				1						1			

⁸⁴ Por exemplo, editores de texto, *PowerPoint*, *Adobe® Reader®*, navegadores de internet.

Como nos itens avaliados existia a possibilidade de cinco respostas, observou-se que o universo de respostas se restringiu nas seguintes qualidades: Ótimo, Bom e Regular. Nenhum dos avaliadores atribuiu a qualidade de Ruim ou Péssimo a qualquer um dos itens avaliados.

Considerando todas as respostas, os avaliadores Licenciandos atribuíram na maioria dos itens, a qualidade Ótimo e Bom, sendo 30 respostas para Ótimo, 35 para Bom e 5 para Regular. Já os professores (S1 e CA) consideraram no total, 7 aspectos como Ótimo, 14 como Bom e 5 Regular.

A figura 21 ilustra um gráfico que representa a distribuição percentual das respostas de acordo com a avaliação realizada por todos os sujeitos. No geral, considerando os quatorze itens relacionados aos aspectos técnicos, 50% das respostas atribuíram à qualidade de Bom, 38% Ótimo e 12% a consideram Regular tecnicamente.

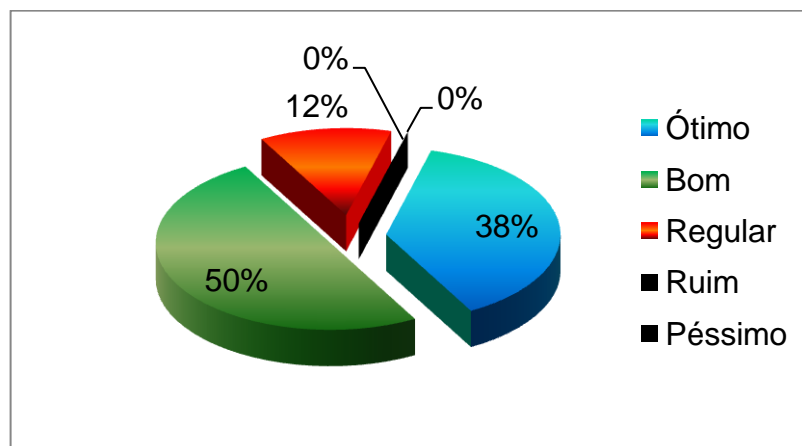


Figura 21: Distribuição percentual de cada resposta considerando todos os itens técnicos

Alguns itens avaliados tiveram a mesma classificação dada por vários sujeitos, indicando uma concordância entre eles sobre a qualidade do item avaliado.

Os itens visualização das informações e tutorial receberam cada um, a avaliação máxima de qualidade (Ótimo) em cinco oportunidades de sete possíveis.

Para os itens, acesso a outras mídias e facilidade de leitura dos textos, cada um recebeu a avaliação máxima (Ótimo) quatro vezes de um total de sete.

A Interatividade do usuário com o conteúdo recebeu seis respostas como sendo Bom. Estes itens foram os que apresentaram mais respostas com a mesma frequência de qualidade.

Neste bloco de itens avaliados, os sujeitos também tinham a opção de expor sua opinião sobre os itens ou ainda, sugerir modificações no material.

Em relação ao item facilidade de entendimento do som, o sujeito L1 fez o seguinte comentário:

“O áudio dos vídeos está baixo não sei se o problema esta (sic) no meu áudio, mas creio que não seja”.

Realmente, os vídeos ficaram com o som baixo e este problema foi corrigido para a versão final.

O sujeito L3 adjectivou a *Equimídi@* como brilhante. Entretanto deu uma sugestão em relação aos conteúdos que estão em língua Inglesa:

“Creio que as comunicações em inglês poderiam ter traduções, ao caso de não entendimento da língua e no mais, creio que o material está muito bom... Brilhante”.

Em relação a estes conteúdos a que se refere o sujeito L3, é uma possibilidade que a *Equimídi@* oferece de conteúdo para enriquecer a aprendizagem a partir de materiais que estão disponíveis em sítios na internet. Estes sítios foram escolhidos devido à riqueza de informações e excelente qualidade do material que pode propiciar um melhor entendimento dos conceitos, além de permitir trabalhar o assunto Equilíbrio Químico de maneira interdisciplinar (com a Biologia e a Língua Inglesa). Estas possibilidades estão sugeridas no Tutorial.

O sujeito L4, sugeriu que os conteúdos apresentados por meio de *links* externos deveriam estar dentro do próprio CD, uma vez que este material poderá ser utilizado por professores em situação em que não há internet. Assim o sujeito L4 sugeriu:

“Os textos que aparecem, alguns necessitam da internet para se obter acesso, acho que os textos tinham que estar no CD pois assim, no caso do professor trabalhar onde não se tenha o acesso a internet, seu trabalho não fique comprometido. Mas acho muito interessante o modo como você trabalhou com a rede”.

Ressalta-se que os materiais disponíveis nos sítios são possibilidades para o estudo do conteúdo, é um conteúdo a mais, que trata outros aspectos envolvidos

com o Equilíbrio Químico. A *Equimídi@* pode ser trabalhada sem a utilização da *web*.

Os sujeitos L2 e L5 não apresentaram sugestões ou críticas aos aspectos técnicos.

O sujeito S1 atribui seis respostas de Ótimo para os itens dos aspectos técnicos, seis respostas para Bom e duas respostas para Regular.

Em relação aos simuladores, esse sujeito argumentou:

“Não consegui abrir os simuladores”.

Esse foi o único sujeito que não conseguiu acessar os simuladores. Podemos inferir que no computador utilizado por este sujeito não havia um programa para leitura de arquivos com a extensão *.swf* (*Flash*), algo padrão nos sistemas operacionais e que talvez, não tenha sido dada a atenção necessária ao arquivo “Leia-me” que instrui para a instalação do *software SWF Opener*.

Na avaliação feita pelo CA, apenas o item tutorial teve uma avaliação Ótima, oito respostas para Bom e seis para a qualidade Regular.

Este sujeito sugere o seguinte:

“Minha sugestão se refere a (sic) necessidade de rever a facilidade de navegação e simulações, pois a presença das informações está satisfatória em minha avaliação. Se possível diminuir o número de acesso por ‘CONTINUAR’. O tempo de mudança de uma pagina (sic) para outra está demorando, é possível rever?”.

A intenção de se colocar botões de acesso é a de poder propiciar ao usuário, interação com o material. Ele é quem conduzirá o tempo de visualização dos conteúdos. Como descrito por Mello (2009), o tempo de aprendizagem é algo intrínseco de cada sujeito. E o ambiente virtual de aprendizagem permite o indivíduo conduzi-lo conforme a sua necessidade.

Essa breve análise demonstra que a *Equimídi@* se apresenta satisfatória no atendimento aos requisitos de uma hipermídia. Promove à interatividade, possibilitando o acesso às informações por meio de mídias variadas, sendo a combinação destas, evidências de um potencial fator de contribuição para a aprendizagem.

Diante do exposto, é possível observar nos resultados que a *Equimídi@* possui características técnicas favoráveis ao ensino de Equilíbrio Químico, e que

poderá ser otimizada com a utilização de recursos mais sofisticados do ponto de vista técnico.

As características pedagógicas serão discutidas na próxima seção.

5.2.3 Bloco 3: Aspectos Pedagógicos

Assim como os itens avaliados no bloco 2, os itens do bloco 3 também possuem as mesmas cinco possibilidades de respostas e também, os sujeitos podiam opinar sobre o material e tecer sugestões ou críticas.

Foram avaliados 10 itens relacionados a aspectos pedagógicos presentes na *Equimídi@*, sendo que os resultados são demonstrados na tabela 6.

Tabela 6: Frequência dos resultados obtidos nas avaliações dos aspectos pedagógicos

Item avaliado Considerando os aspectos pedagógicos	Licenciandos					Supervisora (S1)					Coordenador de área (CA)				
	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Nível de adequação ao ensino médio	3	2				1						1			
Nível de motivação para o ensino	3	2				1						1			
Nível de motivação para a aprendizagem	2	3				1						1			
Permite a construção dos conceitos de forma adequada	3	2				1							1		
Nível de aprendizagem dos conceitos propostos	1	4				1							1		
Nível de autonomia do aluno para estudar sozinho	3	2					1						1		
Interdisciplinaridade	3	2					1						1		
Contextualização do assunto	4	1				1					1				
A utilização de experimentos estimula a discussão para a construção dos conceitos e entendimento dos fenômenos	4	1				1							1		
O material permite recuperar conceitos prévios para a compreensão do equilíbrio químico	1	4				1							1		

De acordo com os Licenciandos e considerando todos os itens e possibilidades de resposta, a qualidade de Ótimo apareceu em 27 ocasiões. Vinte e três respostas atribuíram aos itens pedagógicos a qualidade de Bom. Não foram atribuídas respostas para as opções Regular, Ruim e Péssimo por estes sujeitos.

Alguns sujeitos opinaram e/ou forneceram sugestões sobre os itens avaliados. De acordo com o sujeito L1:

“Aprendi na graduação que a Wikipédia não é um site de busca seguro, pois as definições podem ser editadas por qualquer usuário”.

Esta é justamente uma das possibilidades que o uso das tecnologias digitais oferece. Pierre Lévy (1993) defende que as múltiplas inteligências devem cooperar entre si resultando no que esse autor chama de inteligência coletiva. Assim, o usuário pode participar da construção do conhecimento e não apenas usufruí-lo. Dessa forma, o usuário como agente promotor do conhecimento pode alterar as informações na Wikipédia, melhorando-as. Entretanto, nas páginas da Wikipédia, é indicado se o artigo é um esboço e necessita de correções. Além disso, muitos dos artigos possuem referências bibliográficas, o que possibilita ao usuário consultar a veracidade das informações.

Os conteúdos apresentados na *Wikipédia* possivelmente possuem uma porcentagem de erros aproximadamente iguais às encontradas em livros ou em outro material escrito, já que muitos de seus textos são extraídos de livros. Há de se considerar que enquanto em um livro o erro será corrigido somente em outra edição, e isso pode demorar muito tempo, na *Wikipédia*, o erro pode ser corrigido em poucos minutos.

Já o sujeito L3 fez o seguinte comentário:

“Acredito que vídeos mostrando a necessidade do cunho da curiosidade para o aprendizado seja ainda mais interessante”.

Pode-se considerar que este sujeito se refere ao uso de mais vídeos para despertar a curiosidade dos alunos em relação aos conteúdos, o que poderia gerar mais interesse pelo assunto.

Os demais licenciandos não apresentaram sugestões ou críticas sobre os aspectos pedagógicos assim como o sujeito S1.

O sujeito CA, fez uma sugestão em relação à necessidade de apresentar mais fórmulas e equações. Segundo esse sujeito:

“Minha sugestão se refere a (sic) possibilidade da hipermídia explorar e apresentar mais fórmulas químicas, equações químicas, conceitos químicos e suas expressões matemáticas, pois ela está um bom material de problematização e contextualização. Considero regular que uma hipermídia muito mais problematiza e contextualiza o aprendizado levando a acessar conhecimentos que revisam os conhecimentos prévios do que levem a construção de conceitos. Considero uma rica hipermídia produzida até agora. Bom trabalho”.

O sujeito CA foi o único que atribuiu qualidade Regular a itens pedagógicos (em três oportunidades).

Muitos autores de livros didáticos se preocupam em mostrar as fórmulas químicas, desenvolver equações matemáticas para demonstrar constantes e conceitualmente, não oportunizam ao aluno a possibilidade de descoberta, de construção e mesmo que de forma errada, a conceituação do fenômeno⁸⁵. Os conceitos aparecem prontos, destacados em “caixinhas” de texto.

Foi nesse sentido que a *Equimídi@* foi elaborada, pelo menos foi essa a intenção, de não fixar-se em mostrar fórmulas e equações, evitar a exposição de conceitos prontos e sim, proporcionar dentro do possível, um ambiente de aprendizagem capaz de tornar o indivíduo que a utiliza (tanto professor, quanto aluno) capazes de direcionar seu aprendizado, elaborando seus modelos e conceitos.

Na tabela 6, é possível observar que de todos os aspectos pedagógicos, o item contextualização do assunto foi o que teve mais avaliações de Ótimo, sendo que seis avaliadores (4 licenciandos e os dois professores do programa, S1 e CA) a avaliaram como Ótimo e um licenciando avaliou este item como Bom, o que dá o entendimento que a *Equimídi@* em relação a este aspecto pedagógico, alcançou o objetivo esperado.

De acordo com os sujeitos da pesquisa, os experimentos demonstrados promovem a discussão e melhoram a apresentação e o entendimento dos conceitos, uma vez que 4 licenciandos e o sujeito S1 atribuíram a qualidade de Ótimo a este item pedagógico e um licenciando e o sujeito CA consideraram os experimentos como Bom.

Assim, posso inferir que este item dentro da *Equimídi@*, atende ao texto das Orientações Curriculares (BRASIL, 2006) quando é dito que a experimentação não

⁸⁵ Em um contexto em que o assunto é construído a partir da discussão entre os atores, considero normal que o aluno conceitue ou elabore modelos equivocados sobre o que está sendo estudado, sendo aí, o papel do professor em direcionar o aluno para que o resultado esperado seja alcançado.

deve ser algo restrito a ocorrer em um laboratório. Ela deve propiciar a discussão, a elaboração de significados e não apenas se restringir a uma receita a ser seguida.

Os avaliadores também consideraram que a *Equimídi@* apresenta-se como adequada ao ensino médio, que possui um papel motivacional para o ensino dos conceitos e ainda, permite construir os conceitos de forma adequada. Estes aspectos pedagógicos receberam a avaliação de Ótimo do sujeito S1 e de 3 licenciandos. Dois licenciandos e o sujeito CA atribuíram a estes itens a qualidade de Bom.

A figura 22 ilustra um gráfico com a distribuição percentual das respostas em relação à qualidade considerando todos os sujeitos da pesquisa e os 10 itens de aspectos pedagógicos.

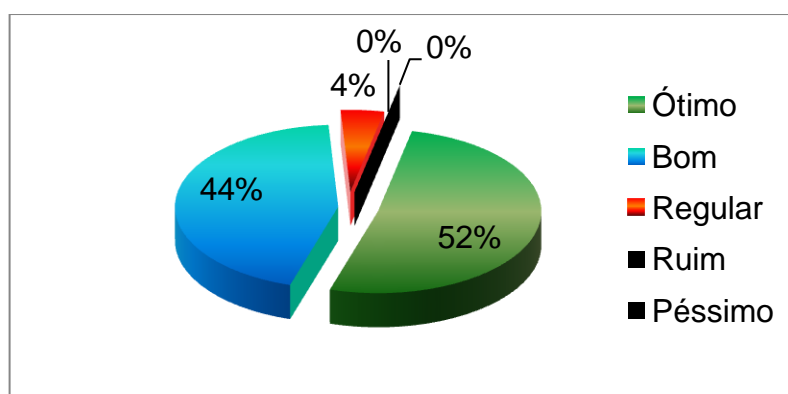


Figura 22: Distribuição percentual de cada resposta considerando todos os itens pedagógicos

Na figura 23 consta a representação percentual das respostas dos licenciandos considerando todos os itens dos aspectos pedagógicos.

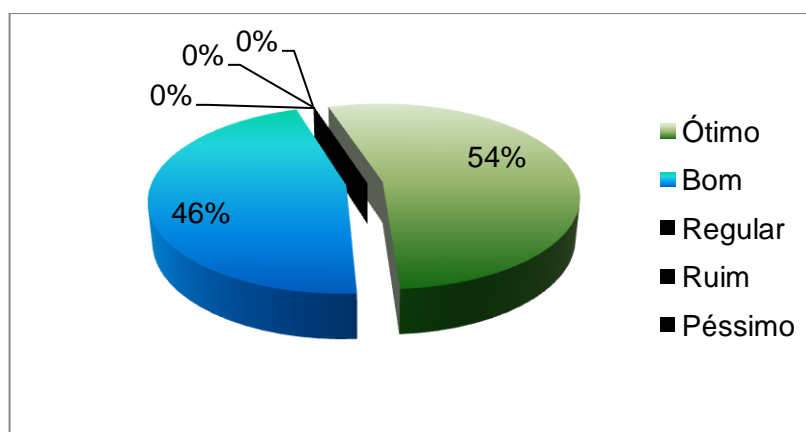


Figura 23: Percentual de cada qualidade atribuída aos itens pedagógicos pelos licenciandos

No geral, os licenciandos consideraram que os 10 itens dos aspectos pedagógicos são ótimos ou bons e nenhum avaliou estes itens como Regular, Ruim ou Péssimo.

Dos dez itens avaliados pelo sujeito S1, os itens nível de autonomia do aluno e interdisciplinaridade receberam a avaliação de Bom. Para os outros oito itens, este avaliador considerou todos como Ótimo.

O sujeito CA atribuiu a qualidade de Ótimo para o item contextualização do assunto e Regular para os itens nível de aprendizagem dos conceitos propostos, nível de autonomia do aluno e permite a construção dos conceitos. Para os demais itens, este avaliador atribuiu a qualidade de Bom.

A avaliação dos itens pedagógicos mostrou-se satisfatória, no entanto, é possível que pelo fato de os licenciandos estarem em fase de iniciação à docência, a avaliação desses sujeitos tenha sido influenciada, provavelmente, pela pouca experiência em se tratando de uma avaliação mais crítica relacionada a metodologias ou estratégias de ensino, isto comparado com a avaliação do sujeito CA que possui mais experiência em pesquisa, formação de professores e que pertence à categoria que se dedica a formar outros professores. Esta percepção mais crítica do sujeito CA também serve de referência ao comparar suas respostas com as do sujeito S1.

Sendo assim, há de se esperar do sujeito CA, em relação aos demais sujeitos, uma visão mais crítica em se tratando de análise e avaliação de material didático.

A partir desses resultados, considero que o material proposto possui um bom potencial pedagógico e que se bem estudado pelo professor, pode ser uma ferramenta muito útil na abordagem dos conceitos relacionados ao Equilíbrio Químico.

5.2.4 Bloco 4: Utilização da hipermídia em sala de aula

Neste bloco, os sujeitos tinham as opções Sim ou Não em relação ao uso da *Equimídi@* em sala de aula. Todos os sujeitos responderam Sim, portanto, a utilizariam em suas aulas. Entretanto, ao responder Sim, os sujeitos tinham as opções de citar em que momento eles consideravam ser mais apropriado para

utilizar esta ferramenta, podendo escolher mais de um item e ainda, sugerir outras possibilidades.

As opções disponibilizadas bem como a resposta de cada sujeito estão representadas na tabela 7.

Tabela 7: Relação entre momento apropriado para o uso da *Equimídi@* e as opiniões por sujeito

Utilização da <i>Equimídi@</i>	Licenciandos					S1	CA
	L1	L2	L3	L4	L5		
Introdução da aula		X	X	X	X		X
A própria aula	X		X			X	
Exercício após a explicação do conteúdo		X	X		X	X	X
Avaliação			X				
Atividade diferente em sala de aula		X	X		X	X	X
Outros			X				X

De acordo com a opinião dos sujeitos, as possibilidades de uso da *Equimídi@* são diversas, sendo que os itens introdução da aula, exercício após a explicação do conteúdo e atividade diferente em sala de aula foram os mais escolhidos.

Dentre estes três itens, a utilização da *Equimídi@* como atividade diferente em sala de aula é convergente a um dos motivos que considero favorável ao uso de uma hipermídia ou de outra tecnologia digital no ensino, que é a de oferecer um material diferente daqueles que a maioria dos alunos e professores de escolas públicas estão acostumados no cotidiano. Um exemplo disso é o uso dos livros didáticos que apresentam fórmulas, figuras e modelos estáticos, levando em consideração não só as múltiplas possibilidades de apresentação dos conteúdos que uma hipermídia oferece, mas também, a preocupação de apresentá-los de forma clara, pertinente aos pressupostos teóricos que a fundamentam.

A utilização da *Equimídi@* como introdução da aula é pertinente ao formato em que os conteúdos estão apresentados. As imagens (os vídeos e as figuras) podem servir de motivador para que o professor possa iniciar as discussões com os alunos. Estes recursos, conforme discutidos no capítulo 4, podem facilitar a compreensão dos conteúdos e ter como resultado, a aprendizagem dos conceitos.

Como no material estão presentes vários questionamentos em relação aos conteúdos, a utilização da *Equimídi@* como exercício é possível. Neste contexto, o professor pode utilizar o simulador para aplicar os conceitos explicados anteriormente, ou ainda, utilizar este recurso para provocar os alunos no sentido de conduzi-los à leitura de textos relacionados aos assuntos.

A utilização da *Equimídi@* como a própria aula é possível, pois este material permite que o indivíduo o qual a utiliza controle o seu desenvolvimento, desde que planejado. Não seria adequado trabalhar toda a *Equimídi@* em uma única aula, haja vista que ela apresenta diversos conceitos químicos os quais necessitam de um tempo didático maior para a sua construção.

De todos os sujeitos, o L3 e o CA atribuíram outras possibilidades de uso para a *Equimídi@* além das que estavam disponíveis.

Na opinião do sujeito L3 a *Equimídi@* pode ser utilizada em todos os contextos das opções da avaliação proposta, e ainda:

“Em apresentações em ‘aulões’ (sic), em universidades, etc”.

A sugestão do sujeito L3 é uma possibilidade que não foi prevista na construção da *Equimídi@*, porém, não deve ser descartada caso o professor que for utilizá-la assim deseje.

De acordo com o sujeito CA, a *Equimídi@* é uma ferramenta que permite a problematização e a contextualização dos conteúdos, fatores considerados importantes, por exemplo, pelos membros que constituem a comissão do MEC para avaliação de obras didáticas do catálogo PNLD. Estas características permitem inserir o assunto estudado em uma aplicação, conectando o conhecimento ao seu significado prático. Sendo assim, este sujeito provavelmente a utilizaria para contextualizar o assunto e aplicá-lo como meio para discutir problemas vinculados aos conhecimentos de Equilíbrio Químico, como a acidez dos oceanos e afins.

A partir de todos os resultados expostos neste capítulo, a *Equimídi@* se mostrou um produto didático útil e viável de acordo com os sujeitos da pesquisa, logo, esse material poderá contribuir para melhorar os aspectos didáticos e metodológicos que envolvem o desenvolvimento do assunto Equilíbrio Químico em sala de aula.

CAPÍTULO 6
CONSIDERAÇÕES

“O professor só pode ensinar quando está disposto a aprender”.
(Janoí Mamedes)

A pesquisa que foi apresentada, bem como o produto educacional proposto, são resultados de um intenso trabalho na tentativa de contribuir na resolução dos problemas que resultam na aprendizagem deficiente dos conteúdos que cercam o assunto Equilíbrio Químico, principalmente no que se diz respeito à abordagem metodológica utilizada no ensino médio.

Este trabalho também serviu de reflexão em dois pontos relacionados à prática docente:

1 - Como avaliar uma obra didática, quer seja um livro ou um *software*. O que deve ser analisado, parâmetros para escolher uma obra didática, os cuidados que se deve ter com a abordagem dos assuntos e essencialmente, não fazer do material didático, um instrumento de ensino pronto e acabado.

2 – No meu fazer docente, a incorporação de fatores como a preocupação de comunicar um assunto de forma clara, evitando um discurso de conceitos prontos, utilizando metodologias que possibilitassem a participação ativa dos alunos no desenvolvimento das aulas.

Assim, pude perceber que o professor tem que exercer a competência de saber identificar os problemas associados aos processos que envolvem o ensino e a aprendizagem e ter a habilidade de propor meios que possam contribuir para a resolução desses problemas. O professor deve ter consciência de que não é o detentor do conhecimento, que sua função requer um profundo conhecimento epistemológico, além do conhecimento químico necessário para que seu trabalho seja realizado de forma a contribuir com a formação dos alunos. Além disso, o professor precisa reconhecer que a educação está em constantes transformações, exigindo que permaneça atualizado, sobretudo no que se diz respeito à utilização das tecnologias digitais/recursos computacionais no ensino, visto que, de acordo com o exposto no Capítulo 3, essas ferramentas tecnológicas contribuem com a aprendizagem e com o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos de forma significativa.

Por outro lado, quando atribuo ao docente a competência de que ele deve estar apto à aplicação de tecnologias digitais no ensino, é inerente que em sua formação inicial, ele tenha tido a oportunidade de adquirir tais competências.

É preciso formar melhor os professores de química, tanto nos conhecimentos relacionados à própria ciência quanto na prática docente. E isso, em tempos atuais, refere-se certamente ao uso das TICs aplicadas aos processos de

ensino e aprendizagem, incentivando e possibilitando que os professores tenham formação continuada, algo que vem ocorrendo com a expansão dos programas de mestrado e doutorado na área de ensino de Ciências e Educação. Vale ressaltar, que o professor também deve ter o interesse em contribuir para essas mudanças e escolher melhor os livros didáticos de química, já que este é o principal material didático disponibilizado nas escolas para os professores e os alunos, o que já vem sendo feito por meio do PNLD, que qualifica os livros a cada três anos. Entretanto, o professor tem que saber como avaliar o livro didático e considerar em seu planejamento como ele será utilizado.

Ao propor a *Equimídi@* como estratégia pedagógica, havia a hipótese de que este material pudesse dar significados aos conteúdos de Equilíbrio Químico, trabalhando com mídias que informassem os conteúdos em contextos que o aluno tivesse algum entendimento ou que permitissem a ele buscar este entendimento e estabelecer relações entre a ciência Química e outras ciências, como a Biologia. E tudo isso, em um ambiente computacional que instigasse o indivíduo a estudar o assunto por meio da interatividade e das possibilidades que o material proporciona.

Como a intenção é dispor a *Equimídi@* para toda a comunidade escolar, e isso será feito por meio da internet na página do PPGEEN⁸⁶ e da distribuição de CDs, esperamos que este material sirva de inspiração para outros professores e que eles possam desenvolver materiais semelhantes, já que até mesmo com recursos como o *PowerPoint* ou similares, é possível desenvolver materiais interativos e que não necessita saber ou entender da linguagem de programação.

O sistema iconográfico destes *softwares* proporciona a quem se interessa a conhecê-los, uma forma amigável para sua utilização. Dá-se então a aprendizagem por descoberta, o que no caso do pesquisador que aqui relata, foi trabalhoso, entretanto, prazeroso ao ver que o material desenvolvido, resultou em um efeito positivo sobre aqueles que participaram da pesquisa como avaliadores da *Equimídi@*.

Todos os avaliadores aprovaram o material didático quando informaram que a utilizariam em suas aulas, considerando-o um instrumento que de fato pode contribuir, por meio da interatividade, dos experimentos, dos simuladores, enfim, da forma que o conteúdo está articulado, para melhorar o ensino e a aprendizagem dos

⁸⁶ <http://fisica.ufmt.br/pgeec/>

conteúdos de Equilíbrio Químico ao permitir que os conceitos sejam construídos com a participação dos alunos por meio de problematizações e contextualização dos conteúdos.

Dessa forma, parafraseando Lévy, quanto mais o aluno se envolve no processo de aprendizagem, mais ele se apropria daquilo que aprende.

Isso responde a principal pergunta que direcionou este trabalho: Quais as contribuições ao ensino de Química de uma hipermídia sobre Equilíbrio Químico, na perspectiva dos participantes do PIBID Química da UFMT?

A soma de mídias diferentes em um mesmo material como, por exemplo, no formato de vídeo, simulações e sons e a interatividade que a *Equimídi@* proporciona ao usuário, permitem a visualização de reações químicas e favorece estabelecer uma ligação entre os aspectos macro e microscópicos existentes em uma reação química, e ainda, conta com o reforço didático proporcionado pela narração, algo que no livro didático não é possível, já que o conteúdo desses é apresentado de maneira estática e, muitas vezes, com os conceitos prontos, o que pode induzir o aluno e o professor, a decorarem regras e conceitos, causando um reducionismo dos conhecimentos que o Equilíbrio Químico pode proporcionar. Somando-se a isso todas as dificuldades de aprendizagem que foram discutidas no Capítulo 2, temos um desenvolvimento conceitual por parte dos alunos aquém do esperado.

A partir dos resultados da avaliação da *Equimídi@* feita pelos membros do PIBID, é possível afirmar então que os conteúdos apresentados e a metodologia utilizada, a tornam viável, técnica e pedagogicamente para o ensino de Equilíbrio Químico, atendendo à necessidade de se ter um material que possa contribuir positivamente no ensino de química.

A *Equimídi@* aumenta as possibilidades de apresentação, informação e comunicação dos conteúdos, proporcionando mais dinamismo no processo de ensino e por consequência, na aprendizagem dos indivíduos.

Aqui, abro um parêntese para falar de uma experiência que não consta na pesquisa, mas que possui relação com o assunto, que apesar de ainda não trabalhar com turmas que de acordo com o currículo devem estudar o assunto Equilíbrio Químico, ao utilizar simuladores ou vídeos que demonstram fenômenos relacionados a transformações químicas durante as aulas, foi possível perceber um maior interesse e curiosidade dos alunos e que ao serem questionados, elaboraram hipóteses sobre o que o conteúdo estava apresentando. Eles passaram a fazer parte

do próprio processo de aprendizagem. Isso acaba incentivando este pesquisador, a continuar explorando os recursos computacionais aplicados ao ensino de química.

Temos que aproveitar a facilidade de acesso à informação que a informatização proporciona e a grandiosidade que esta tecnologia possibilita no campo do conhecimento, além da concepção de um espaço do saber infinito, dinâmico e rico em informações que coletivamente, pode resultar na transformação da aprendizagem de química, contribuindo para a formação do cidadão, do ser humano.

Por outro lado, devemos considerar que muitas escolas também não possuem laboratórios de informática estruturados, funcionários capacitados para dar o suporte técnico ou ainda, a possibilidade de professores que não possuem um perfil para lidar com esse tipo de tecnologia.

É importante salientar que o uso de computadores ou de qualquer outra tecnologia não é o único caminho para resolver os problemas de aprendizagem dos alunos.

Por fim, este trabalho não se dedica a dizer que uma hipermídia é o melhor caminho para resolver os problemas relacionados ao ensino de Equilíbrio Químico e nem atribuir culpa aos alunos e muito menos aos professores em relação aos problemas de aprendizagem, mas sim, de informar que é possível trabalhar os conteúdos de química por meios diferentes daqueles que geralmente são empregados em sala de aula – giz, quadro, livro, reprodução do que está pronto – basta ter iniciativa e buscar aprender dia a dia e aproveitar o que as TIC têm a oferecer.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, Adriana A.; LEÃO, Marcelo B. C.; SOUZA, Francislê N. de. FlexQuest: potencializando a webquest no ensino de química. **Revista Faced**, n. 14, p.119-133, 2008.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: Contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Traduzido por Estela dos Santos Abreu. 1.ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BASTOS, Maria Inês. **O desenvolvimento de competências em TIC para a educação na formação de docentes na América Latina**. Brasília 2010. Disponível em <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012844.pdf>. Acesso em 15/08/2010.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BOTH, Luiz. **A Química Orgânica no Ensino Médio: na sala de aula e nos livros didáticos**. 2007. 151p. Dissertação (Mestrado em Educação), Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Química: catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM/2008**. Brasília: 2007.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: 2006.

BRITO, Sérgio Luiz. Um ambiente multimediatizado para a construção do conhecimento em química. **Revista Química Nova na Escola**, n. 14, p. 13-15, 2001.

CALADO, Sílvia dos S.; FERREIRA, Sílvia C. dos R. **Análise de documentos: Método de recolha e análise de dados**. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/analisedocumentos.pdf>> Acesso em 09 de abril de 2012.

CARVALHO, Anna M. P. de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de Professores de Ciências**. Traduzido por Sandra Valenzuela. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

CHIZZOTTI, Antônio. A pesquisa Qualitativa em Ciências Humanas e Sociais: evolução e desafios. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 02, n. 16, p. 221-236, 2003.

CUNHA, Ana Maria de O.; KRASILCHIK, Myriam. **A formação continuada de professores de ciências: percepções a partir de uma experiência**. 2000. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/23/textos/0812t.PDF>> Acesso em 20 de maio de 2011.

DUARTE, Maria da C. **Analogias na Educação em Ciências: Contributos e Desafios.** 2004. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a1.htm#>. Acesso em 05 maio 2011.

ECHEVERRÍA, Agustina R.; MELLO, Irene C.; GAUCHE, Ricardo. **Livro Didático: Análise e utilização no Ensino de Química.** In: MALDANER, Otávio A.; SANTOS, Wildson L. P. (org.). **O Ensino de Química em Foco.** 4.ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

FABIÃO, Luís S.; DUARTE, Maria da C. **As analogias no ensino da Química: um estudo no tema Equilíbrio Químico com alunos/futuros professores de Ciências.** In: NARDI, Roberto; ALMEIDA, Maria J. P. M. de (org). **Analogias, leituras e modelos no ensino de ciência: a sala de aula em estudo.** v. 1, São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

FERNANDES, Juliana C. da C. **Informática na Educação: Construção e Análise de uma Hipermídia como Recurso Didático em CD-ROM.** Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola), Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

FRANÇA, Angella da C. G.; **Formação do Íon e Estrutura Atômica: Análise das relações estabelecidas por alunos do Ensino Médio, numa atividade do Ensino de Química.** 2009. 138p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FURIÓ, Carlos; FURIÓ, Cristina. Dificuldades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. **Educación Química.** n. 13, p. 300-8, 2000.

GALAGOVSKY, Lydia; ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. Modelos y Analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales: El Concepto de Modelo Didático Analógico. **Enseñanza de las Ciencias.** n. 19, p. 231-242, 2001.

GAUCHE, Ricardo; TUNES, Elizabeth. **Pesquisa e Autonomia do Professor de Química.** . In: ROSA, Maria I. P.; ROSSI, Adriana V. (org.). **Educação Química no Brasil: Memórias, políticas e tendências.** 1.ed. Campinas: Átomo, 2008.

GIANI, Kellen. **A Experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

GIORDAN, Marcelo. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola,** n. 10, p. 43-9, 1999.

GIORDAN, Marcelo. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências.** Ijuí: Unijuí, 2008.

GODOY, Arilda S. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas,** São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-9, 1995.

GOMES, J. do N.; ALMEIDA, E. R. de; RECENA, M. C. (2009) **Contextualizando o ensino de equilíbrio químico: uma transposição desejável utilizando um hiperdocumento como suporte.** Disponível em <http://www.propp.ufms.br/gestor/titan.php?target=openFile&fileId=387>. Acesso em 28/04/2010.

HEIDRICH, Denise N. **Construção e avaliação de hipermídia educacional sobre tópicos de carboidratos.** Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

HODSON, D. Hacia um Enfoque más Crítico Del Trabajo de Laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias.** v. 12, p. 299-313, 1994.

JÚNIOR, José G. T.; SILVA, Rejane M. G. Investigando a temática sobre equilíbrio químico na formação inicial docente. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias.** v.8, n. 2, p. 571-592, 2009.

JÚNIOR, Wilmo E. F.; et al. Um estudo das analogias sobre equilíbrio químico nos livros aprovados pelo PNLEM 2007. **Ensaio,** n. 02, v. 13, p. 85-100, 2011.

LEAL, Murilo C. **Didática da química:** fundamentos e práticas para o ensino médio. Belo Horizonte: Dimensão, 2010.

LEÃO, Marcelo B. C. Multiambientes de aprendizaje en entornos semipresenciales. Pixel-Bit. **Revista de Medios y Educación,** n. 23, Sevilla, 2004.

LEÃO, Marcelo B. C.; PIRES, Claudia A. Ambiente Virtual de Estudo 'Escola VIRTUS' e o Podcasting Multimídia como recursos no processo de ensino-aprendizagem. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa RELATEC,** n. 02, v. 8, p. 39-58, 2009.

LÉVY, Pierre. **A inteligência coletiva:** por uma antropologia do ciberespaço. 2. ed. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Loyola, 1999.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência:** o futuro do pensamento na era da informática. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1993.

LIMA, Viviani A. de; MARCONDES, Maria E. R. Atividades Experimentais no Ensino de Química: Reflexões de um Grupo de Professores a partir do Tema Eletroquímica. **Enseñanza de las Ciencias,** número extra, VII Congresso, 2005.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação:** Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, Andréa H. **Equilíbrio Químico:** Concepções e Distorções no Ensino e na Aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

MACHADO, Andréa H.; ARAGÃO, Rosália M. R. de. Como os Estudantes Concebem o Estado de Equilíbrio Químico. **Química Nova na Escola**, n. 04, p. 18-20, 1996.

MACHADO, Daniel I.; NARDI, Roberto. **Uma proposta de software hipermídia para o ensino de física moderna e contemporânea**. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 2004.

MAIA, Daltamir J.; et al. Um experimento para Introduzir Conceitos de Equilíbrio Químico e Acidez no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 44-6, 2005.

MELEIRO, Alessandra; GIORDAN, Marcelo. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 17-20, 1999.

MELLO, Irene C. de. **O ensino de química em ambientes virtuais**. Cuiabá: EDUFMT, 2009.

MENDONÇA, Rildo J.; CAMPOS Angela F.; JÓFILI, Zélia M. S. O Conceito de Oxidação-Redução nos Livros Didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 45-8, 2004.

MEZZAROBA, Orides; MONTEIRO, Cláudia, S. **Manual de metodologia da pesquisa no direito**. 3 ed. rev. São Paulo: Saraiva, 2006.

MILAGRES, Vânia S. O.; JUSTI, Rosária S. Modelos de Ensino de Equilíbrio Químico: Algumas Considerações Sobre o que Tem Sido Apresentado em Livros Didáticos no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 13, p. 41-6, 2001.

MÓL, Gerson de S. **O Uso de Analogias no Ensino de Química**. Tese (Doutorado em Química), Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

MONTEIRO, Ivone G.; JUSTI, Rosária S. Analogias em Livros Didáticos de Química Brasileiros Destinados ao Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 5, p. 67-91, 2000.

MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C; RODRÍGUEZ, M.L. (orgs.) **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente**. In Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44, 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>> Acesso em 15 de janeiro de 2012.

MORTIMER, Eduardo F. A Evolução dos Livros Didáticos de Química Destinados ao Ensino Secundário. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, p. 25-41, 1988.

MORTIMER, Eduardo F.; SANTOS, Wildson L. P. **Políticas e Práticas de Livros Didáticos de Química: O processo de constituição da inovação X redundância nos livros didáticos de química de 1833 a 1987**. In: ROSA, Maria I. P.; ROSSI, Adriana V. (org.). **Educação Química no Brasil: Memórias, políticas e tendências**. 1.ed. Campinas: Átomo, 2008.

OLIVA, José M. El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciências. **Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 3, n. 3, p. 363-384, 2004.

PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, Edméa R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humano no campo da saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, n. 29, p. 318-25, 1995.

RAVILOLO, Andrés; GARRITZ, Andoni. Analogias no Ensino de Equilíbrio Químico. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 13-25, 2008.

SABADINI, Edvaldo; BIANCHI, José Carlos de A. Ensino do Conceito de Equilíbrio Químico: Uma Breve Reflexão. **Química Nova na Escola**, n. 25, p. 10-3, 2007.

SILVA, Ana C. A. da. **O ensino de química via internet: uma experiência com a metodologia da webquest**. Dissertação (Mestrado em Educação), Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

SILVA, Christina M. T. da; ELLIOT, Ligia G. Avaliação da Hipermídia para Uso em Educação: uma Abordagem Alternativa. **Revista brasileira de estudos pedagógicos**. v. 78, n. 188/189/190, p. 262-284, 1997.

SILVA, Roberto R. da; MACHADO, Patrícia F. L.; TUNES, Elizabeth. **Experimentar Sem Medo de Errar**. In: MALDANER, Otávio A.; SANTOS, Wildson L. P. (org.). **O Ensino de Química em Foco**. 4.ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

SOUZA, Karina A. de F. D. de; CARDOSO, Arnaldo 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. 51-6, 2008.

TAVARES, Orivaldo de L.; AZEVEDO, Breno F. T. **Tópicos em Construção de Software Educacional**. Disponível em <<http://www.inf.ufes.br/~tavares/trab3.html#HIPERMÍDIA>> Acesso em 20 de dezembro de 2011.

TEÓFILO, Reinaldo F.; BRAATHEN, Per Christian; RUBINGER, Mayuran M. M. Reação Relógio Iodeto/Iodo com Material Alternativo de Baixo Custo e Fácil Aquisição. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 41-4, 2002.

THEODOR, Nelson. **O visionário**. Disponível em <<http://fbosilkworm.wordpress.com/2012/02/21/theodor-nelson-o-visionario/>> Acesso em 04 de abril de 2012.

UEHARA, Fabia M. G. **Refletindo Dificuldades de Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio no Estudo do Equilíbrio Químico**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática), Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

APÊNDICE A - Questionário aplicado aos professores do ensino médio



Universidade Federal de Mato Grosso
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais
Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química

Solicito sua colaboração no sentido de responder ao presente questionário. As informações obtidas serão utilizadas na dissertação de Edimarcio Francisco da Rocha e Mônica Santana Cardoso, mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais do Instituto de Física da UFMT. O objetivo é obter informações que possam contribuir na elaboração de materiais didáticos para o ensino de Química. Vale ressaltar que, os dados disponibilizados não serão repassados a terceiros, bem como, caso sejam utilizados na dissertação, os nomes reais serão mantidos em absoluto anonimato. Todas as informações serão extremamente importantes para análise dos resultados, portanto a sinceridade de suas respostas é fundamental. Quanto à presteza na devolução do questionário é condição “sine qua non” para o êxito do trabalho. Antecipadamente agradecemos o tempo que você investirá no preenchimento deste questionário, o cuidado e a atenção que dispensar à tarefa.

QUESTIONÁRIO

1. Dados Pessoais

Sexo: () feminino () masculino

Idade: _____

2. Experiência Profissional

a) Há quantos anos você trabalha como professor de Química? _____

3. Sobre o Ensino de Química:

a) Na sua opinião, qual conteúdo de Química os alunos têm maior dificuldade de aprender?

b) O que você acha que justifica essa dificuldade dos alunos?

Muito obrigado!

APÊNDICE B - Ficha de avaliação da *Equimídi@*

Ficha de avaliação da hiperímia EQUÍMÍDI@

BLOCO 1 – Caracterização dos avaliadores – PIBID

Bolsista ()
 Supervisor (a) ()
 Coordenador de área ()

Para o Bolsista:

Está cursando qual semestre no curso de graduação? _____

Para o Professor (a):

Quantos anos de docência? _____

BLOCO 2 – Aspectos técnicos

Item avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Visualização das informações					
Facilidade de navegação					
Clareza dos comandos					
Clareza das informações					
Acesso a outras mídias (vídeo, internet, textos, simuladores)					
Uso de ilustrações					
Cores utilizadas					
Facilidade de leitura dos textos					
Facilidade de entendimento dos sons					
Facilidade de entendimento das simulações					
Facilidade de visualização dos vídeos					
Interatividade do usuário com o conteúdo					
Tutorial					
Layout					
Sugestões					

BLOCO 3 – Aspectos pedagógicos

Item avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Nível de adequação ao ensino médio					
Nível de motivação para o ensino					
Nível de motivação para a aprendizagem					
Permite a construção dos conceitos de forma adequada					
Nível de aprendizagem dos conceitos propostos					
Nível de autonomia do aluno para estudar sozinho					
Interdisciplinaridade					
Contextualização do assunto					
A utilização de experimentos estimula a discussão para a construção dos conceitos e entendimento dos fenômenos					
O material permite recuperar conceitos prévios para a compreensão do equilíbrio químico					
Sugestões					

BLOCO 4 – Utilização da hipermídia em sala de aula

Você utilizaria a hipermídia em suas aulas relacionadas ao Equilíbrio Químico?

() Sim () Não

Em sua opinião em qual momento seria mais apropriado utilizar a Equimídi@? Marque quantas alternativas desejar.

Introdução da aula ()

A própria aula ()

Exercício após a explicação do conteúdo ()

Avaliação ()

Atividade diferente em sala de aula ()

Outros
