

NILCIMAR DOS SANTOS SOUZA

**ENSINO DE QUÍMICA NO PROEJA:
UMA PROPOSTA INTEGRADORA DAS RELAÇÕES ENTRE
A SALA DE AULA E O ESPAÇO VIRTUAL DE APRENDIZAGEM - EVA**

Laboratório de Ciências Química - LCQUI
Centro de Ciência e Tecnologia - CCT
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF

Campos dos Goytacazes/RJ

2009



**ENSINO DE QUÍMICA NO PROEJA:
UMA PROPOSTA INTEGRADORA DAS RELAÇÕES ENTRE
A SALA DE AULA E O ESPAÇO VIRTUAL DE APRENDIZAGEM - EVA**

Aluno: Nilcimar dos Santos Souza

Professora orientadora: Marília Paixão Linhares

Monografia apresentada ao Laboratório de Ciências Químicas da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências do curso de Licenciatura em Química, para a obtenção do título de Licenciado.

novembro/2009

**ENSINO DE QUÍMICA NO PROEJA:
UMA PROPOSTA INTEGRADORA DAS RELAÇÕES ENTRE
A SALA DE AULA E O ESPAÇO VIRTUAL DE APRENDIZAGEM - EVA**

Nilcimar dos Santos Souza

Monografia apresentada ao Laboratório de Ciências Químicas da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências do curso de Licenciatura em Química, para a obtenção do título de Licenciado.

Aprovada em 12 de novembro de 2009

Banca Avaliadora:

Prof^ª. D.Sc. Marília Paixão Linhares – UENF (orientadora)

Prof^ª. D.Sc. Rosana Aparecida Giacomini – UENF

Prof. D.Sc. Walter Ruggeri Waldman – UENF

Campos do Goytacazes – RJ
Novembro – 2009



desconhecido

Quem melhor que os oprimidos, se encontrará preparado para entender o significado terrível de um sociedade opressora? Quem sentirá, melhor que eles, os efeitos da opressão? Quem, mais que eles, para ir compreendendo a necessidade da libertação? Libertação que não chegarão pelo acaso, mas pela práxis de sua busca, pelo conhecimento e reconhecimento da necessidade de lutar por ela. Luta que, pela finalidade que lhe derem os oprimidos, será um ato de amor, com o qual se oporão ao desamor contido na violência dos opressores, até mesmo quando revestida da falsa generosidade.

Paulo Freire

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Marília Paixão Linhares, pelo carinho, amizade, incentivo, motivação e formação acadêmica ao longo dos cinco anos que viemos desenvolvendo atividades de pesquisa. Certamente devo muito de minha formação a esses anos de convivência na sala 211-CCT. Esta monografia reflete apenas parte do trabalho desenvolvido e experiências adquiridas.

Faz-se necessário agradecer aqui também a Ernesto Macedo Reis por ter me introduzido ao projeto pelo lado informático, que hoje, pelo lado do ensino de Química, se faz presente sob a forma da informática educativa. Outra grande parcela de minha formação acadêmica se deve a convivência em outro laboratório de pesquisa, a sala 15/5 bloco E, do IFF.

À minha família por tudo.

À UENF por ser uma universidade empenhada em fomentar pesquisa, elevar a qualidade de seus cursos e alcançar cada vez mais visibilidade nos meios acadêmicos.

Um agradecimento especial à minha turma original na licenciatura na UENF, na qual construímos sólidos laços de amizade, difíceis de desatar. Tanto os que se formaram quanto os que estão se formando, os que ainda se formarão e os que não se formarão mais, constituiriam um grupo único de estudantes, dificilmente visto hoje em dia, quando cada vez mais os alunos entram no intuito de competir ferozmente com os colegas, seja por nota, por bolsa ou por prestígio. Não citarei nomes, pois teria de citar todos os outros 29 estudantes que ingressaram na licenciatura em Química 2005. Portanto, me reservo apenas aos sinceros agradecimentos a eles por compartilharem comigo todos os sucessos e insucessos alcançados ao longo dessa trajetória e por todos os incentivos.

Tenho que agradecer aqui também aos meus calouros diretos, turma a qual compartilhei da presença para cursar algumas disciplinas. Nesta turma tive também o prazer de fazer algumas amizades.

A todos os colegas do grupo de pesquisa, com os quais compartilhamos aprendizados e escrita de artigos! Lucas Sepulveda, Maria Helena Pamplona, João Paulo Erthal, Renata Lacerda, Ronaldo Bastos, Vanessa Oliveira, Karla Cynthia Costa e Cassiana Hygino.

Aos professores Walter Ruggeri Waldman e Rosana Giacomini por aceitarem compor a banca de avaliação. E também pelos conhecimentos construídos em suas disciplinas, quando tive oportunidade de participar ao longo da graduação.

SUMÁRIO

Introdução.....	1
1.1 – Justificativas.....	4
1.2 – Objetivos.....	6
1.3 – Estrutura da Monografia.....	6
Contexto da Pesquisa.....	8
2.1 – O PROEJA.....	8
2.2 – O Edital PROEJA-CAPES/SETEC nº 03/2006 e a Parceria UENF-IFF.....	9
2.3 – A Proposta Didático-Pedagógica.....	11
2.4 – O Público-Alvo.....	13
2.5 – Planejamento das Ações de Pesquisa e Ensino.....	14
2.5.a – Pesquisa.....	14
2.5.b – Ensino.....	17
As Aulas de Química.....	19
3.1 – Integração entre os Ambientes Virtual e Presencial de Aprendizagem.....	19
3.1.a – Fórum de Discussão.....	20
3.1.b – Experimentação Problematizadora.....	22
3.1.c – Proposta de Integração.....	23
3.2 – O Experimento Didático.....	25
3.2.a – Conteúdo Abordado: Eletroquímica.....	25
3.2.b – Planejamento e Organização.....	28
3.3 – Dados da Pesquisa: Instrumentos de Coleta e Métodos de Análise.....	34
3.3.1 – Instrumento de Coleta de Dados.....	35
3.3.2 – Métodos de Análise de Dados.....	35
Resultados e Análises.....	37
4.1 – Concepções Prévias sobre o Tema.....	37
4.2 – Argumentações Durante o Experimento Inicial.....	39
4.3 – Falas no fórum.....	43
4.4 – Argumentações Durante o Experimento Final.....	46
4.5 – Aspectos Gerais da Experiência: Algumas Falas.....	48
Considerações Finais.....	51
Referências Bibliográficas.....	54

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 3.1 – Tela inicial de um grupo na visão do professor</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3.2 – Pauta da reunião inicial entre professores e coordenadores do projeto.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4.1 – Interrelações entre os objetos e os focos de interesse da Química (Mortimer et al., 2000).....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 4.2 – Pilha de zinco/dióxido de manganês (Bocchi et al., 2000).....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 4.3 – Materiais utilizados nos experimentos durante a experiência didática.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 4.4 – Registro da tensão elétrica gerada na reação do manganês (VII) com magnésio metálico.....</i>	<i>33</i>

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 4.1 – Categorização das respostas dos estudantes na etapa de levantamento de concepções prévias</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 4.2 – Categorização das respostas dos estudantes na problematização inicial.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabela 4.3 – Categorização das respostas dos estudantes na aplicação do conhecimento</i>	<i>47</i>

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 4.1 – Textos produzidos pelos alunos na etapa de levantamento de concepções prévias.....</i>	<i>37</i>
<i>Quadro 4.2 – Textos produzidos pelos alunos no momento pedagógico problematização inicial.....</i>	<i>40</i>
<i>Quadro 4.3 – Mensagem inicial do fórum enviada pelo professor</i>	<i>43</i>
<i>Quadro 4.4 – Trechos das mensagens dos estudantes.....</i>	<i>44</i>
<i>Quadro 4.5 – Textos produzidos pelos alunos no momento pedagógico aplicação do conhecimento.....</i>	<i>46</i>

LISTA DE SIGLAS

ABC – Aprendizagem Baseada em Casos

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CNE – Conselho Nacional de Educação

ddp – Diferença de Potencial

EJA – Educação de Jovens e Adultos

EPT – Educação Profissional e Tecnológica

EVA – Espaço Virtual de Aprendizagem

FEM – Força Eletromotriz

GEPEQ - Grupo de Pesquisa em Educação Química

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IES – Instituto de Ensino Superior

IFF – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

LED – Light-Emitting Diode

MEC – Ministério da Educação

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios

PROEJA – Programa de Integração da Educação Profissional Técnica de Nível Médio ao Ensino Médio na Modalidade Educação de Jovens e Adultos

SECAD – Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade

SESI – Serviço Social da Indústria

SETEC – Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação

XOOPS – eXtensible Object Oriented Portal System

RESUMO

O presente trabalho trás uma investigação das relações que se estabelecem entre a sala de aula – espaço presencial de aprendizagem – e o ambiente virtual de aprendizagem EVA (acrônimo de Espaço Virtual de Aprendizagem) quando este é introduzido nas ações de sala de aula. Considerando que a adoção das tecnologias de informação e comunicação pelo professor de forma não planejada e organizada, pode levar a uma informatização do ensino tradicional, torna-se fundamental entender como se dá a articulação entre os ambientes virtual e presencial de aprendizagem. Foi planejada uma proposta didática de integração dos ambientes de aprendizagem orientada pela pedagogia problematizadora de Paulo Freire e estruturada em momentos pedagógicos. A partir desta proposta, foi delineado um experimento didático a fim de verificar como se estabeleceria as relações entre os ambientes de aprendizagem nas aulas de Química e com o público de jovens e adultos. O público-alvo contemplado pela implementação do experimento didático foi um grupo de estudantes jovens e adultos do curso técnico em Eletrônica do Programa de Integração da Educação Profissional Técnica de Nível Médio ao Ensino Médio na Modalidade Educação de Jovens e Adultos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. O conteúdo trabalhado no experimento didático selecionado foi a Eletroquímica, com foco nas reações de oxirredução espontâneas de pilhas e baterias, devido à relação com o curso e a coerência com o tema interdisciplinar trabalhado no semestre. A avaliação do experimento didático foi baseada nas falas dos estudantes ao longo dos momentos pedagógicos propostos. Foi utilizada a análise de conteúdos sobre as falas no sentido de identificar avanços conceituais na compreensão dos conteúdos pelos alunos. Buscou-se também identificar como os estudantes se apropriaram dos ambientes de aprendizagem durante o estudo. Como resultado, verificou-se que todos os alunos participantes demonstraram avanços conceituais e construção de conhecimento após o experimento didático, além disto, cada estudante demonstrou mais interesse por um ambiente que por outro, reforçando a afirmativa de no ensino, especialmente o de Ciências, é necessário que o aluno seja submetido a mais de uma situação passível de construção de conhecimento.

Palavras-chave: Fórum. Experimentação problematizadora. Integração. Eletroquímica. Pilhas e baterias

Capítulo 1

Introdução

O papel da escola de lugar onde se aprende e se ensina algum tipo de saber já se tornou uma identidade reconhecida desde os discursos mais simples de senso comum, até as mais famosas e elaboradas definições políticas, teóricas e filosóficas. No entanto, mostra Saviani (1994), quando se tenta estabelecer qual o saber a escola deve difundir, como e para quem, encerra-se o consenso, as mais variadas ideias “*surgem, cruzam-se, aproximam-se, opõem-se, avançam, recuam, saem de cena, reaparecem, ostentam-se, dissimulam-se...*” (Saviani, op. cit, p.1). Estas divergências são ainda mais acentuadas quando a discussão se dá no âmbito da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

As pesquisas no campo da EJA, assim como as políticas voltadas para a parcela da população constituída de jovens e adultos, não avançaram como as políticas públicas educacionais que vêm aumentando a oferta de matrículas para o Ensino Fundamental e ampliando a oferta no Ensino Médio nos últimos anos (Brasil, 2006a).

No início da era Vargas, em 1930 foi criado o Ministério da Educação (MEC), originalmente denominado Ministério da Educação e Saúde. O primeiro ministro a assumir este ministério foi Francisco Campos e uma de suas primeiras ações foi a criação, em 1931, do Conselho Nacional de Educação (CNE), ao mesmo tempo em que reformou o ensino secundário e instituiu o ensino comercial. Três anos depois, com a constituição federal de 1934, já havia determinação para haver ensino primário integral gratuito e de frequência obrigatória, extensivo aos adultos. Mais três anos depois, a nova constituição de 1937 introduziu o ensino profissionalizante e a obrigatoriedade de as indústrias e sindicatos criarem escolas de aprendizagem. Cerca de setenta anos depois, o MEC ainda se via em meio a criação de secretarias e departamentos. Em 2004 foi criada a Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (SECAD), cuja tarefa era criar as estruturas necessárias para formular, implementar, fomentar e avaliar as políticas públicas voltadas para os grupos tradicionalmente excluídos de seus direitos, como as pessoas com 15 anos ou mais que não completaram o Ensino Fundamental. Integrado a estrutura do SECAD foi criado o Departamento de Educação de Jovens e Adultos, que tinha a responsabilidade de traçar diretrizes políticas e pedagógicas que atendessem aos interesses do público de jovens e adultos.

Estas informações revelam que as políticas voltadas para a EJA no Brasil, como modalidade nos níveis fundamental e médio, têm sido marcada pela descontinuidade e por tênues políticas públicas, que acabam por não suprir a demanda e o cumprimento dos direitos de cada cidadão, nos termos estabelecidos pela Constituição Federal de 1988. Mesmo separado por quase sete décadas, vemos muitas das recentes ações do MEC repetirem às praticadas no início de sua existência. As sucessivas portarias, secretarias e departamentos criados parecem desempenhar um papel de tentativa e acerto (ou tentativa e erro). E enquanto isso, o Brasil chegou ao século XXI com cerca de 16,3 milhões de analfabetos com idade superior a 15 anos, número que correspondia a 13,6% desta parcela da população.

O governo federal, buscando superar deficiências de oferta de oportunidade para este segmento da educação, criou pelo Decreto nº 5.478, de 24/06/2005, o Programa de Integração da Educação Profissional Técnica de Nível Médio ao Ensino Médio na Modalidade Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), para atender a demanda de jovens e adultos pela oferta de educação profissional técnica de nível médio.

O objetivo do PROEJA é sustentar o desenvolvimento de uma política educacional visando proporcionar o acesso do público de EJA ao ensino médio integrado à educação profissional técnica de nível médio, de qualidade e de forma pública, destinada, aos jovens e adultos que foram excluídos do sistema educacional ou que não tiveram acesso nas faixas etárias denominadas regulares.

A educação de jovens e adultos no Brasil é associada de forma muito mais natural ao educador Paulo Freire que a qualquer programa educacional em EJA já criado. Sua biografia, disponibilizada no sítio do Instituto Paulo Freire¹, mostra que Paulo Reglus Neves Freire nasceu em 1921 em uma das regiões mais pobres do Brasil à época, Recife, Pernambuco. Trabalhou no SESI e no serviço de extensão cultural da Universidade do Recife. Desde a adolescência já estava engajado na formação de jovens e adultos trabalhadores. Nos anos 50 propôs uma pedagogia específica, que associava estudo, experiência vivida, trabalho, pedagogia e política. Este modelo de ensino foi pela primeira vez apresentado em sua tese de concurso para Universidade do Recife, em 1958. Em 1963, já como professor da referida instituição, demonstrava os primeiros resultados da utilização de seu método junto a um grupo de trabalhadores rurais da cidade de Angicos no Rio Grande do Norte. Lá foram alfabetizados 300 trabalhadores em 45 dias, tendo na aula de encerramento a presença do governador do RN. Após esta experiência, o presidente João Goulart convidou Paulo Freire para repensar a educação de jovens e adultos em âmbito nacional. Em novembro deste ano foi criado o Plano Nacional de Alfabetização, que previa para 1964 a instalação de 20 mil círculos de cultura. O

¹ WWW.paulofreire.org

golpe militar, entretanto, interrompeu os trabalhos bem no seu início e por estas atitudes, Paulo Freire foi um dos primeiros exilados, após ter sido mantido preso por 72 dias. Seu exílio se deu inicialmente no Chile, onde desenvolveu durante cinco anos trabalhos em programas de educação de adultos no Instituto Chileno para a Reforma Agrária e escreveu sua principal obra: pedagogia do oprimido. De volta ao Brasil, com a lei da anistia, assumiu cargos em universidades paulistas e a secretaria municipal de educação de São Paulo, na gestão de Luiza Erundina, além de ter sido membro fundador do partido dos trabalhadores (PT). Escreveu dezenas de outros livros e manteve seus trabalhos na área educacional até sua morte em 1997, aos 75 anos.

De acordo com Freire (1999), o Ensino na modalidade EJA precisa assumir uma postura que permita o professor criar, pesquisar, respeitar os saberes dos estudantes, refletir criticamente, aceitar o novo, ser curioso e dialogar. Estes são alguns dos saberes definidos pelo autor como necessários à prática educativa de Jovens e Adultos. É com este foco que se desenvolveu a experiência didática em aulas de Química, apresentada neste trabalho.

A experiência didática se inseriu no projeto de pesquisa “Educando jovens e adultos para a ciência com tecnologias de informação e comunicação”, financiado pela CAPES/SETEC. O projeto visa assegurar uma formação científica de qualidade e criar processos de difusão e popularização do saber científico. Desta forma, contribuir para transformar a escola em espaço de trabalho, pesquisa e formação em Ciências de jovens e adultos.

Uma das principais atividades desenvolvidas pelo projeto foi a articulação dos professores de Química, Física e Biologia em prol da implementação de uma proposta didático-pedagógica voltada para promoção de um Ensino de Ciências interdisciplinar.

A proposta didático-pedagógica de ensino interdisciplinar de Ciências – Química, Física e Biologia – direcionada para o PROEJA, adotou a metodologia de Aprendizagem Baseada em Casos (ABC), com uso da estratégia de Estudos de Caso e apoio de veículo tecnológico, o Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA) (Reis, 2008).

Após adotar esta estratégia de ensino, os professores assumiram a postura de colaborar para o ensino interdisciplinar de Ciências. Havia um canal de contato aberto permanentemente entre os professores e demais pesquisadores do grupo de pesquisa. Mesmo assumindo o compromisso com o ensino interdisciplinar, os professores tinham liberdade para planejar aulas e experimentos didáticos.

O grupo de alunos contemplados em nosso projeto consistiu de uma turma do curso técnico em Eletrônica do Programa de Integração da Educação Profissional Técnica de Nível Médio ao Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA) do

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Fluminense (IFF). Inicialmente, havia 23 alunos matriculados.

O recorte da pesquisa para este trabalho está em um experimento didático desenvolvido nas aulas de Química, durante o segundo semestre letivo da turma de Eletrônica do IFF mencionada. Foram abordados conteúdos de eletroquímica, mais especificamente, reações espontâneas em pilhas e baterias. O aporte teórico do trabalho está relacionado à utilização de um fórum de discussão no EVA integrado de forma investigativa e problematizadora com as ações de sala de aula. Esta articulação é fundamentada em um modelo de ensino calcado na dialogicidade e problematização de Freire (1971) e estruturada em momentos pedagógicos (Delizoicov, 2005, 2008).

1.1 – Justificativas

Em 2005, o sistema didático EVA foi idealizado como substituto de outro sistema, que não atendia aos requisitos mínimos almejados pelos coordenadores do projeto. Nesse momento, foi necessária a inserção de mais um bolsista visando o processo de modelagem e desenvolvimento do sistema. A partir deste ponto, faz-se necessário explicitar as motivações da decisão de participar da equipe de desenvolvimento do ambiente virtual de aprendizagem EVA.

O trabalho inseria-se na área da Informática Educativa, em uma das linhas de pesquisa que mais tem se difundido nos últimos anos, ambientes virtuais de aprendizagem. Enquanto estudante visava à formação como Tecnólogo em Informática – modalidade Desenvolvimento de Software.

Ao ser aprovado como bolsista foi possível, mediante contato permanente com o grupo de pesquisa, estudar os princípios de engenharia de software necessários ao desenvolvimento e implementação do sistema didático EVA. A inserção em atividades com o grupo de pesquisa possibilitou a apropriação de conhecimentos da área educacional.

Esta área de pesquisa incorporava outras motivações no campo do aprendizado das ciências e tecnologias, que evoluíam a partir de um curso técnico em Química (2002/2004), de um pós-técnico em Especialização em Fluidos de Perfuração e Completação de Poços de Petróleo (2004) e da atual Licenciatura em Química (2005/2009).

A participação nos projetos do grupo de pesquisa permitiu identificar as relações entre o Ensino de Ciências e as tecnologias, em especial as tecnologias educacionais. A possibilidade de aliar as áreas de formação e interesse: o Ensino de Ciências e o

Desenvolvimento de Software foi o fator fundamental na opção de integrar este grupo de pesquisa em detrimento de outros.

A motivação ao longo do projeto foi se ampliando a partir das ações de pesquisa, já que proporcionaram a aplicação de conhecimentos construídos durante a formação acadêmica, que puderam ser compreendidos como compatíveis com a área da Informática Educativa.

A importância desta área de pesquisa nos meios acadêmicos foi comprovada nos trabalhos submetidos durante o projeto e apresentando no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) 2006/(Pamplona *et al.*, 2006), Encuentro Internacional Virtual Educa (VirtualEduca) 2007/(Souza *et al.*, 2007a), Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) 2007/(Souza *et al.*, 2007b), Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) 2008/(Souza *et al.*, 2008a), SBPC 2008/(Souza *et al.*, 2008b) e SBPC 2009/(Souza *et al.*, 2009a), além dos ainda não apresentados, porém já aceitos para o Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem (CONAHPA) 2009, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) 2009 e International Conference in Problem-Based Learning 2010.

Após a formação como tecnólogo e o avanço no curso de Licenciatura em Química, novas perspectivas e possibilidades surgiram, como por exemplo, a possibilidade de atuar como educador, fazendo uso do EVA na sala de aula. Esta opção, muitas vezes ignorada por profissionais da Química, até mesmo por licenciandos e licenciados em Química, se mostrou a mais atraente.

Houve a possibilidade, portanto, de mudar o foco da pesquisa, sair da condição de desenvolvedor do ambiente, da parte tecnológica, da codificação para assumir o papel de professor de Química em sala de aula, em uma condição que nada tem de exato e padrão, como na programação.

Além da já desafiante mudança de linha de pesquisa, havia um aditivo neste desafio, o fato de a atuação como docente ser com o público de Jovens e Adultos, que, sabidamente, requer um ensino diferente dos modelos mais livrescos adotado com frequência no ensino regular.

Nesta nova empreitada muitas novidades, dificuldades, aprendizagens e questionamentos surgiram. Muitas foram as experiências didáticas planejadas e executadas no âmbito do Ensino de Química apoiado pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Contudo, neste trabalho trataremos da investigação de como utilizar os ambientes virtual e presencial de aprendizagem de forma integrada e não dicotomizada.

O ambiente EVA foi estruturado para manter o aluno em um contexto de questionamentos, ao buscar soluções para situações-problemas deflagradas pelo início de um

Estudo de Caso. Visando manter este caráter investigativo também na sala de aula, foi necessário buscar referenciais e metodologias que conjugassem com estes interesses.

Reis (2008) trabalhou junto a um grupo de estudantes de Ensino Médio fazendo uso do EVA com um Estudo de Caso relacionado à mecânica do voo de aviões. O autor relata que “*paralelamente, os estudantes participaram do fórum, de atividades no laboratório e das aulas*”, porém não detalha como se deu a realização destas atividades já que não era o foco de análise do trabalho:

“Este segundo passo não será objeto de análise, pois o interesse é a avaliação do avanço conceitual de cada aprendiz. (...). Consideramos que os primeiro e terceiro passos são suficientes para esta análise, que deve ajudar a responder nossa questão, sobre a ocorrência de aprendizagem significativa” (Reis, 2008).

Foram verificados resultados satisfatórios no trabalho, como por exemplo, avanço conceitual dos estudantes, participação de familiares e redução do índice de reprovação.

Interessados em entender como se dá a articulação do EVA com as atividades presenciais, decidimos nos instalar na lacuna deixada no trabalho de Reis (2008) para investigar como o EVA e a sala de aula se organizam para dialogar entre si. Para isso, resolvemos investir no planejamento de um experimento didático que valorizou do lado virtual, o fórum do EVA e do lado presencial, atividades experimentais em laboratório de ensino.

Podemos apresentar então a questão de pesquisa desta monografia: **Como trabalhar com o EVA de forma integrada às ações de sala de aula na disciplina de Química no PROEJA?**

1.2 – Objetivos

O objetivo deste trabalho é investigar, propor e avaliar uma metodologia de integração dos ambientes virtual e presencial de aprendizagem, voltada para o público de jovens e adultos, fundamentada em referenciais teóricos e metodológicos adequados.

1.3 – Estrutura da Monografia

A proposta didática desenvolvida com foco nas relações entre os ambientes virtual e presencial de aprendizagem junto ao público de jovens e adultos é apresentada ao longo deste trabalho. Para tanto, a monografia está organizada em mais quatro capítulos além da presente introdução.

O capítulo dois trata do contexto em que a pesquisa foi desenvolvida. Apresentamos de forma mais detalhada a modalidade de ensino PROEJA. Na sequência, falamos sobre o edital CAPES/SETEC que possibilitou desenvolver o projeto de pesquisa em que este trabalho está inserido. Falaremos também da proposta didático-pedagógica sob um âmbito mais geral, o da interdisciplinaridade no ensino de Ciências. Inicialmente apresentamos a proposta e os referenciais relacionados e em seguida abordamos o público-alvo selecionado para implementação de nossa proposta didático-pedagógica. Por fim, apresentamos o planejamento das ações de pesquisa e ensino.

O capítulo três conduz para o recorte desta monografia: as aulas de Química. Iniciamos pelos referenciais teóricos e metodológicos de uma proposta de integração entre ambientes virtual e presencial de aprendizagem para as aulas de Química. Na sequência, tratamos de um experimento didático criado com foco na integração entre os ambientes de aprendizagem. Finalizamos abordando os dados da pesquisa, apresentando os instrumentos de coleta e os métodos de análise.

No capítulo quatro abordamos os resultados obtidos no experimento didático planejado e implementado na disciplina de Química, que serão analisados a fim de verificar avanços conceituais dos alunos contemplados no projeto.

No quinto capítulo são feitas algumas considerações finais sobre o trabalho, além de acenarmos para a possibilidade de trabalhos futuros.

Capítulo 2

Contexto da Pesquisa

Neste capítulo situaremos o leitor no contexto da pesquisa. Para isso apresentamos o PROEJA e realçamos o edital PROEJA-CAPES/SETEC que permitiu instituir a parceria entre IFF e UENF a fim de investigar o ensino de Ciências apoiado por tecnologias de informação e comunicação. O capítulo destaca a proposta didático-pedagógica que amparou todas as atividades desenvolvidas em cada uma das áreas de interesse: Química, Física e Biologia. É destaque no capítulo também, o público-alvo selecionado e o planejamento das ações de ensino e pesquisa, que se constituem de etapas fundamentais para a implementação do projeto de pesquisa. Como ações de pesquisa são abordados os referencias metodológicos da proposta e os veículos de comunicação entre os pesquisadores. Como ações de ensino são abordadas as definições de conteúdos e a escrita dos primeiros Estudos de Caso.

2.1 – O PROEJA

O Programa de Integração da Educação Profissional à Educação Básica na Modalidade Educação Jovens e Adultos (PROEJA) busca resgatar e reinserir no sistema escolar brasileiro tanto jovens e adultos que ainda não finalizaram o ensino fundamental, como aqueles que já o completaram, mas que não concluíram nem o ensino médio nem um curso que os habilite a uma profissão técnica de nível médio.

A Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD/IBGE), apresentada em Brasil (2006a), mostra dados relativos a anos de escolaridade da população em 2002. Destacam-se nos dados, que quase 70 milhões de habitantes tinham 0, 1, 2 ou 3 anos de estudo e pouco mais de 35 milhões tinham no mínimo 11 anos de estudo, ou seja, a idade mínima para se concluir o Ensino Médio em turmas regulares. Em valores percentuais, significa dizer que 40% da população tinha até 3 anos de estudo e apenas 20% tinha pelo menos o Ensino Médio concluído.

Os dados apresentados incluem crianças, pois considera toda a população, contudo, quando consideramos o censo IBGE (2000), que forneceu dados relativos à frequência escolar, vemos que o número absoluto de sujeitos de 15 anos ou mais (que representavam 119,5 milhões de pessoas do total da população) sem conclusão do ensino fundamental (nove anos de escolaridade), era de 65,9 milhões de brasileiros. Ou seja, 55% da população com idade superior a 15 anos ainda não possuía o Ensino Fundamental concluído.

Os dados refletem que, apesar do histórico brasileiro de ações no âmbito do ensino profissionalizante e do próprio ensino básico voltadas para a parcela da população de cidadãos jovens e adultos, encerramos o século XX com um quadro ainda preocupante de analfabetos totais e funcionais e adultos com baixa escolaridade.

A partir do quadro apresentado e da demanda nacional pelo ensino técnico, em especial voltado para adultos que por diversos motivos tiveram de se afastar da escola nas idades regulares, é que se fazem necessárias políticas de inserção e integração desta população ao ambiente escolar. Frigotto e cols. (2005a *apud* Brasil, 2007) nomeiam como “*política de inserção*” as ações imediatas, que não podem esperar, devido à dívida histórica do estado brasileiro com a sociedade, e como “*política de integração*” as que projetam para médio e longo prazo. É nesta inovadora perspectiva de integração que surge o PROEJA.

O PROEJA foi estabelecido no âmbito da rede federal de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) através do Decreto nº 5.478/2005. O Decreto determinava que as instituições da rede federal de EPT reservassem 10% de todas as vagas em 2006 para o ensino médio integrado à educação profissional destinadas a jovens acima de 18 anos e adultos que tenham cursado apenas o ensino fundamental. Para os anos seguintes o percentual seria definido em atos posteriores do MEC (Frigotto *et al.*, 2005b).

Em decorrência das diretrizes do documento base (Brasil, 2006a) referente ao Decreto nº 5.478/2005, duas importantes ações foram desencadeadas: i) oferta de curso de especialização voltado para a formação de profissionais de ensino público para atuar no PROEJA e ii) abertura do edital PROEJA-CAPES/SETEC nº 03/2006 destinado a estimular a realização de projetos conjuntos de pesquisa entre universidades e IFs.

2.2 – O Edital PROEJA-CAPES/SETEC nº 03/2006 e a Parceria UENF-IFF

O edital PROEJA-CAPES/SETEC nº 03/2006 foi uma das ações implementadas no sentido de fomentar a produção de conhecimentos voltados para a prática pedagógica na modalidade de ensino que acabara de ser criada, o PROEJA.

O objetivo geral do edital foi:

O PROEJA-CAPES/SETEC tem por objetivo estimular no País a realização de projetos conjuntos de pesquisa utilizando-se de recursos humanos e de infraestrutura disponíveis em diferentes IES e/ou demais instituições enquadráveis nos termos deste Edital, possibilitando a produção de pesquisas científicas e tecnológicas e a formação de recursos humanos pós-graduados em educação profissional integrada à educação de jovens e adultos, contribuindo, assim, para desenvolver e consolidar o pensamento brasileiro na área (Brasil, 2006b).

A área temática do edital contemplava:

a área de educação profissional integrada à educação de jovens e adultos, com ênfase na formação humana, no aumento da escolaridade ante os desafios da sociedade do conhecimento, na inclusão no mundo do trabalho, no desenvolvimento da criatividade e do pensamento autônomo e crítico, capacitando os jovens e adultos para participar ativamente na construção de sua identidade social, bem como contribuir para o desenvolvimento humano sustentável (Brasil, 2006b).

Quanto às características e requisitos exigidos nos projetos destacamos o seguinte item: “*somente serão apoiados no âmbito do PROEJA-CAPES/SETEC projetos que envolvam parcerias (redes ou consórcios) entre equipes de diferentes IES ou entre estas e outras instituições de ensino e/ou pesquisa, em nível de pós-graduação stricto sensu*” (Brasil, 2006b).

Com relação às características e requisitos dos participantes do projeto, a orientação era de que as equipes participantes do projeto deveriam ser constituídas por pesquisadores/professores e estudantes de pós-graduação *stricto sensu* vinculados às IES ou a outras instituições de ensino e/ou pesquisa. Além disto, cada projeto deveria contemplar a formação de, no mínimo, um doutor e dois mestres, para os quais seriam concedidas bolsas de estudo nessas modalidades.

O prazo de duração máxima era de quatro anos para execução orçamentária e de cinco para a execução das atividades do projeto.

A partir do edital e das exigências nele contidas, formou-se uma parceria entre UENF e IFF através dos pesquisadores Marília Paixão Linhares e Ernesto Macedo Reis, respectivamente, a fim de implementar uma proposta didática voltada para o Ensino de Ciências no PROEJA utilizando as TICs. Seu uso no Ensino de Ciências já era feito com sucesso pela equipe na educação básica e na formação de professores (Reis, 2008).

Como resultado, foi escrito o projeto “Educando Jovens e Adultos para Ciências com Tecnologias de Informação e Comunicação” (Linhares e Reis, 2006). Parte do objetivo geral era “*Contribuir para transformar a escola em espaço de trabalho, pesquisa e formação em Ciências de jovens*”.

O projeto submetido previa a formação de um doutor e três mestres e dava destaque para a proposta de um modelo de ensino interdisciplinar entre a Química, a Física e a Biologia, com uso das tecnologias. Além disso, previa-se trabalhar com a formação de professores, direcionados para o ensino de jovens e adultos.

No total, apenas nove foram aprovados, entre os quais estava o projeto constituído pela parceria UENF-IFF. O único que previa trabalhar com Ensino de Ciências entre os selecionados.

2.3 – A Proposta Didático-Pedagógica

A proposta didático-pedagógica está direcionada para a integração de três disciplinas de Ciências Naturais, Química, Física e Biologia, no PROEJA, fundamentada na metodologia de Aprendizagem Baseada em Casos (Savery e Duffy, 1995) com apoio de veículo tecnológico, no caso, um ambiente virtual de aprendizagem, denominado Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA).

Considerando o ensino de jovens e adultos que busca favorecer a profissionalização, adotamos a ênfase de Ausubel (1978) que identifica os Estudos de Caso como estratégia promissora para facilitar a aprendizagem significativa diferenciada para cada aluno. De fato, no contexto de diversidade desse público é assim que se pretende agir, olhando as individualidades e respeitando-se a diversidade.

O Estudo de Caso é uma estratégia de narrativas sobre situações enfrentadas, questões abertas e dilemas. O aprendiz deve ser incentivado, sobretudo a ler, a se familiarizar com personagens, de forma a compreender fatos e valores, contextos neles presentes visando uma solução, que de modo geral, não é a única, distanciando-se principalmente por esta característica, dos métodos mais tradicionais de ensino de Ciências. Acreditamos que os Estudos de Caso podem ser uma estratégia de ensino relevante no desenvolvimento de habilidades para a formação profissional, como: raciocínio, flexibilidade, autonomia, capacidade de dialogar, astúcia e ação. Além disso, somam-se os conteúdos disciplinares integrados entre si e com a formação profissional.

O objetivo de adotarmos a estratégia de Estudos de Casos é, inicialmente, direcionar a aprendizagem para situações complexas, integradas e exploratórias. Nesse sentido, é indicada para favorecer o desenvolvimento de habilidades no processo de tomadas de decisão, necessário em qualquer nível de formação. Nossa proposta de utilização de Estudos de Caso no ensino de ciências está fundamentada na proposta de Reis (2008), que adotou a Aprendizagem Baseada em Caso para modelagem e desenvolvimento do EVA.

Projetos envolvendo o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino de Ciência são direcionados atualmente, em grande parte, à utilização de plataformas de ensino. As plataformas se comportam como lançadoras de cursos e, portanto eximem-se da necessidade de uma teoria educacional orientadora, o que torna *“os ambientes virtuais de aprendizagem uma das tecnologias de informação e comunicação mais valorizadas no âmbito da construção e transformação de conhecimento”* (Reis, 2008). Não considerar uma teoria educacional no processo de ensino em ambientes virtuais de aprendizagem pode acarretar na informatização do ensino tradicional, que tal qual o próprio ensino tradicional são

baseados na transmissão de conhecimento, havendo apenas a transferência do professor para o computador da responsabilidade de ser o proprietário do saber.

O ensino tradicional ou a informatização do ensino tradicional são baseados na transmissão de conhecimento. Nesse caso, tanto o professor quanto o computador são proprietários do saber, e assume-se que o aluno é um recipiente que deve ser preenchido. O resultado dessa abordagem é o aluno passivo, sem capacidade crítica e com uma visão de mundo limitada. Esse aluno, quando formado, terá pouca chance de sobreviver na sociedade atual. Na verdade, tanto o ensino tradicional quanto a informatização desse ensino prepara um profissional obsoleto (Valente, 1997).

Sob estes aspectos é que se modelou e desenvolveu totalmente em linguagem de programação livre (Souza, 2008), o sistema EVA. De acordo com Reis (2008), as características do EVA são: “o destaque do aluno com o papel principal, a oportunidade de desenvolver a autonomia dos estudantes, a interatividade no ambiente virtual de aprendizagem, além da aprendizagem cooperativa”.

No EVA, a estruturação se dá a partir de grupo de estudo, aos quais são disponibilizadas ferramentas que apoiam e flexibilizam as ações de ensino praticadas com os Estudos de Caso. Estas ferramentas são acessadas através de ícones presentes na tela inicial (figura 3.1) de cada grupo de estudo, são elas: Painel de controle, Fórum, Calendário, Chat, Portfólio, Aviso, Tarefa e Kit Pedagógico.

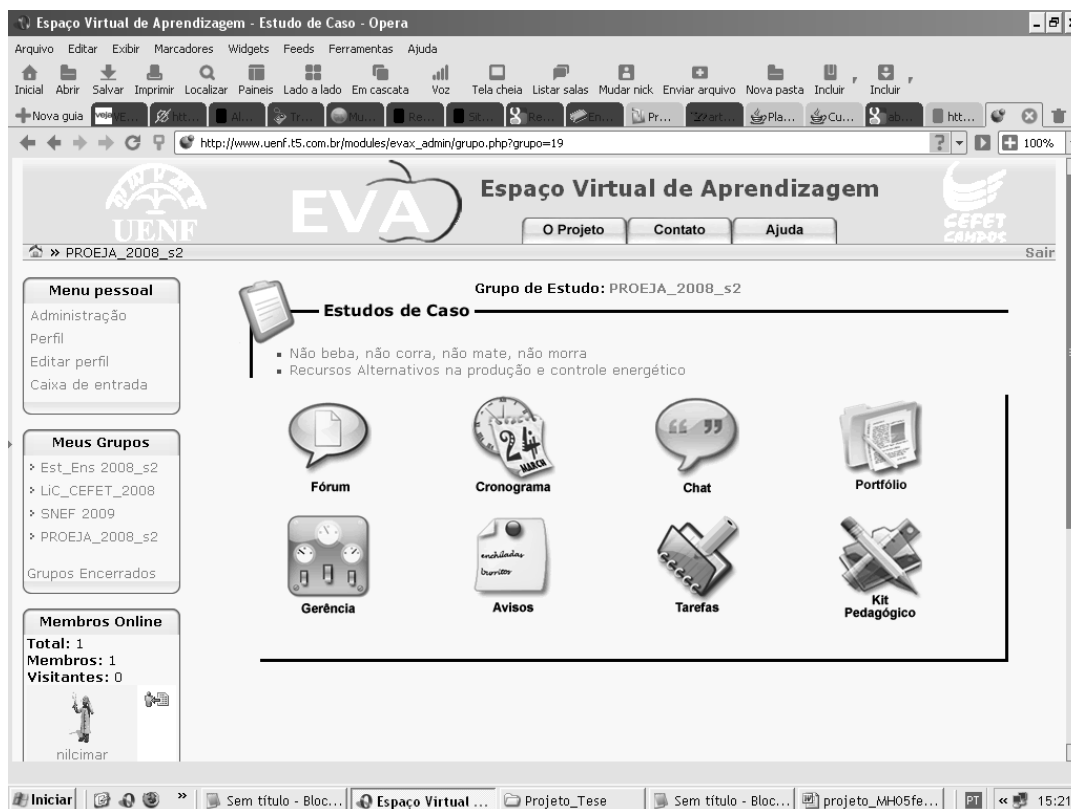


Figura 3.1 – Tela inicial de um grupo na visão do professor

Quando trabalham um Estudo de Caso no EVA os estudantes seguem basicamente três passos:

Passo 1 – O estudante lê o texto do Caso e aponta uma solução preliminar – deixando as marcas de suas ideias prévias;

Passo 2 – Elaboram uma resenha de um texto pré-selecionado. São ministradas aulas, encaminhadas outras leituras e pesquisas sobre o tema paralelamente ao trabalho no EVA e em sala de aula, **todas as atividades devem se constituir momentos de estudo, reflexão e interação;**

Passo 3 – Na fase de conclusão cada estudante encaminha sua proposta de solução que deve incorporar elementos das leituras e discussões – apresenta uma defesa de suas principais ideias. (Reis e Linhares, 2005, **grifo nosso**)

De acordo com o conteúdo disciplinar trabalhado, a duração de um Estudo de Caso pode variar, porém, enquanto operam os três passos no módulo de Estudos de Caso, os estudantes participam de uma série de atividades como fórum, *chat*, troca de mensagens internas, acessam materiais de diferentes naturezas que compõem o *kit* pedagógico, além de frequentarem as aulas presenciais e laboratórios. É fundamental preservar nas aulas presenciais o caráter de reflexão e interação imposto pelo EVA para não dicotomizar os dois ambientes, o virtual e o presencial.

Em nossa proposta didático-pedagógica, os Estudos de Caso foram elaborados visando atender aos interesses do ensino de cada uma das áreas de interesse Química, Física e Biologia. No trabalho cooperativo entre os professores das três disciplinas, desde o planejamento e elaboração de um Estudo de Caso, a transversalidade dos temas selecionados buscou satisfazer a necessidade de ensinar os conteúdos previamente identificados como relevantes na formação profissional dos estudantes.

2.4 – O Público-Alvo

Em concordância, os coordenadores do projeto de pesquisa e do PROEJA no IFF optaram por desenvolver a pesquisa na turma de Eletrônica do *campus* Campos dos Goytacazes-Centro. A opção em relação ao *campus* se deu por estar próximo a UENF, desta forma o acesso de todos os participantes do grupo de pesquisa em eventuais inserções seria facilitado. Este *campus* era o único que oferecia licenciatura em Ciências da Natureza e era o único onde se previa, à época, a instalação de pós-graduação *Lato Sensu* em PROEJA, voltada aos professores de escolas públicas. Estes elementos foram assumidos como facilitadores de ações posteriores no âmbito da formação de professores. Além disso, o professor de Física que atuaria como docente era contratado pela instituição e estava lotado neste *campus*. Todos esses foram aspectos que corroboraram para esta opção.

Em relação à opção pelo curso em Eletrônica em detrimento ao curso de Eletrotécnica, se deve principalmente ao fato de ser um curso que estava em construção, diferentemente do curso em Eletrotécnica que já se preparava para receber a quinta turma. Imperava no planejamento do curso em Eletrônica a investigação, a experimentação, a necessidade de descobrir como organizar um curso nesta área para este público, ou seja, um conjunto de atributos que iam ao encontro de nossas aspirações como pesquisadores.

Para esta primeira turma em Eletrônica modalidade PROEJA do *campus* Campos dos Goytacazes-Centro estavam previstas a disponibilização de 40 vagas. Para as disciplinas de Ciência Naturais estavam previstas duas aulas de 45 minutos por semana durante os três primeiros semestres para a Química e a Biologia e para a Física, três aulas de 45 minutos por semana durante os quatro primeiros semestres. Ou seja, a Física possuía uma aula semanal a mais, além de estar presente um semestre a mais que a Química e a Biologia.

As ações de ensino e pesquisa foram planejadas para os três primeiros semestres, pois neste período teríamos a possibilidade de trabalhar as três disciplinas de forma interdisciplinar e integrada.

2.5 – Planejamento das Ações de Pesquisa e Ensino

Esta seção aborda o planejamento das ações de ensino e pesquisa realizadas após a seleção do público-alvo. Abordamos, também, as primeiras ações desenvolvidas no âmbito da integração curricular, ou seja, a construção dos textos dos Estudos de Caso, que por sua vez, deram início ao planejamento de novas atividades voltadas para o EVA e para a sala de aula.

2.5.a – Pesquisa

O início do planejamento para as ações de ensino e pesquisa se deu através de uma reunião no dia 07 de maio de 2008, cinco semanas antes do início do primeiro semestre letivo de 2008 no IFF, que devido a greves em anos anteriores, ocorreu no dia 14 de abril. Estavam presentes na reunião os coordenadores do projeto e os professores de Química, Física e Biologia, que são: na Física, Ronaldo Bastos Filho, aluno de mestrado do programa de pós-graduação em Ciências Naturais da UENF com bolsa CAPES pelo projeto de pesquisa e professor contratado do IFF; na Biologia, Maria Helena Pamplona, aluna de doutorado do programa de pós-graduação em Ciências Naturais da UENF com bolsa CAPES pelo projeto de pesquisa e na Química, autor desta monografia, o aluno de Licenciatura em Química com bolsa UENF de Iniciação Científica. Uma cópia da pauta da reunião é apresentada na figura 3.2. É a partir dela que se deflagram as ações mais imediatas de planejamento.

REFLEXÕES E AÇÕES NO ÂMBITO DO PROEJA

1. O nosso projeto PROEJA envolve ação e avaliação da ação. Como ação propõe-se elaborar e implementar uma proposta pedagógica de Ciências da Natureza adequada para o perfil dos alunos PROEJA. A avaliação da ação está relacionada à pesquisa.
2. Qual a proposta de ensino de Ciências da Natureza adequada às necessidades dos estudantes PROEJA? Como planejar e executar esta proposta pedagógica? Como avaliar a eficácia das ações didáticas direcionadas a este público?
3. Estamos num momento crítico. É preciso delinear nossa proposta pedagógica que deve incorporar as diretrizes para a formação geral de jovens e adultos no ensino médio, integrada a formação profissional. O planejamento deve ser detalhado, porém flexível, de forma a poder incorporar as expectativas dos nossos alunos. Deve-se atender a uma organização temática, adotando os Estudos de Caso como deflagradores do processo de ensino - aprendizagem. Em relação aos conteúdos mínimos da programação do CEFET não vamos ter problemas para abordá-los e até mesmo ir além. Porém, a preocupação maior deve ser o olhar para a sala de aula, verificar o que está acontecendo, de que precisam nossos alunos.
4. Vai ser necessário definir atividades, mas não a dosagem de conteúdo, pois isso é uma “amarra”; é importante ter flexibilidade para outras atividades!!!
5. É preciso conhecer profundamente este público! É preciso conhecer detalhadamente cada aluno!
6. A lista de discussões tem um papel importante para orientar o trabalho dos professores e alinhar conteúdos das três disciplinas. Os planejamentos de cada aula e as respectivas avaliações devem ser colocados na lista imediatamente após a aula (no máximo 24h), permitindo a integração das ações das três disciplinas em harmonia.
7. O planejamento das atividades didáticas deve alcançar a totalidade do primeiro módulo do curso de Ciências da Natureza, mas também precisa ~~prever espaço para incorporar outras ações que atendam a interesses surgidos~~ durante as interações. Inclui-se aí a avaliação processual – levar o aluno a escrever, anotar, registrar e avaliar o conteúdo é uma boa opção de monitoramento que pode ser transformado nas notas exigidas pela escola.
8. A ênfase no trabalho é dar voz ao aluno. O aluno precisa ser ouvido e deve ter espaço para se expressar. Os professores, atuando também como pesquisadores, vão precisar entender cada um dos seus alunos para que seja possível conduzir o trabalho de acordo com os anseios do grupo, e também, ao final, poder avaliar quanto cada um de seus alunos avançou.
9. O trabalho contempla uma dimensão que é a experiência didática e outra que é a pesquisa. No final deve-se ser capaz de responder:
Deu certo o trabalho? As ações foram adequadas? Os alunos progrediram no conhecimento sobre Ciências da Natureza e nas habilidades de caráter geral, tais como: uso da informática, expressão escrita e oral, autonomia na busca de novos conhecimentos, domínio de técnicas relacionadas às disciplinas científicas, linguagem, etc.?
10. O caderno do professor/pesquisador é um dos instrumentos da pesquisa que vai contribuir para avaliar a trajetória de seus alunos.
 - A lista de discussões vai contribuir principalmente para a integração das ações.
 - Os Estudos de Caso vão permitir acompanhar a aprendizagem e a evolução na aquisição de habilidades específicas, tais como expressão escrita, leitura crítica, capacidade de buscar novas de informações, etc.
 - Os questionários diagnósticos, inicial e final, baseados em questões do ENCCEJA, vão permitir avaliar a progressão dos alunos, de acordo com as orientações do INEP.
 - Os mapas conceituais também vão permitir avaliar a aprendizagem dos conceitos científicos.
11. Como proceder para atender sempre:
 - À condução da experiência didática e;
 - À necessidade de conhecer o aluno e reconhecer sua evolução?

Assim, neste momento temos muitas indagações, características da fase inicial da pesquisa. É necessário buscar referenciais teóricos e metodológicos para orientação do trabalho.

Figura 3.2 – Pauta da reunião inicial entre professores e coordenadores do projeto

Com o título “Reflexões e ações no âmbito do PROEJA”, a reunião buscou apresentar aos professores a proposta pedagógica de forma detalhada, desde as definições mais elementares até os instrumentos de coleta e análise de dados. Alguns dos tópicos discutidos são comentados de forma breve a seguir. Estes itens deram sustentação à proposta e foram fundamentais no desenvolvimento das aulas de Química, abordadas de forma detalhada no capítulo posterior, no qual também detalhamos os instrumentos de coleta e análise de dados.

O item 4, que aborda a necessidade de definir atividades sem dosagens de conteúdo, foi discutido a fim de estabelecer a concepção de que as atividades aplicadas com os alunos em sala de aula e no EVA, deveriam ser elaboradas e executadas pelo(s) professor(es) sem a preocupação de atender à um programa de conteúdos de ensino médio. Assim, os professores tinham liberdade para planejar as atividades, sem estarem amarrados a livros didáticos, havia, portanto, como defende Freire (1999), autonomia para o professor criar e pesquisar.

Com o item 5 discutimos sobre a postura de pesquisador a ser assumida durante as aulas. Foi estabelecida a necessidade de conhecer profundamente cada aluno, seus conhecimentos, atitudes, valores, crenças, modo de ver e sentir a realidade etc, ou seja, conhecer a cultura deste público de alunos através de uma pesquisa participante do tipo etnográfica (André, 2007). Neste processo, o uso de questionários, entrevistas e, principalmente, diálogo com os alunos era fundamental.

Do item 6 tratamos da lista de discussão, com foco no aprofundando da proposta de integração. Foi criada uma lista de discussão no “Yahoo! Grupos” com objetivo de fomentar maior interação entre os professores e coordenadores do projeto, sendo postados relatos da experiência, percalços encontrados, discussão sobre as aulas seguintes, inserção de material didático, entre outros.

Os itens 7 e 8 abordam uma questão essencial em aulas de Ciência e que muitas vezes não é assumida pelos professores, que é dar voz ao aluno, o aluno precisa estar no protagonismo das ações, precisa ser ouvido. Desta forma, era preciso planejar ações didáticas que incentivassem e permitissem os estudantes escreverem, anotarem e registrarem suas falas durante as atividades, esta deveria ser a postura de ensino e um dos principais focos para a coleta de dados, pois permitiria submeter os textos a análise de conteúdo (Bardin, 2009).

As observações do professor também eram vistas como essenciais para compreensão da trajetória dos alunos ao longo do curso, além de se registrar todas as dificuldades encontradas, impressões, sentimentos e aspirações. Por isto, o item 10 destaca esta questão, enfatizando aos professores a necessidade de se registrar tudo em cadernos denominados caderno de campo (Magnani, 1997). A lista de discussão também poderia ser utilizada para as anotações, quando houvesse necessidade ou interesse em compartilhá-las. O objetivo do

caderno de campo foi servir de base para o professor escrever o relato de sua experiência com o PROEJA após o fim do trabalho.

O último parágrafo destaca que para superar as incertezas e questionamentos do início, deveríamos buscar referências metodológicas que apoiassem as ações de sala de aula em cada uma das áreas de interesse: Química, Física e Biologia.

Esta discussão inicial foi sucedida por novas reuniões com objetivos diversos entre eles: integração dos conteúdos das três disciplinas, elaboração dos estudos de caso, temas a serem discutidos no fórum, escolha dos materiais didáticos do *kit* pedagógico, formas de avaliação etc. A lista de discussão poderia ser utilizada também com este foco.

Assumimos as diretrizes expostas e demos início ao planejamento das atividades de ensino integradas e específicas de cada disciplina.

2.5.b – Ensino

Em relação as atividades de ensino, a ação inicial realizada foi definir os conteúdos e em seguida os textos dos Estudos de Caso a serem trabalhados. Foi levado em consideração o trabalho interdisciplinar entre as Ciências da Natureza Química, Física e Biologia. Assim, visamos a integração das disciplinas, possibilitando que conteúdos fossem correlacionados e trabalhados de forma contextualizadas ao cotidiano dos estudantes e que apresentassem relações com a área da Eletrônica.

Aprofundando na proposta de integração, a lista de discussões aberta no “*Yahoo! Grupos*” possibilitou discutir a elaboração dos estudos de caso e das atividades relacionadas: temas de fórum, materiais didáticos do *kit* pedagógico, tarefas etc.

Foram trabalhados dois Estudos de Caso por semestre, totalizando, assim seis Estudos de Caso trabalhados ao longo dos três semestres. Todos os Estudos de Caso foram escritos com base na proposta pedagógica adotada e dimensionados, em média, para um bimestre letivo. Os títulos dos Estudos de Caso, na ordem em que foram trabalhados, são:

- 1 - A dengue em Campos dos Goytacazes
- 2 - Um mundo de medidas
- 3 - Não beba, não corra, não mate, não morra
- 4 - Recursos alternativos na produção e controle energético
- 5 - Conservação: o planeta e o homem
- 6 - O homem e o universo

Os dados discutidos nos resultados deste trabalho foram obtidos no experimento didático realizado durante o quarto Estudo de Caso. Com o título “Recursos Alternativos na

produção e controle energético”, o Estudo de Caso tratou do tema Energia e Meio Ambiente. O tema foi escolhido em razão de estar diretamente associado a questões intensamente discutidas na mídia atualmente por grupos científicos, educacionais, governamentais, não-governamentais etc. É cada vez maior a preocupação e a necessidade de se encontrar formas de produzir energia a partir de fontes renováveis, economicamente viáveis e que minimizem os impactos ambientais. Além disso, *“o estudo da energia como tema mais abrangente e inclusivo torna-se uma ferramenta altamente instrutiva, que articula as ciências físicas, biológicas e químicas num único tema centralizador”* (Moreira, 1999, p.2). O Texto do Estudo de Caso explorou a preservação do meio ambiente através da reciclagem, incluía a questão energética, apresentava como possível solução para a preservação do planeta a adoção de hábitos diferenciados no consumo de energia, além de citar recursos energéticos disponíveis no Brasil. O Estudo de Caso trazia as seguintes questões: Você sabe como cada material que você joga fora pode ser reutilizado? Quais as consequências disto para o meio ambiente?

Neste e em todos os demais Estudos de Caso a preocupação foi integrar os conteúdos das três áreas de Ciência e aproximá-los da formação profissional, no caso, em Eletrônica.

Capítulo 3

As Aulas de Química

No capítulo anterior destacamos como tópico relevante tratado na reunião inicial do grupo de pesquisa, a orientação dada aos professores para buscarem referenciais teóricos e metodológicos que apoiassem as ações de ensino em cada uma das áreas de interesse: Química, Física e Biologia. A partir desta orientação, delineamos uma proposta de integração entre ambientes virtual e presencial de aprendizagem para as aulas de Química. Este capítulo tratará dos referenciais que nortearam as ações de ensino e pesquisa da proposta de integração, além de apresentar o planejamento e implementação de um experimento didático.

Na primeira seção deste capítulo iremos tratar dos referenciais teóricos e metodológicos que envolvem a proposta de integração realizada nas aulas de Química. O principal referencial teórico que orientou o planejamento e desenvolvimento da experiência didática foi a pedagogia crítica e questionadora de Paulo Freire. Na seção seguinte, abordaremos o planejamento e implementação de um experimento didático orientado pelos referenciais adotados. Na terceira e última seção trataremos da pesquisa realizada durante a implementação do experimento, apresentando os instrumentos de coleta de dados e os métodos de análise.

3.1 – Integração entre os Ambientes Virtual e Presencial de Aprendizagem

O aporte teórico de nossa proposta de integração relaciona-se com a inserção de atividades experimentais em laboratório de Ciências – ambiente presencial de aprendizagem – integradas de forma investigativa e problematizadora com ações no fórum de discussão do EVA – ambiente virtual de aprendizagem.

Para dar início ao nosso trabalho e obter respostas para nossa questão de pesquisa, adotamos como ponto de partida o modelo problematizador, crítico e questionador de pedagogia defendida por Freire, para quem,

O educador democrático não pode negar-se o dever de, na sua prática docente, reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão. (...). É exatamente nesse sentido que ensinar não se esgota no tratamento do objeto ou do conteúdo, superficialmente feito, mas se alonga à produção das condições em que aprender criticamente é possível (1999, p.28).

Percebemos que para tornar possível a aprendizagem crítica, é necessário nos aprofundarmos na tarefa de promover condições favoráveis para que ela ocorra. Para Cachapuz e cols. (2005) preparar experimentos, textos, selecionar informações, identificar trabalhos criativos e dialógicos, favorece a curiosidade, o desejo de continuar interagindo, de fazer algo mais, de questionar e confrontar resultados de trabalhos. Essas condições metodológicas distintas, em relação às práticas mais institucionalizadas, favorecem a evolução conceitual dos aprendizes.

Para Delizoicov (2008), a dimensão dialógico-pedagógica de Paulo Freire tem como finalidade *“promover a superação do nível de consciência dos alunos, na medida em que outros conhecimentos, os científicos, que são necessários que sejam abordados pelo professor, têm um papel na conscientização das pessoas”*. O autor considera que o desafio de construir uma proposta de ensino em ciências, que se origine nas concepções pedagógicas de Paulo Freire, é possibilitar ao aluno a apropriação de conhecimentos que o auxilie na interpretação dos fenômenos da natureza bruta e da natureza transformada.

Construir proposta com estas visões no PROEJA se torna desafiador na medida em que são escassos trabalhos nesta recente modalidade de ensino. No entanto, transpor para o PROEJA propostas, materiais educativos e metodologias de ensino criadas para atender aos objetivos do ensino regular podem distanciar o público EJA do desenvolvimento de uma visão crítica e de um posicionamento político em relação à ciência e à tecnologia. (Vilanova e Martins, 2008).

Com o objetivo de buscar condições que favoreçam a aprendizagem crítica e identificar algumas das relações que podem ser estabelecidas entre a sala de aula e o EVA, decidimos criar e implementar um experimento didático com nosso público de estudantes EJA, articulando ações de ensino no fórum do EVA e no laboratório de Ciências.

Na sequência da seção apresentaremos com mais detalhes o fórum de discussão, a experimentação com enfoque problematizador e, por fim, a proposta de integração.

3.1.a – Fórum de Discussão

O termo fórum tem origem na fase republicana romana, aproximadamente seis séculos antes de Cristo (Kratochwill e Sampaio, 2006). Ao longo do tempo, este termo foi empregado em diversos contextos, como por exemplo, fórum de discussão, fórum jornalístico, fórum jurídico, entre outros.

No contexto escolar, os fóruns de discussão vêm ganhando cada vez mais espaço com sua abordagem assíncrona e online. Segundo Chen e Chiu,

Os educadores estão usando cada vez mais fóruns de discussão assíncronos online para ensino e instrução, em parte porque esses fóruns incluem menos restrições de horário e espaço, quando comparado às tradicionais interações face-a-face ou outros tipos de interação à distância (TV, telefone, chat, e assim por diante). Além disso, os fóruns permitem mais oportunidades para os estudantes prepararem-se, refletirem, pensarem, e pesquisarem informações adicionais antes de participar no debate (2008).

Os fóruns de discussão online possuem como característica ser um ambiente de discussão e interação assíncronas. O assincronismo da discussão é garantido pelo armazenamento das mensagens em banco de dados, disponíveis a consulta a qualquer horário e a partir de qualquer computador conectado à internet. Desta forma, consideramos o fórum uma efetiva ferramenta de comunicação, dado seu formato que permite trocas de ideias em torno do termo proposto com flexibilidade de local e tempo.

Um fórum como ferramenta assíncrona de comunicação, é um espaço relativamente livre onde os participantes podem apropriar-se de ideias contidas em conversas que nem sempre são possíveis na sala de aula. Este é um fator positivo quando se sabe que em algumas disciplinas curriculares, como a Química, os estudantes carecem cada vez mais de motivação para estudarem, têm muitas dúvidas, sentem falta de ligações intra e interdisciplinares e contam com pouca contextualização.

O fórum é uma das ferramentas de comunicação que apoiam o trabalho com os Estudos de Caso no EVA. Sua modelagem e seu desenvolvimento se deram a partir de um módulo XOOPS² *open source* denominado ‘newbb’. As adaptações deste módulo ao contexto do EVA foram parte do escopo das ações de desenvolvimento do ambiente apresentadas em Souza (2008).

Na organização do ambiente EVA há automaticamente a criação de um fórum a cada Estudo de Caso associado a um grupo pelo professor. O fórum criado é nomeado com o mesmo título do Estudo de Caso que lhe deu origem, no entanto os administradores do EVA podem alterar a denominação, caso necessário. Fóruns extras também devem ser solicitados aos administradores. Dentro de cada fórum o professor pode criar temas de estudo. Cada tema constitui-se em uma questão, cujo principal objetivo é favorecer um entendimento coletivo sobre pontos mais complexos do estudo – influir na estrutura cognitiva dos estudantes a partir da instauração de um canal direto de comunicação com o professor e os colegas. No fórum é possível apresentar elementos novos, em nível de abstração tão, ou mais elevado, que as próprias questões conceituais do estudo (Souza *et al.*, 2007a).

² Sistema Gerenciador de Conteúdo utilizado como plataforma de desenvolvimento do EVA.

3.1.b – Experimentação Problematizadora

Inúmeros são os trabalhos que apontam para um consenso entre pesquisadores e professores das ciências naturais, que as atividades experimentais devem permear as relações de ensino-aprendizagem, uma vez que estimulam o interesse dos alunos em sala de aula e o engajamento em atividades subsequentes.

Mortimer e cols. (2000) questionam a validade de currículos tradicionais e dos livros didáticos, que enfatizam o aspecto representacional, em detrimento de aspectos fenomenológicos e teóricos. A ausência dos fenômenos nas salas de aula pode fazer com que os alunos tomem por “reais” as fórmulas das substâncias, as equações químicas e os modelos para a matéria. Os autores destacam a importância das atividades experimentais na construção de conhecimento em Química:

A produção de conhecimento em Química resulta sempre de uma dialética entre teoria e experimento, pensamento e realidade. Mesmo porque não existe uma atividade experimental sem uma possibilidade de interpretação. Ainda que o aluno não conheça a teoria científica necessária para interpretar determinado fenômeno ou resultado experimental, ele o fará com suas próprias teorias implícitas, suas ideias de senso comum. (Mortimer *et al.*, 2000)

Para que a interpretação do fenômeno ou resultado experimental faça sentido para o aluno, é desejável manter essa tensão entre teoria e experimento, percorrendo constantemente o caminho de ida e volta entre uma e outra. Neste contexto, a atividade experimental problematizadora, se insere com o objetivo de propiciar aos estudantes a possibilidade de realizar, registrar, discutir com os colegas, refletir, levantar hipóteses, avaliar as hipóteses e explicações, discutir com o professor todas as etapas do experimento. Essa atividade deve ser sistematizada e rigorosa desde a sua gênese, despertando nos alunos um pensamento reflexivo e crítico, fazendo os estudantes sujeitos da própria aprendizagem. Para tanto, se acredita que a escrita é um aspecto fundamental (Francisco Jr. *et al.*, 2008).

De acordo com Gehlen e cols. (2008), ao problematizar busca-se trazer o “*saber da experiência*” dos estudantes, não como algo a ser desprezado ou ignorado, mas como ponto de partida. Desta forma, ao valorizar os conhecimentos dos educandos, se estará rompendo com a visão de escola vazia de significado e desvinculada da realidade.

O papel da experimentação problematizadora é criar um ambiente de investigação que estimule a curiosidade a partir de um tema da realidade histórico-cultural, política e ambiental dos educandos e educandas. Daí pode-se avançar à inserção de conteúdos que se traduzem como temas. É importante compreender que a escolha do tema e sua problematização inicial deve ser apenas o ponto de partida. Segundo Freire,

Partir do saber que os educandos tenham, não significa ficar girando em torno deste saber. Partir significa pôr-se a caminho, ir-se, deslocar-se de um ponto a outro e não ficar, permanecer. Jamais disse como às vezes sugerem ou dizem que eu disse que deveríamos girar embravecidos, em torno do saber dos educandos, como mariposas em volta da luz. Partir do 'saber experiência feito' para superá-lo não é ficar nele (1992, p.70-71).

A experimentação problematizadora aproxima os estudantes de uma postura científica, pois *“ao encaminhar a solução de determinada questão, vai deparando-se com uma série de outros problemas. Um problema aberto não tem uma solução única, demanda do cientista avaliações constantes de custo e benefício, de riscos e de escolha de caminhos alternativos”* (Mortimer *et al.*, 2000). Assim, a abordagem de resolução de problemas abertos, iniciados por um experimento, pode tornar-se uma importante ferramenta para o aluno em todos os setores da atividade produtiva, e não apenas naqueles ligados à Química e as aulas de Química.

Na concepção freiriana, a educação centra-se em dois eixos principais: a problematização da realidade vivenciada e a dialogicidade entre os sujeitos para se estabelecer a realidade problematizada. Sob o aspecto de problematizar a realidade, Mortimer e cols. (2000) argumentam que *“o conceito de fenômeno e de experimento ultrapassa a dimensão do laboratório. Ir ao supermercado, fazer uma visita, investigar a corrosão do portão da garagem, também são atividades que se caracterizam pela ação de experimentar e vivenciar”*.

Desta forma, realizar experimentos, em laboratórios ou não, se constitui um forte elemento de integração e de motivação para as aulas de Ciência, pois leva os alunos a formular hipóteses, desenvolver formas de testá-las, modificá-las de acordo com os resultados, ou seja, posiciona o aluno com uma atuação ativa no cenário da sala de aula.

3.1.c – Proposta de Integração

O aporte teórico metodológico de nossa proposta, apresentado ao longo desta seção, está relacionado à inserção de atividades experimentais de laboratório nas aulas de Química, de forma integrada e problematizada com as ações no EVA, especificamente, no fórum de discussão.

A proposta didática foi construída de acordo com a abordagem problematizadora de Paulo Freire estruturada e organizada por Delizoicov (2005, 2008). A estruturação é fundamentada em dinâmica didática através de parâmetros epistemológicos e pedagógicos em três etapas denominadas de momentos pedagógicos (Delizoicov, *op. cit.*):

Problematização inicial: Apresentam-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora também exijam, para interpretá-las, a

introdução dos conhecimentos contidos nas teorias científicas. Organiza-se esse momento de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações.

Neste momento pedagógico direcionamos um experimento simples, com materiais de baixo custo e fácil aquisição, em seguida é solicitado que os estudantes respondam a uma ou mais perguntas que os desafiam a explicar as mudanças que ocorrem durante o experimento. É fundamental a escrita do aluno, pois através dela podemos identificar sua compreensão acerca dos fenômenos observados no experimento. Esta compreensão muitas vezes é prejudicada quando mantemos apenas uma discussão oral, visto que alguns alunos acabam se omitindo.

Organização do conhecimento: Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor.

A partir das falas dos estudantes no primeiro momento pedagógico, é aberto um tema no fórum do EVA, com o objetivo de aprofundar a discussão e colocá-los em confronto com suas próprias ideias incorretas e contraditórias. Daí a importância da escrita no momento pedagógico anterior, permitir aprofundar, muitas vezes, no senso comum do aluno. Esta é a parte mais importante da proposta, pois demanda que o professor perceba nos conteúdos dos textos dos estudantes, falas que possam estimular o aprofundamento crítico do tema. Aulas expositivas em sala de aula, também podem ser combinadas, caso necessário, assim como listas de exercícios e textos de apoio, que podem ser disponibilizados no *kit* pedagógico do EVA.

Aplicação do conhecimento: Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Na aplicação do conhecimento é realizado um novo experimento com diferenças em relação ao da problematização inicial, mas que contemple o mesmo tema e seja coerente com o conhecimento construído ao longo da discussão. Novamente é imperativa a necessidade dos estudantes registrarem de forma escrita suas interpretações dos fenômenos observados. Questionários e entrevistas também podem ser realizados nesta etapa.

Além dos três momentos pedagógicos adaptados da estruturação de Delizoicov (2005, 2008), incluímos uma nova etapa denominada levantamento de concepções prévias, realiza antes das demais, com o objetivo de verificar quais conhecimentos os alunos trazem sobre o tema que será estudado. É importante estabelecer diferenças entre o levantamento de concepções prévias e a problematização inicial: enquanto o primeiro busca deixar o aluno

livre para escrever sobre o que lhe vier à cabeça a respeito de um determinado assunto mais amplo, a segunda visa colocar o aluno frente a um determinado problema mais específico e direcionado. Contudo, eles devem trabalhar juntos para subsidiar o professor na etapa de organização do conhecimento.

3.2 – O Experimento Didático

Consideramos toda nossa pesquisa no PROEJA, apresentada no capítulo dois, um experimento didático. No entanto, denominaremos neste trabalho como experimento didático, uma ação didática, em caráter experimental, voltada para o público EJA em que atuávamos nas aulas de Química durante o quarto Estudo de Caso.

Conforme foi exposto no capítulo anterior, nossa pesquisa desenvolveu-se com os alunos da primeira turma em Eletrônica integrado ao Ensino Médio na modalidade EJA do IFF *campus* Campos dos Goytacazes-Centro. Ao iniciarmos nossa pesquisa verificamos que apenas 23 alunos matricularam-se, deixando, portanto, 17 vagas ociosas. Contudo, quando realizamos o experimento didático, foco deste trabalho, nas últimas semanas do primeiro ano letivo apenas 8 alunos frequentavam. É preciso mencionar que o quadro de evasão apresentado é recorrente na escola. O percentual de formados no tempo mínimo em cada turma é de 10% a 20% do total de matriculados.

A seguir abordaremos como se deu a seleção dos conteúdos trabalhados e o planejamento do experimento didático, propriamente dito.

3.2.a – Conteúdo Abordado: Eletroquímica

O experimento didático foi realizado durante o trabalho com o Estudo de Caso “Recursos Alternativos na produção e controle energético”, no segundo bimestre do segundo semestre letivo, ou seja, no fim do primeiro ano do curso. O foco da discussão eram as questões ambientais e energéticas.

O tema Energia é apresentado por diversos autores como um forte articulador da dinâmica escolar e como conceito unificador do currículo de ciências:

“O estudo da energia como tema mais abrangente e inclusivo torna-se uma ferramenta altamente instrutiva, que articula as ciências físicas, biológicas e químicas num único tema centralizador” (Moreira, 1999, p.2).

“A grandeza energia é uma ponte segura que conecta os conhecimentos específicos de Ciência e Tecnologia. Conecta-os também a outras esferas de conhecimento, às

contradições do cotidiano permeado pelo natural, tanto fenomênico como tecnológico” (Delizoicov *et al.*, 2003, p.280).

A partir do tema do Estudo de Caso em que o experimento didático se inseriu, e que por sua vez encontrava-se contido no mais amplo: Energia, buscamos os conteúdos para serem abordados no experimento didático em Química, que também fossem significativos para suas formações de técnicos em Eletrônica.

De acordo Mortimer e cols. (2000), “*a Química tem como objetos de investigação os materiais e as substâncias, além de suas propriedades, constituições e transformações*”. Os autores propõem uma representação (figura 4.1) das interrelações entre os objetos e os focos de interesse da Química.

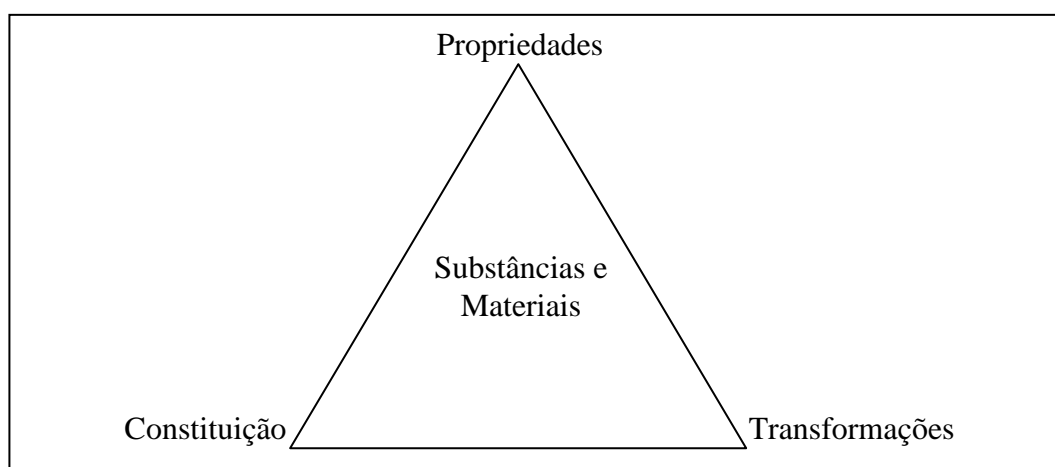


Figura 4.1 – Interrelações entre os objetos e os focos de interesse da Química (Mortimer *et al.*, 2000)

Mortimer e cols. (2000) criticam a forma linear com que grande parte dos livros didáticos trata o estudo das propriedades, constituição e transformação das substâncias e materiais. Os autores propõem que se leve em consideração, ao selecionar conteúdos, a constante interrelação entre os vértices do triângulo.

No centro do triângulo podemos posicionar o tema Energia, pois como apresenta Mortimer,

o substancialismo sobrevive na linguagem química cotidiana, principalmente quando lidamos com energia dos processos químicos ou com propriedades relacionais. ‘Calor latente de fusão’ e ‘capacidade calorífica’ são exemplos da substancialização da energia na linguagem da química. Frequentemente nos referimos a alimentos ou a combustíveis como materiais que têm energia armazenada nas suas ligações químicas. Livros didáticos de Bioquímica explicam que energia (substancializada) é liberada quando uma ligação P-O é quebrada numa molécula de ATP. (1997)

Sobre as transformações, vem sendo desenvolvido desde 1982 o projeto de pesquisa em ensino de Química “Interações e Transformações” pelo hoje denominado Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ) do IQ-USP. O projeto possui a publicação de uma

coleção de livros didáticos para os três anos do Ensino Médio, além de livros de exercícios e laboratório, que apoiam as atividades do livro didático. Neles, o tema Energia tem destaque em diversos textos utilizados como organizadores prévios, conforme apresentado no fragmento de um dos textos do GEPEQ:

Desde que o homem primitivo aprendeu a utilizar o fogo para seu benefício (aquecer-se, defender-se, cozer alimentos), a obtenção de energia a partir de transformações químicas, em especial as combustões, tem exercido papel fundamental nas sociedades.

Durante muitos séculos, a combustão da madeira e de outros materiais como óleos e gorduras foi utilizada como fonte de energia. Mais recentemente se passou a usar, em larga escala, o carvão mineral, o petróleo e seus derivados.

Nossa própria vida depende da energia proveniente da combustão da glicose em nossas células. (2006)

Depreende-se que as transformações podem gerar energia e que a energia pode gerar transformações dos materiais. Para aprofundar os estudos sobre o tema e incorporar os demais focos de análise, propriedades e constituição, precisamos considerar os aspectos energéticos envolvidos nas transformações químicas: o calor, a eletricidade e a radioatividade, que são estudadas, no contexto das transformações químicas, pela termoquímica, eletroquímica e radioquímica, respectivamente.

O experimento didático foi planejado para ser realizado em cerca de cinco semanas letivas, portanto, era impraticável abordar de maneira adequada a termoquímica, a eletroquímica e a radioquímica. Mortimer e cols. (2000) orientam que *“o professor não deve ter a preocupação de trabalhar com todos os temas relacionados. A ideia é que ele possa compor seu currículo a partir desses temas, adaptando suas escolhas às suas preferências e condições de trabalho”*. Desta forma, optamos por trabalhar apenas com a Eletroquímica.

A opção pela Eletroquímica se deu em decorrência deste tema ser um conteúdo técnico de cursos de eletrônica, mas que por questão de ajuste da grade foi retirado do curso de Eletrônica modalidade PROEJA do IFF. Consultamos programas de Eletrônica de outros IFs, que oferecem este curso na modalidade regular e verificamos a presença da disciplina Eletroquímica separadamente, da mesma forma que Eletricidade não é vinculada ao curso de Física básica, tendo sua própria ementa. A opção pela Eletroquímica foi incentivada também pela coordenadora do PROEJA do IFF.

A Eletroquímica é o estudo das relações entre a eletricidade e as reações químicas. Seu estudo está baseado nas reações de oxirredução ou redox, que se constitui em *“um importante tipo de reação, na qual elétrons são transferidos entre reagentes”* (Brown *et al.*, 2005, p.116).

Sabemos que a Eletroquímica tradicionalmente é dividida e estudada em dois vieses: reações espontâneas e reações não espontâneas, o que não impede que sejam abordadas de

forma unificada. No experimento didático, devido à limitação de tempo, optamos por abordar apenas as espontâneas, com foco nas pilhas comuns. A eletrólise – reação não espontânea – foi abordada, mas em momento posterior ao recorte do experimento didático e deste trabalho.

Segundo Brown e cols. (2005, p.727-732), a energia liberada em uma reação redox espontânea pode ser usada para realizar trabalho elétrico. Essa tarefa é efetuada por uma célula voltaica (ou galvânica), dispositivo no qual a transferência de elétrons ocorre pelo caminho externo em vez de diretamente entre os reagentes. Esta transferência espontânea de elétrons pode ser comparada ao fluxo de água em uma cachoeira, onde a água flui espontaneamente por causa da diferença de energia potencial entre o topo e o rio abaixo. Igualmente, os elétrons fluem do anodo para o catodo de uma célula voltaica devido à diferença de energia potencial. A diferença de potencial (ddp) entre os dois eletrodos da célula voltaica fornece a força diretora que empurra os elétrons pelo circuito externo. A esta diferença de potencial dá-se a denominação de força eletromotriz (fem). A fem ou potencial da célula voltaica é representada por E_{cel} , medido em volts e pode ser calculada pela expressão: $E_{cel} = E^{\circ}_{red (catodo)} - E^{\circ}_{red (anodo)}$.

Após definir o conteúdo a ser trabalhado, partimos para o planejamento e organização do experimento didático, ou seja, a elaboração da proposta de integração do fórum do EVA com as atividades do laboratório de ensino.

3.2.b – Planejamento e Organização

Com a opção de explorar as reações redox espontâneas, com foco nas pilhas comuns, iniciamos o planejamento do experimento didático, delineado para cinco semanas letivas, com duas aulas de 45 minutos em cada semana. A organização das ações de ensino obedeceu à estruturação em momentos pedagógicos de Delizoicov (2005, 2008).

Na aula da semana anterior ao início do experimento didático reservamos os 20 minutos finais para que os alunos respondessem nossa questão de levantamento de concepções prévias, que foi: “*Com seus conhecimentos de eletrônica, explique como funciona uma pilha comum*”.

O início do experimento didático orientado pelos três momentos pedagógicos, estruturados por Delizoicov (2005, 2008), foi organizado da seguinte forma:

Problematização inicial: realizada em uma semana, durante duas aulas de 45 minutos cada. Inicialmente levamos uma pilha comum de zinco e manganês e a abrimos com o objetivo de apresentar cada camada que constitui a pilha (figura 4.2).

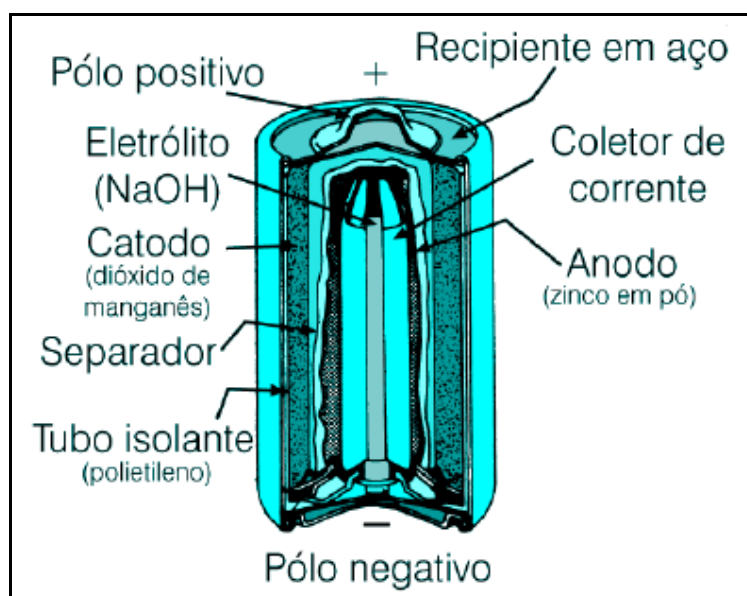


Figura 4.2 – Pilha de zinco/dióxido de manganês (Bocchi *at al.*, 2000)

As pilhas de zinco e manganês foram inventadas pelo químico francês George Leclanché em 1860, e ainda atualmente é a mais comum das baterias primárias³ (Bocchi *at al.*, 2000). A pilha de zinco/dióxido de manganês usada hoje é muito parecida com a versão original. O eletrólito é uma pasta formada pela mistura de cloreto de amônio e cloreto de zinco. O anodo é de zinco metálico, usado, geralmente, na forma de chapa para confecção da caixa externa da pilha. O catodo é um bastão de grafite, geralmente cilíndrico, rodeado por uma mistura em pó de dióxido de manganês e grafite. A este tipo de pilha atribui-se a denominação pilha de Leclanché.

Após desmontarmos uma pilha comum, reservamos sua chapa de zinco e seu bastão de grafite para iniciarmos o experimento. O outro reagente da reação, MnO_2 , não pôde ser aproveitado da pilha desmontada, devido os diversos eletrólitos contidos e também por termos utilizado uma pilha usada. Em substituição utilizamos permanganato de potássio ($KMnO_4$) comprado em farmácias. O íon permanganato contém o átomo de manganês no estado de oxidação $7+$, já na molécula de MnO_2 a oxidação do manganês é $4+$.

Nas pilhas comuns há redução do manganês IV para manganês II através de reação com o zinco metálico. A reação produz uma diferença de potencial na faixa de 1,55-1,74 V (Matsubara *et al.*, 2007). Em nosso experimento fizemos uso do manganês VII, que também é reduzido a manganês II através de reação com zinco metálico. Esta reação tem E°_{cel} igual a 2,25V. Contudo, medimos com um voltímetro, na prática, apenas 1,98V. Esta diferença está relacionada com as condições experimentais, diferentes das utilizadas nas condições padrão.

³ São as pilhas e baterias não recarregáveis, como. Exemplos: zinco/dióxido de manganês (Leclanché), zinco/dióxido de manganês (alcalina), zinco/óxido de prata, lítio/dióxido de enxofre, lítio/dióxido de manganês etc.

Os valores indicam que a substituição do manganês IV pelo VII pode ser feita sem prejuízo, já que a reação com o manganês VII produz, inclusive, corrente elétrica pouco maior que a produzida na pilha comum, além de não perdermos a essência da reação, que se estabelece na redução do manganês para o número de oxidação 2+ juntamente com a oxidação do zinco metálico para o número de oxidação 2+.

De posse da chapa de zinco e do bastão de grafite retirados da pilha, preparamos 100mL de solução aquosa 1:1 de ácido sulfúrico comercial vendido como solução de baterias automotivas. O ácido sulfúrico foi nosso eletrólito, já que a redução do manganês VII exige meio ácido. À esta solução foi adicionado 1g de permanganato de potássio. Mergulhamos os eletrodos (chapa de zinco e o bastão de grafite) na solução de forma que cerca de $\frac{3}{4}$ dos eletrodos ficassem submersos. À porção que ficou para fora da solução conectamos garras jacaré, que estavam ligadas a Light Emitting Diodes (LED) de cores diversas (vermelho, verde, amarelo e azul).

A produção de energia elétrica, transformada a partir da reação de oxirredução espontânea, pode ser usada para executar trabalho elétrico. Desta forma, imediatamente após a conexão dos eletrodos aos LEDs verificamos que o vermelho acendeu com boa luminosidade, o verde e o amarelo acenderam com fraca luminosidade e o LED azul não acendeu. Posteriormente fizemos a conexão dos eletrodos a um relógio despertador, que funcionou normalmente. Solicitamos que todos anotassem suas observações e as explicassem. Os diferentes comportamentos dos LEDs se explicam pelo fato deles serem emissores de luz monocromática. Desta forma, cada um necessitava de uma tensão elétrica específica. Em outras palavras, quanto maior o comprimento de onda, menor a tensão elétrica necessária para fazer o LED acender plenamente. Assim, os comprimentos de onda na faixa do visível mais próximos do infravermelho, precisam de menor tensão elétrica, já os mais próximos do comprimento de onda do ultravioleta precisam de maior tensão elétrica.

Repetimos o experimento em seguida, mas substituindo a chapa de zinco e bastão de grafite retirados da pilha, por um pedaço de chapa de ferro galvanizada com zinco e um grafite para lapiseira 2.0. O objetivo desta substituição foi mostrar os vários usos de uma mesma substância no dia-a-dia, além de determinar que não utilizaríamos mais o zinco e o grafite extraídos das pilhas, devido as substâncias nela contidas que necessitam de descarte adequado. A figura 4.3 apresenta os materiais utilizados.

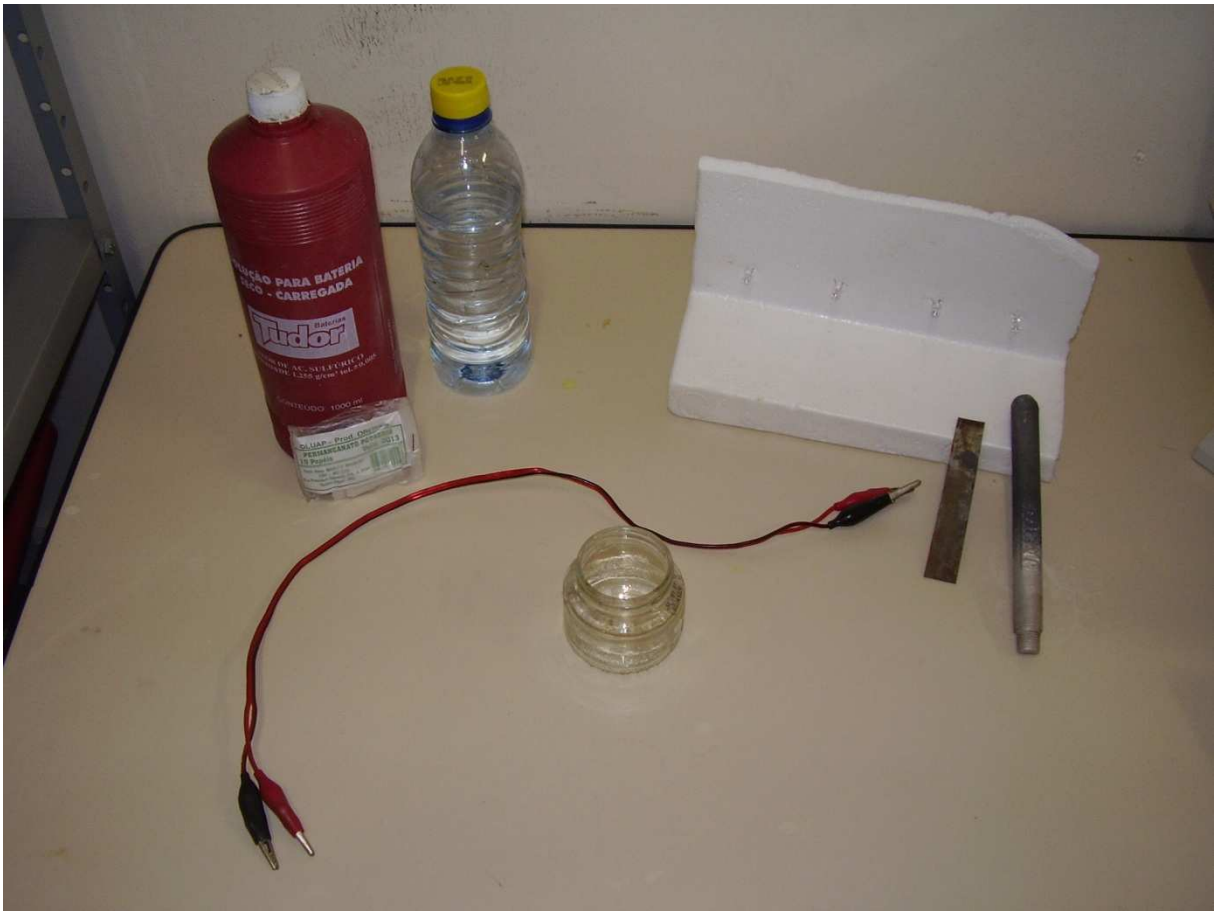


Figura 4.3 – Materiais utilizados nos experimentos durante a experiência didática

Na aula em que realizamos estas ações experimentais, solicitamos que todos descrevessem os fenômenos observados e os explicasse com seus conhecimentos.

Organização do Conhecimento: Após analisarmos as falas dos estudantes nas etapas de levantamento de concepções prévias e problematização inicial, criamos um tema no fórum no EVA. Nessa etapa, consideramos que *“ao abrir um tema para debate o professor está favorecendo o diálogo, a pesquisa escolar, o trabalho cooperativo e a tomada de decisão dos estudantes quanto ao passo que devem dar ao longo do estudo”* (Souza et al., 2007a).

A principal questão-problema do tema criado foi *“De onde vem a energia das pilhas?”*. Este tema, gerado a partir da análise dos textos dos alunos – detalharemos este processo de análise no capítulo seguinte –, visou aprofundar a discussão acerca do funcionamento de uma pilha comum a partir da problematização das falas dos próprios estudantes, como orienta Freire (1999), quando aponta para a necessidade de considerar o senso comum e o conhecimento prévio dos estudantes como ponto de partida.

Assumimos como papel do professor na discussão do fórum, a orientação de Gerosa e cols. (2003): *“o papel do professor é atentar para que todos os estudantes participem da discussão, que as contribuições agreguem valor à discussão, que a conversação não tome rumos improdutivos e que as boas contribuições sejam valorizadas”*.

O fórum com o tema criado ficou aberto durante três semanas letivas. No período, houve duas aulas em sala, que objetivou aprofundar os conteúdos que envolviam o experimento didático, além de dirimir dúvidas de conteúdo, de uso do fórum, entre outras.

Aplicação do conhecimento: realizada em uma semana, durante duas aulas de 45 minutos cada. Buscamos nesta etapa repetir uma reação redox espontânea em laboratório, nos moldes do experimento da problematização inicial, porém com substâncias que também fizessem o LED azul acender.

A partir da tabela de E°_{red} apresentada em Brown e cols. (2005, p.734), propomos teoricamente algumas reações com materiais de baixo custo e fácil aquisição que produzissem corrente elétrica teórica acima de 3,0V, valor considerado suficiente para acender plenamente todos os LEDs utilizados.

Precisávamos primeiramente de uma semi-reação com alto potencial padrão de redução para ser nossa semi-reação de redução. Dentre as reações observadas em Brown e cols. (op cit), selecionamos a água oxigenada (H_2O_2), cuja redução apresenta $E^{\circ}_{\text{red}} = 1,78\text{V}$ e o manganês VII em íons permanganato, que havíamos trabalhado anteriormente, cuja redução apresenta $E^{\circ}_{\text{red}} = 1,51\text{V}$. Estas foram as substâncias consideradas de mais fácil aquisição, nesta faixa de potencial a maior parte das substâncias são gases, como por exemplo, cloro, flúor e ozônio.

Definidas nossas possíveis semi-reações de redução, buscamos semi-reações com baixo valor de E°_{red} para compor a célula voltaica, ou seja, buscamos substâncias para serem oxidadas. Para atingir nosso objetivo de formar uma E°_{cel} igual ou superior a 3,0V, precisávamos de uma substância com E°_{red} menor ou igual a -1,5V. Esta é a faixa de E°_{red} de metais do bloco *s* e *p* da tabela periódica, mais especificamente, alcalinos, alcalinos terrosos e alumínio.

Em seguida, iniciamos os testes e para isso adquirimos em farmácias permanganato de potássio e água oxigenada de dois diferentes tipos: 10volumes comum e 30volumes cremosa. Acompanhamos todos os testes registrando a corrente elétrica com um multímetro.

Pela facilidade de obtenção, consideramos primeiramente o alumínio ($E^{\circ}_{\text{red}} = -1,66\text{V}$), que, na teoria, forma $E^{\circ}_{\text{cel}} = 3,44\text{V}$ e $3,17\text{V}$ com água oxigenada e permanganato, respectivamente. Para realizarmos os testes, utilizamos alumínio de lata de refrigerante, papel alumínio e pedaços de antena de TV. Após todos os testes o valor máximo obtido foi cerca de 1,8V quando utilizamos papel alumínio e água oxigenada 10volumes. A diferença entre o valor obtido e o teórico pode estar relacionada com a camada de óxido de alumínio que se forma na superfície do metal, que acaba protegendo o alumínio de prosseguir a reação.

Após a tentativa com o alumínio não atender nossas expectativas, nos voltamos para os metais alcalinos e alcalinos terrosos, que são de mais difícil obtenção, mas possuem baixíssimos E°_{red} , quando estão em sua forma metálica. A dificuldade em utilizar estes metais está em sua aquisição e no seu manuseio. O sódio e o potássio, por exemplo, não podem nem mesmo entrar em contato com água, pois formam uma reação muito exotérmica que libera calor, às vezes, suficiente para incendiar o hidrogênio produzido como subproduto da reação. Desta forma, a reação que nos pareceu mais promissora foi a do magnésio metálico, cujo E°_{red} é igual a $-2,38\text{V}$. Este valor permite compor uma E°_{cel} teórica de $4,16\text{V}$ e $3,89\text{V}$ quando este metal é oxidado com água oxigenada e permanganato, respectivamente.

É possível adquirir o magnésio metálico em lojas de produtos para piscinas, já que o metal é usado como anodo de sacrifício em algumas bombas de piscina mais antigas. Após algumas buscas em lojas de piscina da região, encontramos em uma única loja o metal que era vendido na forma de bastão cilíndrico de aproximadamente 25cm de comprimento por 2cm de diâmetro ao preço de $\text{R}\$40,00$ a unidade. Adquirimos uma unidade para nossos testes.

Iniciamos uma série de testes com o magnésio. Logo observamos que sua reação com o permanganato produz uma reação bastante vigorosa e altamente exotérmica. Medimos a corrente elétrica do sistema com o multímetro e o valor máximo obtido foi pouco maior que $3,0\text{V}$. A figura 4.4 mostra a reação num momento que o multímetro registrava $2,75\text{V}$.

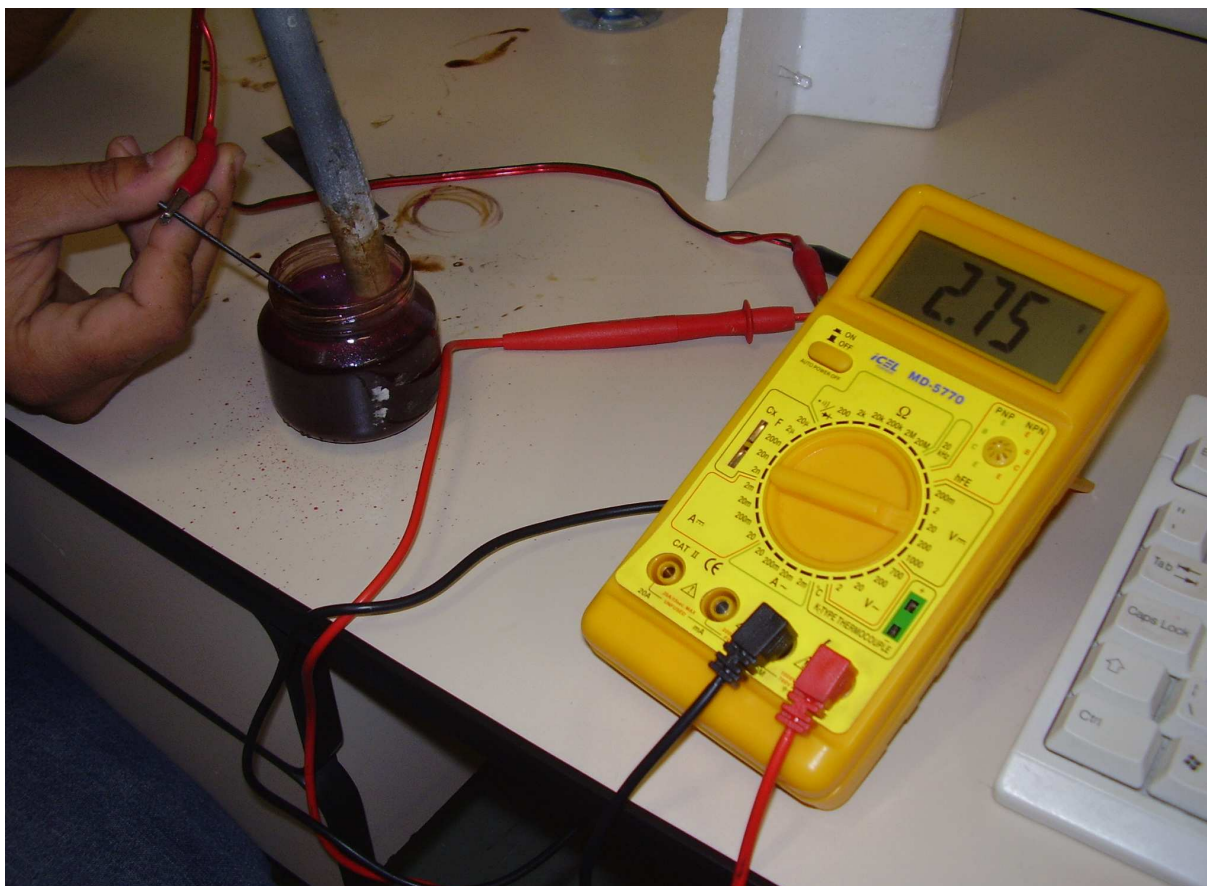


Figura 4.4 – Registro da tensão elétrica gerada na reação do manganês (VII) com magnésio metálico

Em seguida ligamos os eletrodos ao LED azul, que acendeu normalmente. Os testes do magnésio com água oxigenada não apresentaram os mesmos resultados, foi registrada corrente elétrica em torno de 2,0V. Esta diferença de cerca de 50% do valor real para o teórico pode ser atribuída a baixa concentração de peróxido na água oxigenada 10volumes e a alta viscosidade na água oxigenada 30volumes cremosa.

Adotamos, portanto, a reação entre o manganês VII do permanganato de potássio e magnésio metálico, que essencialmente consistiu na mesma reação da problematização inicial, mas com substituição do zinco pelo magnésio.

Na aula em que realizamos esta experiência, solicitamos novamente que todos descrevessem os fenômenos observados e os explicasse com seus conhecimentos, dando ênfase ao porque de desta vez o LED azul ter acendido.

3.3 – Dados da Pesquisa: Instrumentos de Coleta e Métodos de Análise

No capítulo anterior, após falarmos da reunião inicial do grupo de pesquisa, mencionamos brevemente os instrumentos de coleta de dados e os métodos de análise destes dados. Nesta seção, voltamos a abordar os dados da pesquisa, porém de uma forma mais detalhada, abrangendo referenciais metodológicos do trabalho. Trataremos nesta monografia apenas os dados referentes ao experimento didático, que advém dos textos produzidos pelos alunos durante a etapa de levantamento de concepções prévias e nos três momentos pedagógicos apresentados (Delizoicov, 2005, 2008). No primeiro e terceiro momentos pedagógicos e no levantamento de concepções prévias os textos são as observações feitas pelos alunos no laboratório, já no segundo momento pedagógico são os textos produzidos no fórum do EVA. Todos os textos foram analisados através de métodos de análise de conteúdo (Bardin, 2009).

A partir da análise dos textos, pretendemos avaliar se os alunos incorporaram novos conteúdos, apropriaram-se de novas informações, se conseguem relacionar o tema de estudo a outras atividades e situações do seu dia-a-dia e se houve mudança de concepções sobre os temas de estudo ao longo do trabalho.

Delizoicov (2008) sugere que além da discussão oral, mantenham-se como aspectos indissolúveis da discussão conceitual a leitura, a escrita e a fala. Muitas vezes, na discussão oral os alunos mais tímidos se omitem e ao não participar da discussão, não nos revela qual o seu entendimento sobre o assunto.

3.3.1 – Instrumento de Coleta de Dados

Considerando a estrutura de momentos pedagógicos proposta por Delizoicov (2008), temos textos sendo produzido em três situações: No primeiro momento pedagógico, problematização inicial, os estudantes foram motivados a explicarem de forma escrita os fenômenos observados durante o experimento. O mesmo ocorreu no terceiro momento pedagógico. Estes textos somam-se aos do segundo momento, quando se fez uso do fórum, que mantém todas as mensagens armazenadas no banco de dados do EVA.

Além dos textos produzidos nos momentos pedagógicos citados, consideramos como mais uma fonte de dados para análise, as respostas dadas à questão inicial de levantamento prévio: “*com seus conhecimentos de estudantes de eletrônica, explique como funciona uma pilha comum*”. A opção por incorporar estes textos ao processo de análise se deu devido estas respostas terem influenciado, juntamente com os textos da problematização inicial, a criação do tema de discussão no fórum do EVA.

Procedemos, então, os textos produzidos por cada aluno nas quatro etapas do trabalho, a uma análise de conteúdo.

3.3.2 – Métodos de Análise de Dados

Para análise do conteúdo das mensagens adotamos como referencial as orientações de Bardin (2009). A autora define a análise de conteúdo como “*um conjunto de técnicas de análise das comunicações. Não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos*”. Ela ainda posiciona a análise de conteúdo oscilando entre dois pólos: o desejo de rigor e a necessidade de descobrir, de adivinhar, de ir além das aparências.

Importante destacar as distinções de análise de conteúdo para linguística e a análise documental. Aparentemente, a linguística e a análise de conteúdo têm o mesmo objeto: a linguagem, porém mostra Bardin (2009, p.45), “*o objeto da linguística é a língua, quer dizer, o aspecto coletivo e virtual da linguagem, enquanto que a análise de conteúdo é a fala, isto é, o aspecto individual e atual (em ato) da linguagem*”. Contrariamente à linguística, que se ocupa da forma e distribuição da linguagem, a análise de conteúdo toma em consideração as significações, ou seja, os conteúdos.

A análise documental é definida por Bardin (2009, p.47) como uma operação ou um conjunto de operações visando representar o conteúdo de um documento. Apesar de sua definição se aproximar da análise de conteúdo, existem diferenças essenciais, quando comparadas: A documentação trabalha com documentos, a análise de conteúdo com mensagens (comunicações); O objetivo da análise de documental é a representação condensada da informação, o da análise de conteúdo é a manipulação de mensagens.

Um método de análise proposto por Bardin (2009), no contexto da análise de conteúdo, e adotado neste trabalho é um processo que envolve três fases: a pré-análise; a exploração do material; e a análise e interpretação dos resultados.

Na pré-análise, foi realizada uma leitura flutuante do material para, de acordo com o objetivo e questões de estudo, definir a unidade de registro. Esta unidade foi entendida como uma unidade de significação a ser codificada visando a categorização.

Na fase de exploração do material foi realizado o processo de codificação pelo recorte dos textos em temas. “*O tema é a unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado segundo certos critérios*” (Bardin, 2009). Os “*certos critérios*” são, em nosso caso, os objetivos do professor em detectar elementos que ajudem a identificar possíveis evoluções conceituais. Os temas foram classificados e reagrupados permitindo a construção de um sistema de categorias baseado no significado deles.

A fase de análise e interpretação dos resultados caracteriza-se pelas inferências e interpretações realizadas a partir da análise de conteúdo, cujo objetivo é interpretar o grau de envolvimento e evolução de cada aluno.

Capítulo 4

Resultados e Análises

Neste capítulo organizamos, apresentamos e discutimos os dados obtidos durante a pesquisa através do experimento didático proposto e aplicado. Buscaremos verificar avanços conceituais dos alunos a partir de suas falas e registros nos momentos pedagógicos.

Ao longo deste capítulo faremos referências aos oito estudantes matriculados. Visando preservar suas identidades, os identificaremos por uma letra em maiúsculo que varia de A a H.

Todos os oito alunos participaram do desenvolvimento do trabalho, embora o aluno E tenha faltado à aula de problematização inicial e o aluno B à aula de aplicação do conhecimento.

4.1 – Concepções Prévias sobre o Tema

Conforme apresentado no capítulo anterior, foi solicitado antes de iniciarmos o experimento didático, que os estudantes respondessem livremente a pergunta “com seus conhecimentos de estudantes de eletrônica, explique como funciona uma pilha comum”. Os textos obtidos foram digitados e estão apresentados no quadro 4.1.

Aluno A	O funcionamento de uma pilha ocorre pelo excesso de elétrons em determinado lado da pilha, estes passam para o outro lado da pilha o que acarreta no movimento ou funcionamento do aparelho.
Aluno B	Uma pilha comum pode funcionar em vários aparelhos, por exemplo, diskman, até mesmo em lanternas onde ela emite sua energia que esta em seu interior.
Aluno C	A pilha ela é feita a partir de reagentes químicos, que conduzem energia. Há elétrons e prótons que a partir do uso da pilha um deles vai se desgastando e o outro só aumentando é assim que a pilha fica fraca.
Aluno D	Uma pilha comum funciona com um combustível químico e possui duas polaridades, ou seja, positivo e negativo.
Aluno E	O funcionamento ocorre com um tipo de substância química que armazena os elétrons não os deixando vaziar.
Aluno F	Eu já estudei sobre pilha, mas no momento não estou me lembrando de nada.
Aluno G	Ela funciona através do pólo negativo, pólo positivo ela produz energia.
Aluno H	As pilhas e baterias são sistemas que através de reações químicas podem ser classificadas por letras para identificar quais são os reagentes. Existe também a classificação primária (são irreversíveis) e secundária (reversíveis). Elas também são formadas por elétrons e prótons. Elas servem para fazer com que um objeto funcione.

Quadro 4.1 – Textos produzidos pelos alunos na etapa de levantamento de concepções prévias.

Verifica-se que apesar da liberdade para se expressarem, obtivemos respostas curtas e carregadas de senso comum, o que não nos soou como dificuldade, pois quando assumimos o referencial de Freire (1992, p.84), que destaca o papel do senso comum: “o que não é possível

é o desrespeito ao senso comum; o que não é possível é tentar superá-lo sem, partindo dele, passar por ele”, buscávamos estes elementos.

Bardin (2009) orienta que se faça uma pré-análise ou leitura flutuante, a fim de definir unidades de registro, visando categorização. As unidades que destacamos no texto foram:

- “ocorre pelo excesso de elétrons”;
- “passam para o outro lado”;
- “acarreta no movimento”;
- “emite sua energia que esta em seu interior”;
- “feita a partir de reagentes químicos”;
- “conduzem energia”;
- “Há elétrons e prótons”;
- “funciona com um combustível químico”;
- “possui duas polaridades, ou seja, positivo e negativo”;
- “ocorre com um tipo de substância química”;
- “armazena os elétrons não os deixando vaziar”;
- “não estou me lembrando de nada”
- “funciona através do pólo negativo, pólo positivo”;
- “produz energia”

Observa-se que não consideramos elementos do texto do aluno H, pois trechos foram copiados do material de apoio (Bocchi *at al.*, 2000) disponibilizado no *kit* pedagógico do EVA. O material foi disponibilizado no dia da aula pela manhã, pois à noite, após o levantamento de concepções prévias, seria mencionado. No entanto, o aluno acessou o ambiente, imprimiu o texto e na aula preferiu copiar disfarçadamente a escrever suas ideias.

Ainda seguindo a orientação de Bardin (2009), iniciamos a fase de exploração, na qual os recortes de textos são categorizados em temas. Assim, chegamos a cinco temas de análise para a questão “como funciona uma pilha comum?”: i) relaciona-se com a polaridade; ii) associada a movimento de elétrons ou energia elétrica; iii) associada a armazenamento de elétrons ou energia elétrica; iv) produzida por substâncias químicas e v) não sabe ou não respondeu. A relação entre os temas enumerados e os alunos é apresentada na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Categorização das respostas dos estudantes na etapa de levantamento de concepções prévias

Aluno	Relaciona-se com polaridade	Associada a movimento de elétrons ou energia elétrica	Associada a armazenamento de elétrons ou energia elétrica	Produzida por substâncias químicas	Não soube ou não respondeu
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					

A terceira fase de análise proposta por Bardin (2009), análise e interpretação de resultados, permite utilizar a inferência, além de abordagens mais rígidas de quantificação. Optamos por interpretar as categorias inferindo delas qual ideia geral que os alunos tinham do problema proposto.

Quatro alunos disseram estar o funcionamento da pilha relacionado à polaridade, um tema próximo do senso comum. Acreditavam que a pilha funciona devido à existência de pólos, porém não basta haver pólos positivo e negativo para fazer funcionar uma pilha, buscávamos aprofundar o conteúdo relacionado a esta fala.

Dois alunos citaram a movimentação de elétrons ou energia elétrica, numa alusão insipiente a corrente elétrica (fluxo de elétrons entre dois pólos). Esta citação corresponde ao aprofundamento da categoria anterior, que trata da polaridade. Possivelmente devido a isto os dois alunos que citaram a corrente elétrica também citaram a polaridade anteriormente.

Quatro alunos citaram numa flagrante demonstração de senso comum, que a energia elétrica estava acumulada no interior da pilha. Apesar de a energia estar acumulada na pilha sob a forma potencial química para posterior transformação em energia elétrica, entendemos que os textos dos alunos se relacionam ao armazenamento da energia já na forma elétrica, como se a pilha fosse um capacitor. Esta foi a principal categoria de análise que utilizamos no decorrer do estudo, foi onde situamos nosso ponto de partida para, passando por ele, tentar superá-lo.

A opção por aprofundar nesta questão se deve a metade dos estudantes ter justificado desta forma e a outra metade, um ter admitido não se lembrar de nada, um preferir se omitir copiando trechos do material de apoio e dois terem dado respostas mais curtas que a média, com poucos elementos, como do aluno G.

Ao aprofundar nesta questão buscávamos discutir as reações eletroquímicas espontâneas e, a partir disto, relacioná-las com a produção de corrente elétrica na pilha.

4.2 – Argumentações Durante o Experimento Inicial

Na problematização inicial, conforme apresentado no capítulo anterior, realizamos a reação eletroquímica entre o manganês (VII) contido em íons permanganato e zinco metálico. A ddp gerada nesta reação foi suficiente para acender LEDs vermelho, amarelo e verde, com intensidade luminosa variável. No entanto, a ddp não foi suficiente para acender o LED azul. Durante a problematização inicial os alunos foram orientados a anotar os fenômenos e transformações observados. Além disso, deveriam tentar explicá-los com seus conhecimentos.

Buscávamos verificar quais suas explicações para as diferenças de luminosidade observadas ocorridas durante o experimento.

Verificou-se nas anotações dos estudantes que todos relataram com relativo detalhamento o procedimento de montagem do experimento, também apontaram o LED vermelho como o mais intenso em luminosidade, o verde e o amarelo como intermediários e o azul como o de menor luminosidade, nem acendendo. Contudo, as explicações para estas observações novamente vieram curtas e com o mesmo senso comum dos textos anteriores, o que era previsível, já que a problematização inicial ocorreu na aula seguinte a de levantamento de concepções prévias e preferimos não fazer nenhuma discussão intermediária. Os textos produzidos pelos estudantes são apresentados no quadro 4.2.

Aluno A	Eu acho que a lâmpada vermelha acendeu com mais força porque tinha mais elétrons passando por ela.
Aluno B	Essa experiência está me parecendo a mágica do mister M... Como toda essa mistura eu acho muito interessante fazer com que os leds se acendam. Tudo bem o ácido pode sim existir um pouco de energia e através do zinco e o grafite que também é usando nas pilhas faz com que os leds se acendam, acho que os leds de cor mais escura demoram acender, tem uns até que nem chegam a acender, porque esses precisam de uma força maior de energia, para cada led precisamos de uma tensão maior, uns acendem com pouca energia e outros não.
Aluno C	A solução (bateria) para os leds era a mesma proporção sendo que os leds alguns ficaram mais escuros dos outros é o caso do led vermelho, isso ocorre pelo fato de ser positivo e outros negativos e para cada led existe uma voltagem necessária para que acenda com uma ótima visibilidade.
Aluno D	Foi feita uma experiência com água de bateria e permanganato e com fios jacaré ligados à quatro leds. Um vermelho acendeu mais que todos os outros, a amarela menos, a verde mais que a amarela e a azul não acendeu. Não entendi porque o azul não acendeu.
Aluno E	
Aluno F	Na minha opinião os leds tem cores diferentes por causa do nível de potência, vamos supor que o azul tem uma potência muito baixa, menos que o verde e o amarelo, e o vermelho já tem uma potência maior. Se não for a potência, eu acho que é a solução, a mistura que foi feita dá mais potência para o vermelho do que para os outros, até porque o azul nem acendeu, por ser muito forte a solução, mas só para o azul.
Aluno G	A pilha foi preparando através do líquido ácido sulfúrico, permanganato de potássio, zinco, grafite e led. O led vermelho acendeu mais forte, o led verde fraco, o amarelo fraco, o azul nem acendeu. O vermelho ficou mais forte eu acho que a carga dele a função é positiva e o ácido sulfúrico com o permanganato, zinco e grafite transmitem a energia que faz a pilha
Aluno H	Desta vez o professor fez a experiência com 4 leds (vermelho, amarelo, verde e azul). Sendo que o led vermelho foi o que acendeu mais forte, o led amarelo e o verde acenderam na mesma proporção e já o led azul quase não acendeu. Acredito que o led vermelho acendeu mais forte porque ele é um led positivo. E geralmente é a intensidade de qualquer material (objeto), quando é positiva é brilhar ou funcionar com mais intensidade que os outros. E os outros leds de cores diferentes são neutros e o preto é negativo.

Quadro 4.2 – Textos produzidos pelos alunos no momento pedagógico problematização inicial

A partir dos textos realizamos nova leitura flutuante, pré-análise, para definir unidades de registro, visando uma nova categorização. As unidades que destacamos no texto foram:

- “tinha mais elétrons passando por ela”;
- “acho que os leds de cor mais escura demoram acender”;
- “precisam de uma força maior de energia”;

- “precisamos de uma tensão maior”;
- “acendem com pouca energia e outros não”
- “ocorre pelo fato de ser positivo e outros negativos”;
- “existe uma voltagem necessária para que acenda”;
- “Não entendi porque o azul não acendeu”;
- “tem cores diferentes por causa do nível de potência”;
- “acho que é a solução”;
- “dá mais potência para o vermelho do que para os outros”;
- “por ser muito forte a solução”;
- “acho que a carga dele a função é positiva”;
- “o ácido sulfúrico com o permanganato, zinco e grafite transmitem a energia que faz a pilha”;
- “é um led positivo”;
- “é brilhar ou funcionar com mais intensidade que os outros”;
- “são neutros e o preto é negativo”

Observa-se a inexistência de texto no aluno E, devido a este ter faltado a aula. Seguindo a orientação de Bardin (2009), submetemos estes textos à fase de exploração dos recortes, na qual chegamos a cinco categorias: i) O LED vermelho era positivo e os demais não; ii) A solução favoreceu o vermelho; iii) Cada LED possui uma tensão específica; iv) As substâncias utilizadas transmitem energia e v) não sabe ou não respondeu. A relação entre os temas enumerados e os alunos é apresentada na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Categorização das respostas dos estudantes na problematização inicial

Aluno	O LED vermelho era positivo e os demais não	A solução favoreceu o vermelho	Cada LED possui uma tensão específica	As substâncias utilizadas transmitem energia	Não soube ou não respondeu
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					

Após a categorização dos elementos das falas dos alunos, iniciamos a fase de análise e interpretação de resultados proposta por Bardin (2009), a qual nos permite interpretar as categorias inferindo delas qual ideia geral os alunos têm do problema proposto.

Percebe-se que as respostas de cinco alunos são enquadradas em uma única categoria. Isto mostra claramente a diferença entre o levantamento de concepções prévias e a problematização inicial. Enquanto a primeira tínhamos respostas que se enquadravam em até três categorias, na segunda isso não é observado. Isto se deve a etapa de levantamento de concepção prévia iniciar com uma pergunta abrangente, que solicita uma resposta sobre algo,

a princípio, desconhecido, que os fará levantar diversas hipóteses. Já na problematização inicial, o professor já tem elementos para direcionar para um conteúdo específico, o que leva o aluno a defender uma única ideia com vários elementos. Por exemplo, destacamos quatro unidades de registro nas falas dos alunos B e F, porém todas as unidades são utilizadas para defender uma só ideia, a ideia que cada um achou mais adequada para explicar o experimento observado.

Três alunos disseram utilizaram elementos para defender a ideia que o LED vermelho era positivo e os demais não. Acreditamos que os alunos C e G foram influenciados pelo aluno H a darem esta resposta, já que durante a aula ele falou por diversas vezes que achava ser esta a explicação. Possivelmente os alunos C e G, que defendiam outras hipóteses, foram sugestionados a acrescentar esta explicação. Em razão disto, foram os dois únicos a propor mais de uma explicação para o experimento.

Dois alunos propuseram que a solução utilizada favoreceu o LED vermelho. Esta fala, que pode ser considerada como de senso comum, reflete uma ideia espontânea, a de que se acendeu com maior intensidade, é porque havia mais eletricidade (proveniente da solução) passando por este LED. No entanto, esta visão está equivocada, pois cada LED estava ligado aos seus próprios eletrodos, que por sua vez, estavam imersos na mesma solução, ou seja, todos estavam conectados ao mesmo ambiente reacional.

Dois alunos defenderam que cada LED possuía uma tensão específica. Esta é uma fala coerente, afinal cada LED necessita de fato de uma tensão característica, este foi o fator determinante para a diferença de intensidade luminosa observada entre os LEDs, já que a reação entre manganês VII e zinco metálico gera uma ddp específica.

Um aluno, o D, declarou não saber responder por que o LED vermelho acendeu com maior intensidade. Apesar de descrever todo o processo de montagem, finalizou dizendo “*não sei por que o azul não acendeu*”.

Por fim, o aluno G não apresentou uma resposta objetiva, mas extraímos de sua fala a unidade de registro “*o ácido sulfúrico com o permanganato, zinco e grafite transmitem a energia que faz a pilha*”, que caracterizamos como “*as substâncias utilizadas transmitem energia*”. Resolvemos categorizar esta fala, apesar de não se constituir em uma resposta para as diferenças de luminosidade entre os LEDs, mas sim é uma explicação sobre como a energia elétrica foi produzida. Consideramos importante o aluno ter citado, mesmo que de forma incipiente as substâncias químicas como origem da produção de energia elétrica.

A partir analisarmos as falas nesta etapa e assumindo desde o início se tratar de um experimento didático, reconhecemos que no momento pedagógico de problematização inicial devem ser feitas abertas mais questão. Por termos feito apenas uma, os alunos se limitaram a

respondê-la e acabamos não aprofundando nos conceitos químicos como gostaríamos. Isto ficou mais evidente após percebemos que os alunos dificilmente inferiram mais de uma resposta para o problema, assim seria necessário abrir mais o leque de problemas.

4.3 – Falas no fórum

A partir das falas dos estudantes na problematização inicial e no levantamento de concepções prévias, verificamos a predominância de textos embasados em senso comum. Nos textos, a explicação de armazenamento de energia apareceu diversas vezes no levantamento de concepções prévias, já na problematização inicial, ocorreram diversas explicações, sem destaque para nenhuma especificamente. Em ambos os momentos, raras foram as citações de substâncias químicas, reações químicas e soluções (alguns dos conteúdos associados) ocorreram. Assim, de forma geral, não compreendiam a possibilidade de uma reação química produzir corrente elétrica.

Modelamos a questão inicial de abertura do tema de fórum, que caracterizou o segundo momento pedagógico, organização do conhecimento. Buscamos na mensagem investigar “de onde vem a energia elétrica das pilhas?”. Esta pergunta serviu de título para a mensagem inicial do fórum. A mensagem lançou o problema relacionado à energia elétrica das pilhas, se estava armazenada ou era produzida. Optamos por discutir este assunto, que dá resposta à questão da etapa de levantamento de concepções prévias, para depois discutirmos o porquê das diferenças de luminosidade entre os LEDs. O texto da mensagem inicial, enviada pelo professor, é apresentado no quadro 4.3.

De onde vem a energia elétrica das pilhas?

No dia-a-dia muitos são os aparelhos que funcionam através de pilhas, por exemplo, relógios, controle remotos, carrinhos etc. Mas como a pilha fornece esta energia? Muitos acreditam que a energia elétrica está armazenada em seu interior. No nosso experimento, em que simulamos uma pilha fazendo acender LEDs e funcionar um relógio, onde estava armazenada a energia elétrica? Dentro do pote com a solução? Será que a energia elétrica é mesmo armazenada na pilha?

Quadro 4.3 – Mensagem inicial do fórum enviada pelo professor

O fórum ficou aberto durante duas semanas letivas, neste período houve aulas normalmente em sala de aula a fim de aprofundar a discussão acerca do tema. No total, 23 mensagens foram produzidas neste fórum com a contribuição de todos os estudantes.

Um fórum pode ser visto como um texto coletivo, pois o objetivo é que todos os participantes se apropriem dos significados em uma construção coletiva, discutida e cooperativa (Gerosa *et al.*, 2003). Por esta razão trabalharemos com uma análise de conteúdo diferente da tratada até agora, pois o objetivo do fórum não era identificar os saberes individuais dos alunos sobre um determinado tema ou problema. Assim, buscaremos nesta

análise, identificar como foi sendo construído o conhecimento de forma coletiva. Contudo, uma análise de conteúdo como a trabalhada nos textos anteriores, visando detectar quais as contribuições cada aluno trouxe, também seria possível.

No quadro 4.4 é possível identificar alguns elementos da construção coletiva de conhecimento ocorrida no fórum através de 10 das 23 mensagens submetidas. Os textos são apresentados no original, sem correções de grafia e concordância.

4ª mensagem Aluno G	A energia vem das substâncias químicas que produz a energia, não é armazenada porque se fosse ela não parava de funcionar.
8ª mensagem Aluno B	Não concordo com a (Aluno G), a energia é sim armazenada e com o passar do tempo de uso ela acaba se evaporando ou seja zera a carga.
10ª mensagem Aluno H	Eu acredito que a energia da pilha é armazenado, pois quando a gente adquire uma uma pilha ela vai funcionar em um objeto, ou seja, se a gente colocar uma pilha nova em um brinquedo com certeza este brinquedo irá funcionar; isto significa que a energia estava armazenada na pilha, pois se não estive este brinquedo não funcionaria
12ª mensagem Aluno C	Não é que a energia seja armazenada, mas sim sua energia vem das substâncias como o permanganato de potássio e ácido sulfúrico que juntos geram a energia, e essa energia ela é passada pelo zinco e o grafite que simulam uma corrente elétrica.
15ª mensagem Aluno A	Depois da aula do professor ficou bem claro que a eletricidade ocorre através da reação do Zinco com o Manganês, o Grafite só está ali para reconhecer a corrente, pois o Manganês está em forma líquida e por isso não tem como fazer a conexão com o eletrodo.
16ª mensagem Professor	Já que durante a aula criou-se um consenso de que a energia elétrica não é armazenada, mas sim produzida através de reações químicas, avancemos a outra pergunta: Por que o LED vermelho acendeu com maior intensidade em relação aos demais e principalmente em relação ao azul que nem acendeu? Sobre o mesmo assunto, por que a energia foi suficiente para acender alguns leds e ligar o relógio, mas não fez acender o LED azul?
19ª mensagem Aluno H	O led vermelho acendeu com mais intensidade porque a DDP dele é bem menor que os outros leds, o valor da DDP do led vermelho é de 1,6v, já o led verde e amarelo que acendeu bem fraco é de 2,0v a 2,4v e o led azul é mais que 2,7v. Lembrando da aula de eletricidade que quando maior é a tensão menor é a corrente (virce e versa); observando o valor dos leds verde, amarelo e azul que a DDP é bem maior do que a do led vermelho; foi por isso que o led vermelho brilhou com mais intensidade.
20ª mensagem Aluno A	O led azul não ascendeu porque sua voltagem exige muito mais energia.
21ª mensagem Aluno F	A ddp do led vermelho é menor é de 1,6V por isso que acendeu ,dos leds verde 2,0V e amarelo 2,4V é maior por isso que acendeu fraco , a solução foi fraca , já para o led azul 2,7V precisava de uma solução bem mais forte para acender , e a solução que estava na sala era melhor para o led vermelho.
23ª mensagem Aluno C	Como já sabemos a energia não fica armazenada na pilha, são trocas entre átomos que um doa e o outro recebe, ocorrendo uma corrente elétrica formando uma energia

Quadro 4.4 – Trechos das mensagens dos estudantes

Na mensagem número 4 o aluno G indica que a energia elétrica é produzida por substâncias química, não é armazenada, além de questionar a visão de que a energia elétrica está armazenada. No entanto, sua hipótese foi logo desconsiderada na continuidade da discussão, como mostra a fala do aluno B na mensagem 8 e a do aluno H na mensagem 10. Ambos os alunos trazem elementos do cotidiano para reforçarem e defenderem suas ideias de que a energia elétrica está sim armazenada. Um dos objetivos do fórum do EVA é também dar o protagonismo da ação aos alunos, que podem apresentar suas ideias e, com orientação,

defendê-las com base em elementos cientificamente aceitos. Daí surge a necessidade de pesquisarem e buscarem novos conhecimentos para embasarem suas explicações.

Na mensagem 12, o aluno C retoma a visão de que há uma corrente elétrica produzida por reação química. Apesar de iniciar sua fala de maneira tímida, aponta uma “*simulação*” de corrente elétrica a partir da “*junção*” das substâncias utilizadas no experimento.

Em paralelo ao trabalho com o fórum houve aulas em sala de aula que contribuíam para fomentar a discussão. Isto é refletido na mensagem 15, em que o aluno A se utiliza das informações da sala para enviar uma mensagem detalhando como ocorreu a reação e qual a função de cada objeto e reagente no processo. Mesmo cometendo um erro ao dizer que o manganês estava na forma líquida em vez de dizer que estava em solução, consideramos ter sido uma boa mensagem, que retratou a discussão ocorrida em sala de aula.

Diante do consenso formado na sala de aula e no EVA de que a energia elétrica não está armazenada nas pilhas, mas sim era transformada a partir das reações, demos início a uma nova discussão, na qual buscamos abordar os conteúdos relacionados ao experimento da problematização inicial, ou seja, investigar o porque dos LED azul não ter acendido e dos LEDs amarelo e verde terem acendido com menor intensidade. Para isso foi submetida uma nova mensagem, a de número 16. Nela, encerramos a discussão anterior e retomamos a discussão do momento pedagógico de problematização inicial.

Já na mensagem número 19 o aluno H trouxe em sua fala clara evidência de ter pesquisado informações a respeito da tensão elétrica de cada LED. Percebe-se com isso, a necessidade de pesquisar, buscar novos elementos para a resolução do problema proposto. Nota-se também o relacionamento com conhecimentos das disciplinas específicas do curso de Eletrônica, quando se utiliza de conhecimentos das aulas de eletricidade para apresentar as relações entre tensão elétrica e corrente elétrica. Verifica-se, portanto, abandono à ideia original de LED positivo e negativo e se aprofunda em uma integração mais efetiva entre as disciplinas, não apenas entre a Química, a Física e a Biologia, mas também entre as disciplinas da área técnica, específica.

A mensagem seguinte, de número 20, enviada pelo aluno A, reforça a ideia de que cada LED precisava de uma tensão elétrica específica para acender. A mensagem 21, enviada pelo aluno F, apresenta os mesmos valores de tensão elétrica dos LEDs já apresentados pelo aluno H, porém percebe-se não ser uma cópia da mensagem já apresentada, assim este aluno finaliza sua participação no fórum com uma postura contrária a apresentada na problematização inicial, quando disse que o LED vermelho acendia com maior luminosidade por ser favorecido pela solução.

Finalizando, o aluno C, de forma generalizada, relata na mensagem 23 ser do entendimento de todos os alunos como ocorreu a produção de corrente elétrica, através de um processo químico no qual um átomo doa elétrons para outro receber: princípio das reações eletroquímicas. Neste momento o fórum foi encerrado e deu-se prosseguimento ao experimento didático com o início do terceiro momento pedagógico, a aplicação do conhecimento.

4.4 – Argumentações Durante o Experimento Final

No momento pedagógico denominado aplicação do conhecimento, buscamos uma reação eletroquímica que fizesse acender o LED azul. Como apresentado no capítulo anterior, chegamos a reação entre o manganês presente em íons permanganato e magnésio metálico, cuja corrente elétrica produzida é de 3,87V, ou seja, suficiente para acender plenamente todos os LED utilizados. Foi pedido para que eles anotassem as observações e explicassem os motivos das diferenças observadas em relação ao experimento da problematização inicial.

Enquanto faziam suas anotações, foram escritas no quadro as duas semi-reações envolvidas, mas não foram mencionadas e não houve orientação para utilizá-las nas respostas. Buscávamos nas respostas identificar justificativas para o LED azul ter acendido desta vez. Os textos produzidos neste momento pedagógico são apresentados no quadro 4.5.

Aluno A	O led acendeu porque havia mais energia envolvida pois o manganês reage melhor que o zinco. Logicamente todos os outros leds acenderão com mais intensidade.
Aluno B	
Aluno C	Para cada led há uma voltagem adequada. No experimento anterior usamos o zinco e alguns leds não acenderam pela baixa voltagem. Com o magnésio a voltagem foi maior e todos os leds acenderam. O magnésio é maior que o zinco.
Aluno D	Por que o material usado “magnésio” é melhor para reagir do que o zinco. Por isso o magnésio apresentou excelente corrente com o manganês que foi capaz de acender todos os “leds”, inclusive o azul.
Aluno E	Com esta nova troca do zinco pelo magnésio a voltagem aumentou assim aumentando a força da luz do led azul. Sim é o mesmo caso do led azul por causa do aumento da voltagem.
Aluno F	Nesta reação foi usado o magnésio, na outra reação foi usado o zinco, eu acho que a tensão do magnésio é maior que a do zinco, talvez por isso os outros leds conseguiram acender. Os leds de hoje acenderam melhor que os da aula passada, a tensão da outra aula estava baixa.
Aluno G	Por que na aula anterior, foi usada a experiência com zinco e nesta foi com magnésio. Sim, porque a voltagem do magnésio é maior.
Aluno H	Porque na outra aula ele usou o zinco, por isso que a reação foi menor que na aula de hoje. Então o magnésio reage melhor que o zinco, foi por isso que todos os leds acenderam, a voltagem do magnésio é maior que o zinco.

Quadro 4.5 – Textos produzidos pelos alunos no momento pedagógico aplicação do conhecimento

Para avaliar o conteúdo destas mensagens retomamos a estrutura de análise proposta por Bardin (2009) que havíamos utilizado na análise das falas do levantamento de concepções prévias e da problematização inicial. Portanto, realizamos nos textos apresentados no quadro

4.5, uma leitura flutuante, pré-análise, a fim de definir unidades de registro, visando nova categorização (Bardin, 2009).

Verificamos que, de forma geral, todos destacaram a troca do zinco pelo magnésio e a partir desta observação apresentaram algumas conclusões. A quantidade de textos embasados em senso comum foi reduzida significativamente.

- “havia mais energia envolvida”;
- “reage melhor que o zinco”;
- “acenderão com mais intensidade”;
- “Para cada led há uma voltagem adequada”;
- “não acenderam pela baixa voltagem”;
- “a voltagem foi maior”;
- “O magnésio é maior que o zinco”;
- “é melhor para reagir do que o zinco”;
- “apresentou excelente corrente com o manganês”;
- “a voltagem aumentou”;
- “acho que a tensão do magnésio é maior”;
- “a tensão da outra aula estava baixa”;
- “a voltagem do magnésio é maior”;
- “a reação foi menor que na aula de hoje”;
- “reage melhor que o zinco”;
- “foi por isso que todos os leds acenderam”;
- “a voltagem do magnésio é maior que o zinco”;

Na sequência da análise, iniciamos a fase de exploração dos recortes, na qual chegamos a quatro categorias: i) O magnésio reage melhor que o zinco; ii) A tensão do magnésio é maior; iii) A voltagem aumentou com o magnésio e iv) Cada LED precisa de uma tensão específica. A relação das citações entre as categorias e os alunos é apresentada na tabela 4.3. Na definição das categorias utilizamos sempre o termo “tensão”, porém nelas estão contidas falas em que os alunos utilizaram o termo “voltagem”. Destacamos a inexistência da categoria “Não soube ou não respondeu” ocorrida nas etapas de iniciais do experimento didático.

Tabela 4.3 – Categorização das respostas dos estudantes na aplicação do conhecimento

Aluno	O magnésio reage melhor que o zinco	A tensão do magnésio é maior	A tensão aumentou com o magnésio	Cada LED precisa de uma tensão específica
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				

Analisando a tabela 4.3, percebe-se a inexistência de relações no aluno B, devido sua ausência na aula. No texto do aluno A há elementos que a enquadram em duas categorias, já elementos dos textos dos alunos C e H foram enquadrados em três categorias distintas. Nenhum aluno indicou não saber responder. As quatro categorias estabelecidas estão, em maior ou menor grau, corretas como explicações científicas para as transformações ocorridas.

A reação eletroquímica entre magnésio e manganês é bastante vigorosa, liberando gás e calor. Esta pode ter sido a razão de três alunos terem indicado que o magnésio reage melhor que o zinco. De fato, a oxidação de metais alcalinos terrosos com agente oxidantes gera uma corrente elétrica superior a obtida quando se utiliza metais de transição. Esta diferença está relacionada com os íons formados após a reação.

A categoria “A tensão do magnésio é maior” foi citada nas falas de quatro dos sete alunos participantes. Este argumento está equivocado em afirmar que a tensão do magnésio é maior, a tensão da reação que é maior, o magnésio possui o potencial padrão de oxidação maior que o zinco. Podemos inferir que este argumenta reflete algum entendimento, mas falha na utilização da linguagem científica correta.

A categoria “A tensão aumentou com o magnésio” apresenta certo refinamento em relação à anterior. Não é possível afirmar que o magnésio tem uma tensão maior que o zinco. A tensão não pode ser dada em valores absolutos para uma semi-reação, ela só é mensurada quando há reação e, conseqüentemente, uma diferença de potencial. Assim, esta categoria se mostra mais coerente, pois indica que a tensão da reação aumentou com a presença do magnésio. Quatro alunos citaram esta categoria, sendo que dois também citaram a anterior.

Por último, o aluno C lembrou-se que cada LED precisa de uma quantidade específica de energia, desta forma, esta também foi considerada uma forma de explicar o fato de o LED azul ter acendido desta vez. Isto revela como conhecimentos gerados no laboratório e no EVA ao longo do experimento didático podem ser apropriados e incorporados às suas falas.

4.5 – Aspectos Gerais da Experiência: Algumas Falas

Todos os alunos mostraram avanços ao longo do processo, seja na parte conceitual, seja na linguagem científica. É possível acrescentar algumas observações do professor e registros no caderno de campo a fim de verificar qual o grau de utilização dos ambientes de aprendizagem pelos estudantes.

Das observações do professor verificou-se que alunos participativos no ambiente de aprendizagem presencial não atuaram com a mesma facilidade no ambiente virtual, porém, o oposto também foi verificado com alunos pouco participativos e assíduos no ambiente

presencial, mas que contribuíram de forma ativa no ambiente virtual. Por exemplo, o aluno D, que declarou na problematização inicial não saber explicar por que o LED vermelho acendeu mais intensamente, enviou apenas uma mensagem no fórum (não apresentada no quadro 4.4). No entanto, foi um dos alunos mais atuantes nas aulas experimentais, sempre observador e arguidor. Na fala “*Experimento é bom né professor? Desperta a curiosidade*” admite que lhe eram úteis os experimentos para despertar o interesse e a curiosidade. Se propondo inclusive por duas vezes a comprar materiais para a realização de experimentos, caso o professor desejasse. Mas em relação ao EVA, não o cita com o mesmo interesse.

Por outro lado, o aluno F, que inicialmente acreditava haver mais energia passando pelo LED vermelho, que pelos demais, se mostrou ativo no fórum com três mensagens relevantes à discussão. Em fala depositada em outra ferramenta do EVA revela: “*Esse projeto EVA fez muito bem para mim, pois antes eu era meio preguiçosa para esse negócio de pesquisa e hoje eu gosto de pesquisar, gosto de saber mais sobre as coisas, e dizer para os outros, para meus colegas etc. Passei a ter mais interesse em estudar, ler livros, dar importância ao que leio ou aprendo foi muito bom para mim*”.

Isto reflete a importância de proporcionar no Ensino de Ciência vários momentos pedagógicos passíveis de aquisição e construção de conhecimento.

Do caderno de campo foi possível extrair falas registradas durante as aulas. Algumas delas, apresentadas na sequência, demonstram como os objetivos dos alunos na instituição foram se ampliando e como eles foram se sentindo mais confortáveis com a proposta. Isto representa o quanto estes alunos se tornaram mais críticos, confiantes e determinados:

“*Não sei por que todas as matérias não são dadas assim, juntas, é igual a fazer um tênis da nike, que eu vi, tem vários técnicos, cada um faz uma parte e no final tem o tênis. Para explicar as coisas é a mesma coisa, você tem que saber Física, Química, Matemática... tudo*” (aluno A).

“*Não vou escrever no fórum agora, tenho que pesquisar antes*” (aluno E).

“*Eu não conhecia nada de informática, agora já entendo o que as minhas filhas fazem no computador*” (aluno X⁴).

“*Como eu vou escrever o que eu acho sobre isso, se eu tenho muito mais perguntas ainda*” (aluno Y⁴).

“*Eu era muito tímida na sala de aula, mas depois da grande ajuda de vocês professores desse projeto, eu estou conseguindo me comunicar mais...*” (aluno G).

“*Quando eu terminar este curso vou fazer vestibular*” (alunos A, F, X⁴, Y⁴ e Z⁴).

⁴ Os alunos X, Y e Z não pertencem ao grupo de oito alunos participantes do experimento didático. As falas apresentadas foram registradas em momentos anteriores, quando ainda frequentavam.

Estas falas apenas confirmam a visão do professor na sala de aula, que viu paulatinamente estes alunos saindo da condição de “estou no IFF por sorte” para lutar por recuperar suas defasagens devido aos anos afastados da escola. Talvez em razão disto, vemos que os alunos que não tinham um Ensino Médio concluído e que foram reprovados ao longo do curso, praticamente todos, repetiram o semestre que perderam e continuaram estudando. Isto mostra um nível de consciência e determinação identificável nas retóricas questões e nas afirmativas de Freire:

Quem melhor que os oprimidos, se encontrará preparado para entender o significado terrível de um sociedade opressora? Quem sentirá, melhor que eles, os efeitos da opressão? Quem, mais que eles, para ir compreendendo a necessidade da libertação? Libertação que não chegarão pelo acaso, mas pela práxis de sua busca, pelo conhecimento e reconhecimento da necessidade de lutar por ela. Luta que, pela finalidade que lhe derem os oprimidos, será um ato de amor, com o qual se oporão ao desamor contido na violência dos opressores, até mesmo quando revestida da falsa generosidade (1971, p.40).

Capítulo 5

Considerações Finais

Durante o trabalho com o grupo de estudantes jovens e adultos pudemos exercer o que Paulo Freire denomina de elaborar as ações didático-pedagógicas “*com os alunos e não para os alunos*” (Freire, 1971, p.40). Neste modelo de pedagogia, voltada para alunos privados do ensino nas séries regulares, deve-se buscar, segundo o autor, transformar indivíduos ingênuos em cidadãos críticos (Freire, 1971, p.28). Neste sentido, a opção de fazermos uma pesquisa participante do tipo etnográfica foi considerada acertada, pois permitiu conhecer cada aluno e, à medida que nos aproximávamos, mais eles se sentiam confortáveis para questionar e participar das aulas. Isto permitiu eliminar muros, que historicamente separam o professor dos alunos.

É significativo, portanto, destacar o grau de interação dos estudantes entre eles e com o professor alcançado ao longo de projeto. Nas últimas semanas de aula, eram frequentes comentários de que o projeto foi bom, que os ajudou, até mesmo a não desistir do curso, que gostavam da liberdade que tinham para se expressar, que sentiram falta etc. Durante o experimento didático desenvolvido na Química e apresentado neste trabalho, alguns alunos disseram não saber nada. Algumas vezes recebemos respostas semelhantes a esta no primeiro passo dos Estudos de Caso. Dificilmente em aulas tradicionais o professor teria oportunidade de saber que o aluno não está compreendendo o conteúdo trabalhado, pois não privilegia o protagonismo das ações com o aluno.

Em relação ao experimento didático, a análise de conteúdo e as observações do professor permitiram compreender como cada aluno interagiu com os ambientes virtual e presencial de aprendizagem. Quase sempre os alunos demonstraram mais interesse por um ambiente que pelo outro. Desta forma, vemos a importância de no Ensino de Ciência, especialmente no voltado ao público de jovens e adultos, proporcionarmos vários momentos pedagógicos passíveis de aquisição e construção de conhecimento.

A opção por acrescentar uma etapa de levantamento de concepções prévias foi considerada fundamental para deflagrar o início do planejamento dos momentos pedagógicos, voltado para objetivos mais claros e definidos.

A estruturação do estudo de pilhas nos momentos pedagógicos propostos por Delizoicov (2008) permitiu conhecer, sem exceção, o que cada aluno compreendia sobre determinado experimento observado. Isto elimina o que ocorre muitas vezes quando se utiliza

experimentos de forma investigativa, muitos alunos acabam não sendo ouvidos, e apenas alguns se destacam nas falas. Nosso objetivo era dar voz a eles para permitir avaliá-los de forma individual.

O fórum do EVA foi fundamental para finalizar o formato do experimento didático, pois sua característica vai ao encontro de nossa opção de dar voz e protagonismo ao aluno em um espaço aberto ao diálogo. *“É importante reconhecer que o diálogo não se refere só ao que é necessário que aconteça entre alunos e professores, é, sobretudo, um diálogo entre conhecimentos cujos portadores são cada um dos sujeitos, o educando e o educador”* (Delizoicov. 2008).

O momento pedagógico em que se fez uso do fórum é o mais flexível. Pode-se planejar um período maior para sua utilização e assim aprofundar conceitualmente nas questões envolvidas no estudo. Em nosso trabalho com a Eletroquímica, duas questões foram trabalhadas no tema de fórum “de onde vem a energia das pilhas?”. Uma está no próprio título do tema e outra foi “por que o LED vermelho acendeu com intensidade luminosa superior aos demais?”. Contudo, questões como “porque o LED vermelho precisa de menos energia?” e “se alterasse as substâncias do pote por outras o LED azul acenderia? Por quê?” poderiam ser feitas.

De forma geral, foi observado interesse de todos pela proposta, desejo de continuar trabalhando neste modelo de ensino e avanços conceituais de todos. Assim, é importante que atividades didáticas, que incentivam a interação entre os participantes e motivam a busca por novos conhecimentos, como a que foi realizada com o apoio das tecnologias de informação e comunicação, façam parte do cotidiano das salas de aula, pois proporcionam aos estudantes a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada.

Portanto, em resposta a nossa questão de pesquisa, *“Como trabalhar com o EVA de forma integrada às ações de sala de aula na disciplina de Química no PROEJA?”*, podemos afirmar que uma maneira possível está na estabelecimento de uma proposta problematizadora das relações entre o fórum do EVA e experimentos em sala de aula, pois verificamos que foram agentes fundamentais para a articulações dos ambientes de aprendizagem e para motivação dos estudantes.

O trabalho que desenvolvemos na turma de Eletrônica, modalidade EJA, do IFF, especialmente nas aulas de Química, não se limitou ao apresentado nesta monografia. Há novos dados e possibilidades de aprofundamento nos dados já apresentados aqui, ou ainda confrontá-los com dados de outros grupos de pesquisa que trabalham com PROEJA.

Em razão disto, pretende-se dar continuidade a este trabalho, pois como licenciando em Química em fase de conclusão de curso, é possível reconhecer a existência de caminhos,

que perpassam pela qualificação acadêmica, na área de Ensino de Ciências/Química que precisam ser trabalhados por profissionais com múltiplas formações. É isso que se tem em mente, pois o Ensino de Ciências/Química apoiado pela Informática Educativa se mostra numa área limítrofe do conhecimento entre inúmeras que se relacionam à educação.

Além disto, o Ensino de Química possibilita estar em constante contato com a Química e com seu aprendizado. E este aprendizado se dá em uma via de mão dupla, que liga o professor ao aluno. É com esta visão, que se assume a tarefa de aprofundar na literatura acerca da Educação de Jovens e Adultos e organizar e analisar de forma mais detalhada os dados da pesquisa em trabalhos futuros, a nível de *stricto sensu*.

Referências Bibliográficas

ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Etnografia da prática escolar**, 13.ed. São Paulo: Papyrus, 2007. 128 p.

AUSUBEL, D. **Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo**, México: Trillas, 1978. 782p.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 5.ed. Lisboa: edições 70, 2009.

BOCCHI, N., FERRACIN, L.C., BIAGGIO, S.R. Pilhas e Baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.11, p. 3-9, 2000.

BRASIL. **Decreto nº 5.478**, de 24 de junho de 2005. Institui, no âmbito federal, o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA, e dá outras providências. Brasília, DF. 2005.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Programa de Integração da Educação Profissional Técnica de Nível Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA. **Documento Base**, fevereiro de 2006. 2006a.

_____. CAPES/SETEC. Edital nº 003/2006. 2006b

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Jovens e Adultos. **Documento Base**, agosto de 2007. 2007.

BROWN, T. L., LEMAY, H. E., BURSTEN, B. E., BURDGE, J. R., **Química: a ciência central**, 9.ed., São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 972p.

CACHAPUZ, A., GIL-PÉREZ, D., CARVALHO, A.M.P. de, Praia, J., Vilches, A. **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. 263p.

CHEN, G.; CHIU, M. M. Online discussion processes: Effects of earlier messages' evaluations, knowledge content, social cues and personal information on later messages. **Computers & Education**, v. 50, p.678-692, 2008.

DELIZOICOV, D. **Problemas e problematizações**. In: PIETROCOLA, M. (org.) Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Florianópolis, Ed. Da UFSC, 2005. p.125-150.

_____, La educación em Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.2, p.37-62, julho 2008.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2003.

FRANCISCO Jr., W.E., FERREIRA, L.H., HARTWIG, D.R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, v.30, p.34-41, 2008.

FREIRE P. **Pedagogia del Oprimido**, 2.ed., Montevidéo: Tierra Nueva, 1971. 250p.

_____. **Pedagogia da Esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**, 1.ed., São Paulo: Paz e Terra, 1992. 245p.

_____. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**, 13.ed., São Paulo: Paz e Terra, 1999. 165p.

FRIGOTTO, G., CIAVATTA, M., RAMOS, M. N. (orgs.). **Ensino médio integrado: concepção e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005a.

_____. A política de educação profissional no Governo Lula: um percurso histórico controvertido. **Educação & Sociedade**, Campinas, v.26, n.92, 2005b, p.1087-1113.

GEHLEN, S.T., AUTH, M.A., AULER, D., PANSERA-DE-ARAÚJO, M.C., Maldaner, O.A. Freire e Vigotsky no contexto da educação em ciências: aproximações e distanciamentos. **Revista ensaio**, v.10, n.2, 2008. p.267-282.

GEPEQ; **Interações e Transformações: Química para o 2o Grau: Livro do aluno**, 1.ed., São Paulo: editora da USP, 2006. 338p.

GEROSA, M.A., PIMENTEL, M.G., FUKS, H., LUCENA, C.J.P. Coordenação de Fóruns Educacionais: Encadeamento e Categorização de Mensagens. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 14., 2003, Rio de Janeiro. **Anais..** Rio de Janeiro, 2003.

KRATOCHWILL, S.; SAMPAIO, D, R. As possibilidades dialógicas do fórum de discussão no ambiente virtual de aprendizagem. **Revista do Centro de Educação e Letras da UNIOESTE**, Foz do Iguaçu, v.8, n.8, p.157-168, jan./jun. 2006.

LINHARES, M. P.; REIS, E. M. Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias de Informação e Comunicação. **Projeto de Pesquisa**, CAPES/SETEC/PROEJA, nov. 2006.

MAGNANI, J. G. C. O (velho e bom) caderno de campo. **Revista Sexta-feira**. São Paulo, n.01, mai. 1997.

MATSUBARA, E. Y., NÉRI, C. R., ROSOLEN, J. M. Pilhas Alcalinas: um Dispositivo Útil para o Ensino de Química. **Química Nova**, v.30, n.4, p.1020-1025, 2007.

MOREIRA, M.A., **Energia, entropia e irreversibilidade**. Textos de apoio ao professor de física, nº9. Porto Alegre, Instituto de Física, UFRGS, 1999.

MORTIMER, E. F. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Química Nova**, v.20, n.2, p.200-207, 1997.

MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H., ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v.23, n.2, p.273-283, 2000.

PAMPLONA, M. H., DUTRA, M. G., LINHARES, M. P., SOUZA, N. dos S., REIS, E. M. Uma Experiência sobre Avaliação de Conteúdo com Fórum no Ensino de Física. In: Análise de avaliação: contribuição de uma ferramenta de fórum para o ensino de física no nível médio, 17., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília, 2006.

REIS, E. M. **Limites e possibilidades de um espaço virtual de aprendizagem no ensino e na formação de professores de Física**. 2008. 354f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais), PPGCN/UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.

REIS, E. M., LINHARES, M. P. Discutindo a Ortodoxia do Currículo de Física em um Ambiente Virtual para Estudos de Ciências. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005.

SAVERY, J. R., DUFFY, T. M. Problem Based Learning: An Instructional Model and Its Constructivist Framework. **Educational Technology**, set./out. 1995. p.31-37.

SAVIANI N. **Saber escolar, currículo e didática: problemas de unidade conteúdo/método no processo pedagógico**, 4.ed. Campinas: Autores Associados, 1994. 192p.

SOUZA, N. dos S. **Desenvolvimento do Espaço Virtual de Aprendizagem – EVA utilizando o sistema gerenciamento de conteúdo XOOPS**. 2008. 140f. Monografia (Tecnólogo em Desenvolvimento de Software), Informática/IFF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.

SOUZA, N. dos S., LINHARES, M. P., REIS, E. M. Uma Experiência sobre Avaliação de Conteúdo com Fórum no Ensino de Física. In: Encontro Internacional Virtual Educa, 7., 2007a, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2007a.

SOUZA, N. dos S., SEPULVIDA, L. M., CABRAL, E. G. D., REIS, E. M. Educando para a ciência: engenharia de um ambiente virtual de aprendizagem. In: Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 59., 2007b, Belém. **Anais...** Belém: UFPA, 2007b.

SOUZA, N. dos S., LINHARES, M. P., REIS, E. M., PAMPLONA, M. H. Contribuições de um fórum na aprendizagem sobre os efeitos do Metano liberado pelos lixões na atmosfera. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 31., 2008a, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2008a.

SOUZA, N. dos S., SEPULVIDA, L. M., LINHARES, M. P., REIS, E. M. Arquitetura de um ambiente virtual de aprendizagem para o ensino de ciências naturais baseada em componentes de software livre. In: Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 60., 2008b, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2008b.

SOUZA, N. dos S., REIS, E. M., LINHARES, M. P. Integração entre Ambientes Virtual e Presencial de Aprendizagem no Ensino de Química: Uma Breve Análise. In: Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 61., 2009a, Manaus. **Anais...** Manaus: UFAM, 2009a.

VALENTE, J. A. O uso inteligente do computador na Educação. **Pátio – revista pedagógica**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.18-21, maio/julho 1997.

VILANOVA, R., MARTINS, I., educação em ciências e educação de jovens e adultos: pela necessidade do diálogo entre campos e práticas, **Ciência & Educação**, v.14, n.2, p.331-346, 2008.