



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Claudio Rejane da Silva Dantas

**AS TIC E A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA:
UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA**

CAMPINA GRANDE - PB

2011

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

D192t Dantas, Cláudio Rejane da Silva.
As TICs e a Teoria da Aprendizagem Significativa
[manuscrito]: uma proposta de intervenção no Ensino de Física. /
Cláudio Rejane da Silva Dantas. – 2011.

141 f. : il.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

“Orientação: Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano,
Departamento de Física”.

1. Ensino de Física. 2. Novas tecnologias na educação. 3.
Aprendizagem. I. Título.

21. ed. CDD 530

Claudio Rejane da Silva Dantas

**AS TICs E A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA:
UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano

CAMPINA GRANDE - PB

2011

CLAUDIO REJANE DA SILVA DANTAS

**AS TICs E A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA:
UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA**

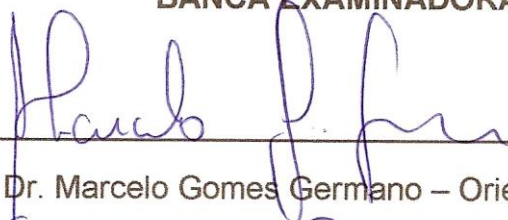
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento aos requisitos necessários a obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Ensino de Física

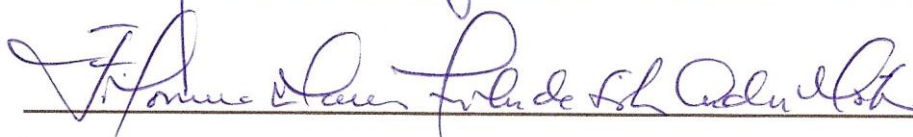
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano

Aprovada em 08 de abril de 2011

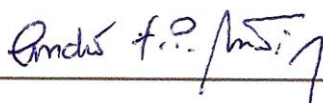
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano – Orientador – UEPB



Prof. Dr.ª Filomena M.ª Gonçalves da Silva C. Moita – UEPB (examinadora interna)



Prof. Dr. André Ferrer P. Martins – **UFRN** (examinador externo)

Dedico:

A linda e pequena Inara, minha filha;

A Angela, minha amada esposa;

Á Mundinha, minha guerreira mãe;

A Emidio, meu eterno pai (In memoriam);

Aos irmãos Cícero, Evandro, Eliano, Claudineide, Sineide e seu esposo Hugo e ao seu filho meu sobrinho querido Arthur Victor;

Ao sogros Aldemir e Rita;

As minhas cunhadas e seus esposos Andréia e Ivanaldo,

Adevaneide e Cícero e seu filho pequeno Alan Vitor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tão infinito e tão pleno em transbordar a sua essência em um eterno gesto de comunicação criadora dando início a toda existência.

Ao Professor Marcelo Germano da UEPB, meu orientador, que com sua sabedoria, simplicidade e experiência ensinou-me que a humildade prevalece acima de tudo.

Agradeço ao seu apoio para que pudesse transcender um pouco as minhas limitações e de seu amparo para não me afogar no mergulho da linguagem do contexto da pesquisa científica.

A Angela, minha amada esposa, que vivenciou todo processo de realização deste mestrado, me fortalecendo em momentos de cansaços das viagens realizadas, de sua compreensão quando dispus de tanto tempo reservado aos estudos e de compartilhar todos os momentos dessa caminhada. A você dedico o meu amor incondicional.

Inara, minha primeira filha que foi gerada concomitante a construção deste trabalho, o presente mais completo neste momento que Deus está proporcionou para toda minha vida. Agradeço a sua vinda para receber nosso amor infinito. Em momentos de tensões na escrita deste trabalho transcorriam meus pensamentos para meu bebê, voltando com mais alegria, mais energia, mais idéias para a construção do texto.

A Professora Filomena Moita da UEPB, pelas preciosas sugestões e orientações dadas na qualificação e Defesa, pelo despertar para a linha de pesquisa escolhida as “Tecnologias da Informação, Comunicação e Cultura Científica”. Agradeço o seu apoio e estímulo e as suas palavras de ânimo nesta caminhada.

Ao Professor André Ferrer da UFRN, como avaliador, realizando uma análise atenta do texto, clareando de forma serena elementos teórico-metodológicos para o aperfeiçoamento do trabalho e norteando encaminhamentos para uma continuidade desta investigação de forma mais refinada e aprofundada.

Ao professor Marco Antonio Moreira da UFRGS, por fazer parte como professor avaliador na qualificação desta Dissertação.

Aos Professores do Mestrado Romulo, Cidoval, Ana Paula, Silvanio, Jean Spinelle, Morgana Freire e Abigail pelos incentivos dados neste percurso e pelas importantes contribuições nas discussões dos saberes das disciplinas.

Aos amigos do mestrado Jair, Ruth, Altamir, Luciano, Neyr, Maria José, Valdir, Helder, Luiz, Bruno Camelo, Áldia, Jéferson, Geraldo, Valdenes, Ricardo, Inácio Mamede, Carlos, Kalina, Kalinka, Carlos, Cícero, Abdon, verdadeiros amigos que encontrei nessa travessia. Estenderam a mão para que pudesse atravessar com segurança essa ponte com segurança.

Agradeço aos alunos que participaram desta pesquisa. Colaboradores que sem eles não seria possível a continuidade deste trabalho, e também por sua confiança em externalizar seus pensamentos para que pudesse interpretá-los. Este trabalho está imbuído de fragmentos de suas vidas e concepções relevantes.

A minha irmã Sineide, atuando como discente do curso de Pedagogia da Universidade Regional do Cariri – URCA, sempre esteve disponível para ouvir minhas idéias e dar suas relevantes considerações para que não desviasse do caminho.

A Dona Beta e seu Alfonso (*In memoriam*) que com o Projeto “Caldeirão das Crianças” que acolheu os menos favorecidos, nos ensinando a importância da solidariedade. Agradeço seus incentivos para que pudesse seguir os meus estudos.

Ao Professor Augusto Nobre, por ser o primeiro a ouvir as minhas idéias logo quando manifestei interesse para o mergulho no estudo no campo do ensino de Física. As suas orientações serviram como mola impulsadora para adentrar no debate do Ensino da Física. Também por me incentivar para que pudesse desenvolver o mestrado.

A Professora Joelma e seu esposo Felipe, primeiro por fazer a minha inscrição no mestrado em Campina Grande, por me oferecer acolhida na casa de sua mãe em momentos difíceis. Pelas palavras de apoio e disposição sempre para qualquer ajuda e pela sincera amizade.

Ao Professor Wilson Hugo, primeiro por me ajudar nas discussões de conhecimentos na disciplina de “Física Clássica” e “Física Moderna” do mestrado e pela sua paciência e interesse em discutir comigo saberes no campo do ensino da Física e por toda motivação dada neste momento.

Aos Professores Eduardo e Mário, pelo apoio e encorajamento, colaborando para que pudesse investir no campo do ensino de Física, pois percebiam o quão tinha interesse.

Aos professores Alexandre e Júlio, pelo apoio e por lutarem por um ensino de ciências mais envolvente nas escolas públicas.

Aos alunos do curso de Física da URCA pela manifestação de apoio e amizade, André, Aninha, Adauto, Carlos Henrique, Adriana, Diego, Cezar, Moésio e Job.

Ao Professor Moacir Epifâneo, sua esposa Fátima e seus filhos Iuri e Iane, por me acolherem como filho em sua morada. Agradeço a paciência do Professor Moacir em me deixar e buscar na rodoviária toda semana. A Fátima pelas deliciosas refeições que preparava antes de fazer a exaustiva viagem para Juazeiro.

A Nadjair, esposa do professor Marcelo e seus filhos Ramon e Ruan pelas palavras de incentivo e pela amizade construída.

Aos ex-diretores Seu Antonio, Nilda e Cristiane, por me ensinarem o significado do que seja o trabalho coletivo, por me ensinarem o valor da luta por um ensino público de qualidade e o respeito aos educandos e professores. E por toda disposição para me ajudar.

A direção da escola Rosa, Marcelo, Liduina e Joana por aceitarem a realização da pesquisa na escola e pela compreensão quando deixava um professor me substituindo quando tinha que ir assistir às aulas das disciplinas em Campina.

A Delegada de Ensino a Professora Edna e a Ouvidora da CREDE 19 a Professora Jose por intercederem por mim na luta a favor de meu afastamento legal pela SEDUC para desenvolver os estudos do mestrado.

A Professora Luiza, pelas palavras de incentivo e por defender que sempre podemos fazer diferente para transpassar modelos curriculares predeterminados e iluminarmos os estudantes para o prazer do aprender a aprender.

A Professora Ana Cleide, que com sua inteligência se dispôs a corrigir gramaticalmente os primeiros escritos, sendo fundamentais para clarear com mais qualidade as idéias presentes nesta pesquisa.

Ao Programa de Pós – Graduação em Ensino de Ciência e Educação Matemática da UEPB, que de forma organizada contribuiu para essa formação acontecer, e seu caráter humanizador recebeu alunos professores de muitos lugares do nordeste. Agradeço a oportunidade e por ser responsável pela concretização deste sonho.

A minha sincera gratidão para todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização deste projeto de vida acontecer.

LISTA DE SIGLAS

UEPB - Universidade Estadual da Paraíba

UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

URCA - Universidade Regional do Cariri

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SEDUC/CE - Secretaria de Educação do Estado do Ceará

CREDE- Centro Regional de Educação e Desenvolvimento da Estudantil

RIVED - Rede Interativa Virtual de Educação à Distância

MEC - Ministério da Educação e Cultura

SEED - Secretaria de Educação a Distância

SEB - Secretaria de Educação Básica

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

1. Introdução

1.1 Trajetórias de formação docente.....	13
1.2 O professor como um pesquisador da sua prática e um constante aprendiz.....	16

CAPÍTULO 2

2. Construindo os caminhos metodológicos

2.1 A natureza da pesquisa.....	24
2.2 O público e o local de pesquisa.....	27
2.3 Os instrumentos de pesquisa.....	28
2.4 O processo de intervenção.....	30

CAPÍTULO 3

3. As TIC e o Ensino de Física, A Teoria da Aprendizagem Significativa e Concepções sobre o conceito de energia

3.1 Ensino e a aprendizagem na era da sociedade da informação e comunicação.....	41
3.2 Reaprendendo a ensinar na atual sociedade do conhecimento.....	46
3.3 A informática e o vídeo: possibilidades de seu uso no ensino de Física.	54
3.4 Aprendizagem Significativa: Organizadores prévios e mapas conceituais.....	57
3.5 O tema sobre “energia” no ensino de Física escolar.....	66

CAPÍTULO 4

4. Análises e interpretações de dados de pesquisa

4.1 O início da intervenção: um olhar docente da situação didática e questionário prévio.....	70
4.2 A formação das equipes de estudo, descrição e análise dos textos construídos.....	78
4.3 Considerações sobre o uso do computador: simulações e animações...	84
4.4 Considerações sobre a aula na sala de vídeo.....	94
4.5 A construção dos mapas conceituais.....	102
4.5.1 Um olhar em uma situação real de sala de aula: apresentação dos mapas conceituais.....	104
4.5.2 Descrevendo e analisando a apresentação de “ <u>seu</u> mapa conceitual”.....	105

CAPÍTULO 5

5. Conclusões

5. Considerações finais.....	124
REFERÊNCIAS	132
ANEXOS	138

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo investigar e analisar a relação entre a abordagem das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e a Teoria da Aprendizagem Significativa, através de uma intervenção enfatizando o conteúdo sobre energia em uma escola pública estadual de nível médio na cidade de Juazeiro do Norte/CE. Utilizamos a abordagem da pesquisa qualitativa, centrando na perspectiva da pesquisa pedagógica, atentando para os instrumentos de coleta o questionário, a entrevista e o diário de campo. As análises e interpretações dos dados foram elaboradas à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa. Foi possível perceber nesta pesquisa a importância dos mapas conceituais como uma ferramenta potencial facilitadora da ocorrência da Aprendizagem Significativa e como instrumento de avaliação. A análise permitiu compreender também que as enunciações dos estudantes a respeito do conteúdo sobre energia, conservação e transformação, auxiliadas pelos recursos da tecnologia, revelaram ser concepções subjetivas incorporadas em sua estrutura cognitiva, emergindo e persistindo em uma linguagem de senso comum que relutantemente prevalece em detrimento ao contexto da linguagem científica. Acreditamos que a pesquisa desenvolvida vem contribuir com o debate sobre a abordagem das TICs e do pensar sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa. O mergulho nesta temática e os resultados desta intervenção possibilitaram a construção de um manual guia como produto que atenda as finalidades do Mestrado Profissional, com o intuito de compartilharmos os debates levantados e os resultados desta pesquisa com os colegas professores das escolas da rede estadual. Além disso, as discussões geradas neste trabalho de dissertação poderão se constituir em referência para nortear orientações sobre as TICs no ensino, a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Construção de Mapas Conceituais em cursos, oficinas e seminários para os professores do nível básico nas escolas da região.

Palavras-chave: TIC. Professor Reflexivo. Aprendizagem Significativa

ABSTRACT

This research aims to investigate and analyze the relationship between the context of Information and Communication Technologies (ICTs) and the Meaningful Learning Theory through an intervention focusing on the energy content in a public high school in the town of Juazeiro do Norte/CE. Initially we will approach qualitative research, perspective center on the pedagogical research, attention for the instruments to collect data the questionnaire, interviews, and diary, we reveal the results of qualitative data analysis, and the interpretations drawn the light of the arguments of Meaningful Learning Theory. It was possible to realize the resources importance of conceptual maps as a potential tool in facilitating the occurrence of Meaningful Learning and as an evaluation tool. This analysis helped to understand that the utterances of the students based on the content on energy conservation and transformation, aided by the resources of technology, proved to be subjective conceptions incorporated into their cognitive structure, emerging and persisting in a language of common sense that reluctantly takes precedence over the context of scientific language. The research undertaken contributes to the debate on the approach to ICT and thinking about the Meaningful Learning Theory. The plunge in this topic and the results of this intervention enabled the construction of a manual guide, a product that meets the goals of the Professional Master, in order to share the discussions and outcome of this research posed with fellow teachers from schools in the state. Moreover, the discussions generated in this dissertation work may constitute a reference guide for guidance on ICTs in education, Meaningful Learning Theory and the Construction of Concept Maps in courses, workshops and seminars for teachers at basic schools in the region.

Keywords: ICT. Reflective teacher. Meaningful Learning

CAPÍTULO 1

Introdução

Os educadores são como as velhas árvores. Possuem uma face, um nome, uma 'estória' a ser contada. Habitam um mundo em que o que vale é a relação que os liga aos alunos, sendo que cada aluno é uma 'entidade' sui generis, portador de um nome, também de uma 'estória', sofrendo tristezas e alimentando esperanças. E a educação é algo pra acontecer neste espaço invisível. Espaço artesanal.

(Rubem Alves)

1.1 Trajetórias de formação docente

Minhas primeiras experiências com o cotidiano escolar remontam ao ano de 1998, ministrando aulas de Física na rede pública de ensino de nível médio como professor temporário, estávamos no quarto semestre do curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Regional do Cariri/URCA, localizada na cidade do Crato no Sul do Ceará. Nesta época não existia um curso de Licenciatura em Física na região, seria necessário o deslocamento para a capital Fortaleza, a 500 km, sendo inviável pelos limitados recursos financeiros da família na época. No curso de Engenharia de Produção Mecânica tive contato com os saberes da Física, que foi bastante significativo para um maior aprofundamento neste campo do saber e ampliação do interesse para seguirmos a área de ensino desta disciplina no nível médio, pela já atuação docente mesmo sem formação específica. Nessa perspectiva, após a conclusão do curso de Bacharelado realizamos seleção para professor de laboratório experimental de Física da escola estadual Liceu de Juazeiro do Norte/CE, onde aceitavam áreas afins. Obtendo aprovação, passamos a atuar no referido laboratório, constituindo um período de vasta aprendizagem, em que tivemos a oportunidade de perceber de forma mais consubstanciada a necessária articulação entre a teoria e a prática no ensino da Física. Neste período participamos ainda de algumas capacitações, a exemplo do curso de Aperfeiçoamento de

Professores do Ensino Médio e Fundamental, na área de Física experimental oferecido pela Secretaria Estadual de Educação do Estado do Ceará (SEDUC/CE), através de seu pólo o Centro Regional de Educação e Desenvolvimento Estudantil (CREDE 19). Com esses cursos pudemos enriquecer ainda mais os conhecimentos no campo do ensino de Física.

Devido ao gosto pelo ensino e o desejo intenso de aperfeiçoamento como professor, decidimos ingressar no curso de licenciatura em Física, sobretudo, porque era essencial para que pudessemos continuar exercendo a docência desta disciplina. Tínhamos conhecimento também de que a graduação em Engenharia de Produção Mecânica não garantia a formação didática para atuação no magistério e também da impossibilidade de participação em concursos desta área. Nesse sentido, ingressamos como graduando no curso “Licenciatura Plena em Física” pela Universidade Estadual do Ceará – UECE, através do Programa Especial de Formação Pedagógica.

Após conclusão da Licenciatura, surgiu um concurso para professor efetivo da rede estadual de ensino. Realizado o concurso e com alegria da aprovação, fomos direcionados para exercer atividade de ensino na Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra, na mesma cidade. Esta escola é considerada uma das maiores do interior do Ceará, com mais de 3000 alunos. Nesta, sempre estivemos empenhados na busca de alternativas de ensino-aprendizagem que resgatassem o interesse dos educandos para o estudo de Ciências.

Em maio de 2007 concorremos à vaga de professor substituto do Departamento de Física (curso de Licenciatura que iniciou em setembro de 2007) na Universidade Regional do Cariri - URCA, no campus de Juazeiro do Norte/CE. Adquirindo a aprovação no processo de seleção pública, passamos a lecionar nesta instituição as disciplinas de: Física II, Física III; Práticas de Ensino de Física I, II e III e Laboratório de Física II e III. Assim, tivemos a oportunidade de contribuir com o processo de formação de futuros professores de física.

No Ensino Médio, tivemos a oportunidade de atuar como Professor Coordenador de Área (PCA) dentro da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Período fértil, pela troca de experiência e aprendizagem com professores de outras disciplinas, evidenciando a elaboração e execução de projetos pluridisciplinares. Em outro momento, fomos convidados a coordenar o Laboratório

de Informática, inicialmente com apenas 20 computadores para o atendimento de todo o universo de alunos e professores. Neste laboratório o acesso a Internet era problemático, com dificuldades de conexão e conseqüente lentidão na realização de pesquisas. Como mediador, nesta função o objetivo principal era auxiliar os professores e estudantes para o uso dos recursos computacionais.

Durante esse período, percebemos o quanto aquele recurso podia contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, mas também constatamos certa resistência de alguns professores e alunos, por motivo evidenciado de não possuírem domínios básicos de utilização desta tecnologia. Foi com essa experiência singular, relativa à utilização dos recursos computacionais no processo educativo que emergiu o interesse embrionário pela pesquisa da prática profissional no ensino de Física em aproximação com a abordagem das Tecnologias da Informação e Comunicação.

Assim, nasceu a força impulsionadora para a necessidade de renovação e continuidade do processo de formação, agora em nível de Pós-Graduação na área de Ensino de Física. Interesse que se alarga a partir do conhecimento, pela Internet, do processo de Seleção ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, localizada na cidade de Campina Grande-PB, a mais de 500 km da cidade de Juazeiro do Norte.

Conseguindo a aprovação, dedicamos intensamente e inteiramente aos estudos propostos em disciplinas que nos fizeram refletir sobre o contexto do ensino e a aprendizagem de ciências em uma perspectiva da didática da ciência, das especificidades do saber de/pela/sobre ciências e um pensar e repensar o ensino de Física como cultura necessária, dentre elas: Teorias da Aprendizagem no Ensino de Ciências; História e Filosofia das Ciências; As Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Ciências (TIC); Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); Física no Ensino Fundamental e Médio e Ciência e seus Públicos. A partir destes estudos, adquirimos (com muita dedicação e empenho) conhecimentos úteis que foram imprescindíveis para o desenvolvimento desse trabalho de pesquisa. Nesse sentido, a linha de pesquisa que nos atraiu foi a abordagem das “Tecnologias de Informação, Comunicação e Cultura Científica”, essencial para a aproximação e construção de nosso objeto de pesquisa.

1.2 O professor como um pesquisador da sua prática e um constante aprendiz

A conjuntura e desafios encontrados na vivência na/da realidade escolar foram fundamentais no sentido de despertar para pesquisa de nossa própria prática, especificamente a busca da relação do ensino de conteúdos de Física com abordagens apoiadas nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Essa preocupação foi fortemente influenciada pelo mergulho no campo de uma epistemologia da prática profissional com intenção de revelar “saberes utilizados realmente pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar todas as suas tarefas” (TARDIF, 2000, p. 10).

É relevante descrever que, diferentemente dos saberes universitários, os saberes profissionais do professor são construídos nas vivências e experiências de atuação no ambiente escolar e são,

saberes trabalhados, saberes laborados, incorporados no processo de trabalho docente, que só tem sentido em relação às situações de trabalho e que é nessas situações que são construídos, modelados e utilizados de maneira significativa pelos trabalhadores [...] querer estudar os saberes profissionais sem associá-los a uma situação de ensino, a prática de ensino e a um professor seria, um absurdo. (*ibid.*, p. 11)

Um fator importante de reflexão despertado no mestrado profissional foi compreender que a formação para o magistério se processa e é continuada pelo exercício da prática docente, permanentemente aperfeiçoada na aproximação vivencial da realidade do cotidiano escolar. E não concluída em um curso de graduação.

Assim, a partir da percepção de um professor/educador atuante no Estado do Ceará, é importante descrever algumas características da realidade complexa do ambiente escolar ainda fortemente marcado: pela organização altamente disciplinar; por uma ementa verticalizada de conteúdos fragmentados e previsíveis; pelo elevado número de alunos em sala (45 a 50 alunos); pela exagerada quantidade de aulas semanais (32 aulas de 50 minutos) e de turmas para o docente (16 turmas); por um mínimo de aula por turma (apenas duas aulas por semana); pela dificuldade de incentivo a formação continuada e muitos outros obstáculos de natureza didática, material e de perceptível desvalorização do profissional educador que infelizmente ainda é marcante no ambiente escolar.

Também foi relevante nesta pesquisa a compreensão do conceito de reflexão-na-ação defendido pelo autor Donald Schon atuante no campo das teorias sobre a epistemologia da prática. Neste sentido, o conceito de reflexão-na-ação é descrito como um processo em que os professores pode aprender à medida que desenvolvem análises e interpretação da sua própria atividade, assim o ensino neste contexto é caracterizado como uma profissão em que “a própria prática conduz necessariamente a criação de um conhecimento específico e ligado a ação, que só pode ser adquirido através do contato com a prática, pois se trata de um conhecimento tácito, pessoal e não sistemático.” (SCHON, 1983, *apud* GARCÍA, 1995, p. 60)

É preocupante sabermos que “mesmo diante de aceleradas mudanças na sociedade provocadas pelo o avanço das tecnologias em todos os setores, no Brasil ainda é emblemático e desafiador, principalmente no campo educacional, o acesso às Tecnologias da Informação e Comunicação”, consistindo ainda em um processo extremamente excludente. Em tal contexto torna-se preocupante saber que apenas “16% da população faz uso da rede mundial de computadores.” (PEREIRA, MOITA, 2007, p. 87).

Como primeiras reflexões, destacamos que o contexto das tecnologias faz parte das várias atividades cotidianas das pessoas, basta observarmos o crescente uso de aparelhos modernos de comunicação e informação como computadores conectados, celulares e os mais diversos tipos de transmissores digitais. Também as redes de comunicação interligam as pessoas dos mais diferentes cantos do mundo e em tempo real. Portanto, não se pode negar que o mundo está globalizado¹ e interconectado por redes digitais, possibilitando a interligação comunicacional e informacional de tudo e de todos em um espaço de tempo cada vez menor e em ritmos de velocidades crescentes.

Desta forma, alertamos para o fato de que essas mudanças provocam alterações no modo de aquisição da informação, exigindo dos indivíduos novas estratégias de seleção das informações e produção do conhecimento, para não correr o risco de afogamento diante de um oceano de possibilidades.

¹“A globalização permeando todas as relações humanas, atividades cotidianas com presença intensa de tecnologias digitais, economia neoliberal com ênfase nos valores financeiros de curto prazo, enormes velocidade de mudanças nos produtos e evolução constante das tecnologias.” (ASSMANN, 2005, p. 84)

Nessa perspectiva, as tecnologias são oriundas do avanço exponencial do conhecimento que vem adentrando lentamente os espaços escolares, apoiando as ações didáticas, mesmo diante de incertezas sobre suas vantagens no processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, “por ser relativamente nova, a relação entre a tecnologia e a escola ainda é bastante confusa”. Com isso surgem perguntas como: “quando usar a tecnologia em sala de aula? Como utilizar esses novos recursos?” (POLATO, 2009, p. 51).

De acordo com Delizoicov (2002, p. 36) o desafio de incorporar à prática docente e aos programas de ensino os conhecimentos de ciência e tecnologia relevantes para a formação cultural dos alunos, ainda é muito grande. Acreditamos que este desafio ainda é maior para os docentes da área das Ciências Naturais, especialmente os professores de Física, pela intensa relação entre a produção do conhecimento desta área do saber e sua aplicação bastante presente na sociedade.

Diante do exposto, acreditamos ser necessário pensar e investigar o uso dos recursos das tecnologias no ensino de Física em um sentido crítico e com pretensões de potencializar suas vantagens, já que, esta realidade tecnológica, de algum modo, invade a realidade dos educandos e está adentrando cada vez mais nas escolas e fora do contexto escolar os estudantes estão em contato direto com a realidade midiática e digital.

Destacamos a seguir algumas sugestões de questões de investigação que serão relevantes para esta pesquisa, extraídas de trabalhos acerca de um programa de pesquisa em ensino de ciências no Departamento de Educação da Universidade de Cornell, sob a coordenação do professor Moreira e Novak, que são: Como introduzir e acomodar tecnologias, como microcomputadores, videocassetes e vídeo na organização escolar? Como fazer com que sejam utilizadas, incorporadas à rotina da escola e da sala de aula? (MOREIRA, 1988, p. 51)

As questões levantadas no estudo acima podem contribuir para elaborarmos outras questões atuais e relevantes, constituindo focos de nossa atenção frente aos desafios inerentes a prática do ensino de Física. Como introduzir e acomodar Tecnologias como o celular, games e simulações no planejamento escolar? E como incorporar à rotina do pensar e do fazer do professor? De que modo o uso das tecnologias poderia proporcionar uma aprendizagem significativa de conceitos no ensino de Física no Nível Médio?

São essas as principais questões que vêm nos inquietando e despertando para um mergulho no campo da pesquisa, numa tentativa de compreender quais as possibilidades e limitações na utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no processo de ensino e aprendizagem.

Desta forma, orientados pelo desejo de ampliar e contribuir com esse campo de estudo, o objetivo geral desta pesquisa é investigar relação entre as Tecnologias da Informação e Comunicação e a teoria da Aprendizagem Verbal Significativa no ensino de Física em um contexto particular que se limita ao estudo do conceito de energia, especificamente o princípio de conservação e transformação de outras formas de energia em energia elétrica.

Desenvolvida em uma escola pública da cidade de Juazeiro do Norte/CE, a pesquisa esteve assentada na realização dos seguintes objetivos: Perceber os saberes prévios alternativos e científicos dos alunos sobre o conceito de energia; Investigar possíveis diferenciações e reconciliações de conceitos sobre o tema, utilizando recursos das TIC, enfatizando principalmente o uso do computador com ênfase nos recursos de simulações e animações e o uso de vídeos através de meios audiovisuais; Investigar como ocorre a atribuição de significados na estrutura cognitiva dos educandos através da ferramenta mapas conceituais como instrumento de avaliação.

Mas por que a escolha do conteúdo energia? Inicialmente por considerar sua abordagem bastante emblemática, pela dificuldade de compreensão e pela constatação da existência de limitações conceituais em livros didáticos que reforçam ainda mais a dificuldade de seu entendimento. Também,

o estudo sobre energia consiste em um conceito central em qualquer matéria das ciências da natureza, por sua dimensão multidisciplinar, por seu caráter globalizador e integrador de outros conteúdos curriculares, assim como por ser um dos temas chaves do currículo de ciências no ensino obrigatório (BAÑAS et. al, 2004, p. 297)

Para reforçar esta dificuldade os alunos em seu cotidiano constroem concepções alternativas, influenciadas pelo que sai nos meios de divulgação midiáticos, muitas vezes distante dos conceitos científicos. E o que nos preocupa é saber que mesmo depois de deixarem o ensino básico seus conhecimentos alternativos prevalecem, e quando solicitados, recorrem para essas explicações.

Nessa perspectiva, efetuamos na revisão de literatura, no último tópico do capítulo III, uma discussão sobre as dificuldades de ensino e aprendizagem do

conceito de energia no Ensino Médio, não só no Brasil, mas em países como a Espanha. Acreditamos serem essas concepções alternativas de suma importância para a compreensão do professor de física sobre a possibilidade de haver mudanças conceituais deste tema para um saber científico, a partir do entendimento das concepções de senso comum construídas pelas experiências feitas provenientes da interferência social em que vivem os estudantes.

Conforme já adiantamos, a teoria subjacente a este estudo foi “a Teoria da Aprendizagem Verbal Significativa”² que serviu como embasamento teórico na descrição, análise e interpretações dos dados desta pesquisa.

Apontamos também que esta pesquisa se enquadra na corrente da Pesquisa Pedagógica pela inspiração aflorada no acúmulo de experiências de atuação como professor de Física da rede pública de Ensino Médio no Estado do Ceará. Foi a partir da vivência e prática docente no espaço complexo da sala de aula que percebemos a necessidade de intervenção urgente no processo de ensino e aprendizagem desta disciplina. É relevante dizer que “a pesquisa pedagógica está confinada à investigação direta ou imediata das salas de aula; segundo, o principal pesquisador em qualquer trabalho de pesquisa pedagógica é o professor cuja sala de aula está sob investigação” (LANKSHEAR; KNOBEL, 2008, p. 14).

Assim, o desafio é a tentativa de inserir os recursos das tecnologias concomitantes ao tratamento de um determinado conhecimento científico escolar da disciplina de Física, amparados pela idéia de aproximar as mídias, as atividades, possibilitando que transitem de um meio para outro, de um formato para o outro, experimentar as mesmas atividades em diversas mídias, trazer o universo do audiovisual para dentro da sala de aula. (MORAN, 2000, p. 31)

Para um maior aprofundamento na construção deste trabalho de pesquisa, adentramos no campo do debate teórico que trata da inserção das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. Principalmente no que tange a ênfase dos recursos computacionais como auxílio às práticas educativas, bem como reflexões sobre a necessidade de renovação e resignificação das formas de ensinar e aprender nesta sociedade da informação e do conhecimento. Dentre os autores que desenvolvem trabalhos investigativos nesse campo, destacamos: Assmann (2000,

² Teoria construída e defendida por David Ausubel quando apresentou em 1963 uma Teoria Cognitiva de Aprendizagem Significativa em oposição a uma aprendizagem verbal por memorização, expresso em sua obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*.

2004, 2005), Kenski (1998), Libâneo (2003), Sancho e Hernández (2006), Levy (1993), Fiolhais e Trindade (2003), Delizoicov (2002), Vianna e Araújo (2006), Moran (2000, 2007), Masetto (2000), Behrens (2000), Moita (2007), dentre outros.

São estudos relevantes para um melhor entendimento da possível relação entre o processo de ensino e aprendizagem e as tecnologias no ambiente escolar. Logo, também constituirão fundamentos que nortearão esta pesquisa e que tem como propósito contribuir com o alargamento destas discussões.

Apesar deste fecundo debate sobre a inserção das tecnologias no ensino de Física de nível médio, e a partir das experiências vivenciadas no meio escolar apontamos que ainda dentro das relações deste cotidiano existem lacunas a serem preenchidas com relação à utilização desta abordagem como recurso didático. Por isso, pretendemos nesta pesquisa contribuir para a ampliação das discussões sobre o uso das tecnologias no ensino de Física, ainda bastante complexo e desafiador, na conjectura de reunir aspectos que tratam de suas possibilidades e limitações em uma situação real de sala de aula.

Neste sentido alimentamos a crença de que não podemos desconsiderá-las no processo de ensino-aprendizagem e sim reconhecer suas contribuições e potencialidades, e questionar suas limitações. Com esse olhar crítico o professor poderia experimentar em sua prática temas no estudo de Física que, estejam vinculados com os recursos de mídias; As discussões conceituais de temas de física expressas em revistas eletrônicas e vídeos; A pesquisa no computador em conexão com a internet; A utilização da modelização e simulação, principalmente para auxiliar temas de tratamento complexo e de árduo entendimento pela maioria dos alunos quando oferecido apenas a aula expositiva e não sendo possível uma aula no laboratório experimental.

Temos o pressuposto de que estas interfaces poderiam contribuir para uma maior contextualização sociocultural do conteúdo. Podendo representar uma motivação para a aprendizagem dos educandos e inclusão de todos os alunos rumo à compreensão do saber científico, necessário, para o auxílio em suas tomadas de decisões em seu cotidiano, assim como a aquisição de conhecimentos básicos de ciências que possam desenvolver um pensamento crítico no sentido de compreender qual o papel da ciência em nossa sociedade, quais os riscos e benefícios proporcionados pelo acelerado avanço das pesquisas científicas e respectiva aplicação técnica imediata dos resultados dessas pesquisas. Também

refletir sobre a necessidade da participação de todos em questões que envolvem as decisões da tecnociência que impactam o cotidiano, na tentativa de superar uma atitude passiva e de conformismo.

Com essa visão, pretendemos como professor/educador pesquisador buscar subsídios que possam atender aos nossos questionamentos sobre como utilizar os recursos das tecnologias para dinamizar o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Física, pois mesmo diante de todas as discussões favoráveis a sua abordagem, existe certo receio na escola para o seu tratamento. Conforme salienta Masetto (2000, p. 138) “toda essa tecnologia provoca o debate a respeito de seu uso, bem como do papel do professor e de sua mediação pedagógica³ no processo de aprendizagem.”

É um desafio também para o professor à procura de novos meios de ensino, no sentido de instigar os alunos para o estudo das ciências naturais, assim poderá estar contribuindo para minimizar o problema da evasão escolar no ensino básico, ou de evitar a exclusão escolar. Vivenciamos, por exemplo, uma problemática de evasão de estudantes no espaço escolar desta pesquisa no período noturno e vespertino, sendo observada a diminuição de turmas, e tendo a promessa eminente da CREDE 19 de ter que acabar com o período noturno por falta de alunos. Levantamos a hipótese de que este problema é uma consequência concreta de uma instrução desestimulante.

Portanto, nesta pesquisa, procuramos através de uma intervenção pedagógica investigar as limitações e possibilidade do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Física. Na hipótese desta abordagem se constituir como um instrumento que venha auxiliar os professores e alunos na busca do entendimento sobre o tema energia. Em síntese, pela intensa confusão em relação ao entendimento deste conceito, especialmente no que tange ao princípio de conservação e transformação. Como já adiantamos anteriormente, para uma melhor explicação da escolha deste tema e servindo de guia neste estudo, procuramos no capítulo de revisão de literatura, descrever alguns estudos desenvolvidos com esse mesmo conteúdo, constituindo fundamentos norteadores em nossa investigação.

³ “Comportamento do professor que se coloca como facilitador, incentivador, ou motivador da aprendizagem, que se apresenta com a disposição de ser uma ponte entre o aprendiz e sua aprendizagem – não uma ponte estática, mas uma ponte ‘rolante’, que ativamente colabora para que o aprendiz chegue aos seus objetivos.” (MASETTO, 2000, p. 145)

Após essa explanação, daremos continuidade ao estudo com mais quatro capítulos. No segundo capítulo será discutido o delinear metodológico fundamental para o necessário planejamento das ações interventivas e uma melhor explicação da escolha da abordagem da pesquisa qualitativa e da pesquisa pedagógica nesta investigação; No terceiro capítulo explicitaremos o contexto que trata das discussões sobre a necessidade de renovação e resignificação das formas de ensinar e aprender nesta sociedade da informação e comunicação, também algumas considerações sobre a informática, o vídeo e as possibilidades de seu uso no ensino de Física, bem como um aprofundamento sobre a Teoria da Aprendizagem Verbal Significativa, com ênfase no conceito de hierarquias conceituais e mapas conceituais. Destacando uma exploração de pesquisas efetuadas que relacionam o entendimento do conceito de energia no processo de ensino e aprendizagem no ensino médio. No quarto capítulo descrevemos a realização das atividades didáticas de intervenção e a análise e interpretação dos dados observados na presente investigação. Por último elaboramos as considerações finais, onde desenvolvemos uma síntese sobre os resultados revelados e interpretados concomitantes as questões centrais levantadas. Em seguida relatamos as contribuições deste estudo em um viés de ampliação das discussões sobre possibilidades e limitações do contexto das Tecnologias da Informação e Comunicação no processo de ensino e aprendizagem no ensino de Física e um pensar sobre a teoria da Aprendizagem Significativa.

CAPÍTULO 2

Construindo os caminhos metodológicos

Tal como noutros períodos de transição, difíceis de entender e de percorrer, é necessário voltar as coisas simples, à capacidade de formular perguntas simples, pergunta que, como Einstein costuma dizer, só uma criança pode fazer mas que, depois de feitas, são capazes de trazer uma luz nova à nossa perplexidade.

(Boaventura Santos)

2.1 A natureza da pesquisa

Este trabalho pode ser inserido no âmbito da abordagem da pesquisa qualitativa. O motivo maior é que esta perspectiva não se limita a busca de respostas para confirmar questões previamente estabelecidas ou de testar hipóteses. Estamos de acordo com o pensamento de Bogdan (1994, p. 16) quando diz que “este tipo de investigação privilegia a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação, recolhendo os dados a partir de um contato aprofundado com os indivíduos”. Neste sentido, na pesquisa qualitativa, e sendo um fator que nos chamou atenção, descreve que “o investigador tenta levar os sujeitos a expressar livremente as suas opiniões sobre determinados assuntos.” (BOGDAN, 1994, p. 17).

Outra justificativa forte para a escolha do campo da pesquisa qualitativa é apresentada pelo seu caráter repetitivo do processo de pesquisa, como descreve Deslauriers e Kérisit (2008, p. 148):

a flexibilidade das regras concernentes à realização do projeto é uma das particularidades da pesquisa qualitativa [...] apresenta um caráter repetitivo e retroativo: nele se encontra a simultaneidade da coleta dos dados, da análise (codificação e categorização, conceituação) e da elaboração do problema de pesquisa, que alguns denominam como modelo de adaptação contínua.

Como foi destacado o aspecto retroativo da pesquisa qualitativa, também não foi diferente o mergulho na revisão de literatura, não se limitando apenas em momentos preliminares do estudo, mas esteve presente em todo processo e sujeito

ao caráter de flexibilidade na construção do objeto de pesquisa. É neste sentido que Deslauriers e Kérisit (2008, p. 148) enfatizam que:

na pesquisa qualitativa, a revisão bibliográfica não se limita à etapa inicial, mas desempenha um papel importante ao longo de toda pesquisa. O pesquisador continuará, em função do movimento de seu objeto, e explorará este ou aquele caminho, para, ao mesmo tempo, delimitar categorias provisórias de análises e atribuir-se pistas de interpretação. A definição progressiva do objeto de pesquisa, bem como a simultaneidade da coleta dos dados e da análise, leva o pesquisador qualitativo a redigir, usualmente, a problemática de sua pesquisa no final! Assim sendo, a revisão bibliográfica evolui ao longo de toda pesquisa.

O tipo de estudo se consistiu em uma abordagem da pesquisa pedagógica, embasado no raciocínio de que a investigação do professor sobre a sua prática poderá contribuir fortemente para o desenvolvimento profissional de seus pares, bem como gerar importante conhecimento sobre os processos educativos, úteis para outros professores, para os educadores acadêmicos e para a comunidade em geral (PONTE, 2002, p. 09). Também,

a pesquisa pedagógica pode contribuir, de forma demonstrável, para melhorar o ensino ou a formação dos alunos. Podendo acontecer de diferentes maneiras. É por meio de sua própria pesquisa que os professores podem ficar atentos ao seu método de ensino, e detectar o que faz com que os alunos tenham um menor rendimento, aprendendo menos do que poderiam. Com essa consciência, podem realizar mudanças criteriosas, colocá-las em prática e melhorar os resultados do ensino. (LANKSHEAR; KNOBEL, 2008, p. 14)

É interessante destacarmos a preocupação colocada por Moreira (1988, p. 44) quando argumenta que “o problema não está em fazer os resultados de pesquisa chegar ao professor, mas em marginalizar o professor na condução da pesquisa.” Desta forma,

a pesquisa em ensino possui metodologias e bases conceituais para prosseguir e progredir; mas, ainda assim, há um problema sério a se resolver: seu distanciamento em relação à sala de aula. É paradoxal que a pesquisa em ensino seja muitas vezes conduzida em situações de sala de aula e, ao mesmo tempo, esteja distante da sala de aula. Ocorre que o pesquisador em ensino é, na maioria das vezes, externo à sala de aula. Mesmo o pesquisador interpretativo, participante, etnográfico – embora imerso no ambiente estudado (no caso, a sala de aula) durante o período de coleta de dados – é, a rigor, um observador externo (MOREIRA, 1988, p. 43).

Assim, neste tipo de investigação o pesquisador é o próprio professor investigando sua prática, estando comprometido com o processo de ensino e aprendizagem de sua turma e buscando inovar sua prática com ênfase em novas metodologias.

De fato, como reconhece Tardif (2000, p.13), “os saberes profissionais dos professores não são somente personalizados, eles também são situados, ou seja, construídos e utilizados em função de uma situação de trabalho particular”. Portanto, neste cenário particular, lentamente vão se moldando saberes práticos do ensinar e aprender Física que, imerso na realidade escolar, em seu cotidiano de desafios para melhoria do processo de ensino e aprendizagem, acreditamos ser de enorme valia para o desenvolvimento desta dissertação.

Colaborando com o pensamento anterior resgatamos o argumento defendido por Donald Schon (1987, *apud* ZEICHNER, 1995) quando descreve diferentes modos de estimular os professores a utilizarem o seu próprio ensino como forma de investigação destinada à mudança de suas práticas.

Nesta perspectiva, a formação de professores centrada na investigação envolve esforços no sentido de encorajar e apoiar as pesquisas dos professores a partir de suas próprias práticas. O ensino é encarado como uma forma de investigação e experimentação, adquirindo as teorias práticas dos professores uma legitimidade que lhes é negada pelo ponto de vista dominante da ciência aplicada. (*ibid*, p. 126)

O despertar para a investigação de nossa prática, como professor reflexivo⁴, mediante este contexto foi também fortemente embasado na ideia de Ponte (2002, p. 09) quando afirma que “é um fator incontornável que os professores estão em situação privilegiada para fornecer uma visão de dentro da escola sobre as suas realidades e problemas”.

Compreendemos que tecemos neste trabalho um retalho da grandeza maior que é a realidade do espaço escolar, concordando com Oliveira (2001, p. 40) quando diz que “a vida cotidiana não pode ser traduzida por meio de explicações gerais a respeito de sua dinâmica e escorregadia riqueza. Organizar e traduzir em

⁴ “Esse conhecimento na ação é o conhecimento na ação é o conhecimento tácito, implícito, interiorizado, que está na ação e que, portanto, não a precede. É mobilizado pelos profissionais no seu dia-a-dia, configurando um hábito. No entanto, esse conhecimento não é suficiente. Frente a situações novas que extrapolam a rotina, os profissionais criam, constroem novas soluções, novos caminhos, o que se dá por um processo de reflexão na ação” (PIMENTA, 2005, p. 19).

linguagem compreensível o que nela ocorre tem sido um desafio para os pesquisadores e estudiosos das mais diversas áreas.”

2.2 O público e o local da pesquisa

O espaço de investigação da presente pesquisa é uma escola pública da rede estadual de ensino do município de Juazeiro do Norte/CE. O estudo foi realizado com uma turma de 3º ano, do turno vespertino, com um universo de 45 alunos. É importante dizer que o início do ano letivo de 2010 ocorreu no dia 05 de abril, este atraso foi devido à existência de uma greve de professores no ano anterior.

Após os esclarecimentos sobre as intenções do presente estudo para a direção da escola e para os alunos, e por meio da adesão voluntária iniciamos a proposta de intervenção. O interesse por uma turma do último ano do ensino médio esteve ligada a hipótese de que os estudantes desta série poderiam apresentar conhecimentos prévios relevantes, devido terem um tempo maior de estudos e vivência na escola.

Portanto, acreditamos possuírem uma maior prontidão para a aprendizagem, bem definida por Ausubel (2003, p. 13) quando diz que,

a maioria dos educadores também aceita, implicitamente, o pressuposto de que existe uma idade de prontidão para todos os tipos de aprendizagem. O adiantamento da experiência de aprendizagem para além da idade de prontidão desperdiça oportunidades de aprendizagem valiosas e, muitas vezes, insuspeitas, reduzindo, assim, de forma desnecessária, a quantidade e complexidade do conteúdo das matérias que se pode dominar num determinado período da aprendizagem escolar.

É relevante pontuar a ideia de Ausubel (*ibid*, p. 13) de que:

quando um aluno é exposto, prematuramente, a uma tarefa de aprendizagem, antes de estar preparado de forma adequada para a mesma, não só não aprende a tarefa em questão (ou aprende-a com muita dificuldade), como também aprende com esta experiência a temer, desgostar e evitar a tarefa.

Então, a escolha por este nível foi motivada pelo fato dos alunos estarem no último ano do Ensino Médio, neste sentido especulamos que os mesmos poderiam

contribuir com as discussões geradas, pois pressupomos existir subsunçores relevantes, tais como idéias, conceitos e proposições em sua estrutura cognitiva referente ao tópico discutido. Os alunos desta turma são filhos de famílias oriundas da classe popular trabalhadora de vários bairros da cidade, no início da intervenção observamos que estavam presentes 22 alunas e 20 alunos.

2.3 Os instrumentos de pesquisa

Para o desenvolvimento desta investigação utilizamos como instrumentos de coleta de dados o questionário estruturado do tipo aberto (anexo 01), a entrevista semi-estruturada, a observação participante com ênfase ao diário de bordo ou notas de campo. Fizemos adiante uma pequena exploração dos significados dessas ferramentas, descrevendo sua importância para esta pesquisa.

Com relação ao uso do questionário aberto seguimos a classificação dada por Youngman (1982, *apud* BELL, 2008, p. 120) relevante em caso de considerarmos necessário “darmos aos informantes a oportunidade de expressar suas opiniões sobre o tema, podendo a resposta esperada ser uma expressão ou um longo comentário que poderá trazer informações úteis.”

Mas qual a finalidade do questionário nesta investigação? Foi pensado para sondar os conhecimentos prévios dos educandos sobre o conteúdo a ser discutido. Esta tentativa de compreensão das concepções prévias dos estudantes foi movida pela a ideia de que nenhum aluno é uma folha em branco em que são depositados conhecimentos sistematizados durante sua escolarização. É nesta perspectiva que Paulo Freire (2005, p. 66) demonstra sua inconformação para o tipo de educação que chama de “educação bancária”,

em lugar de comunicar-se, o educador faz ‘comunicados’ e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção ‘bancária’ da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. Margem para serem colecionadores ou fichadores das coisas que arquivam. No fundo, porém, os grandes arquivados são os homens, nesta (na melhor das hipóteses) equivocada concepção ‘bancária da educação’.

Mas concordamos predominantemente com o argumento de que as explicações dos estudantes e “os conceitos que formou e forma, em sua relação social mais ampla do que a escolaridade, interferem em sua aprendizagem de Ciências Naturais.” (DELIZOICOV *et. al*, 2002, p. 131)

Infelizmente frequentemente no processo de ensino são desconsiderados os saberes prévios dos educandos. Opondo-se a este modelo de ensino Ausubel faz um alerta quando diz que “considerar aquilo que o aluno já sabe é um fator isolado mais importante, influenciando a aprendizagem subsequente”. (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 63)

Diante deste argumento, estamos de acordo com Ausubel (2003, p. 09) quando coloca que:

é provável que as propriedades da estrutura de conhecimentos existentes na altura da aprendizagem (variáveis da estrutura cognitiva) sejam a consideração mais importante. Visto que esta envolve, por definição, o impacto de todas as experiências de aprendizagem anteriores com relevância para os processos de aprendizagem atuais, é co-extensiva com o problema da transferência.

Também utilizamos a entrevista com a orientação de que a mesma poderia ser utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, assim sendo flexível para “permitir ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo.” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 134)

Foram três momentos de realização de entrevistas, a primeira após o uso dos recursos de simulação e animações, a segunda após o vídeo e a terceira efetivada no decorrer da apresentação de mapas conceituais dos alunos. As atividades serão melhor esclarecidas no tópico a seguir que trata do processo de intervenção didática.

Em relação ao diário de bordo é imprescindível em uma investigação qualitativa, pois é a oportunidade de descrevermos todas as situações percebidas durante o período da intervenção. Foram relevantes as leituras de Bogdan e Biklen (1994, p. 150) quando orientam que nas notas de campo “o investigador registrará idéias, estratégias, reflexões e palpites, bem como os padrões que emergem. O relato escrito daquilo que o observador ouve, vê, experiência e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo.”

Descreveremos a seguir as atividades planejadas para a realização da pesquisa de intervenção, enfatizando que todas as ações pensadas e organizadas foram desenvolvidas para uma situação natural de uma aula de Física, diferente de uma investigação em que o pesquisador é alheio ou externo a realidade escolar.

2.4 O processo de intervenção

Para realização da intervenção pensamos inicialmente em seis encontros semanais planejados para o mês de abril a junho de 2010. Diante da flexibilidade e da possibilidade do surgimento de novas questões durante o momento da intervenção, característica da abordagem da pesquisa qualitativa, destacamos que foi necessário acrescentar um encontro totalizando sete no total, isso devido não concluirmos no tempo predefinido. Salientamos que as aulas são de 50 minutos, totalizando, portanto 14 aulas.

Com o intuito neste estudo de irmos além da utilização do livro didático de Física nesta escola⁵ procuramos outras fontes que enfatizavam esta temática, esta decisão esteve amparada por um dos princípios da Aprendizagem Significativa Crítica defendida por Moreira (2005) em que orienta o educador a utilizar materiais diversificados ao invés da centralização em um único livro texto,

aqui estou defendendo a diversidade de materiais instrucionais em substituição ao livro de texto, tão estimulador da aprendizagem mecânica, tão transmissor de verdades, certezas, entidades isoladas (em capítulos!), tão 'seguro' para professores e alunos...Seguramente, há bons livros didáticos em qualquer disciplina, mas adotar um único como livro de texto, vai contra a facilitação da aprendizagem significativa crítica. É uma prática docente deformadora, ao invés de formadora, tanto para alunos quanto para professores." (MOREIRA, 2005, p. 22)

⁵ Os quatro livros didáticos presentes na biblioteca da escola, sendo que o primeiro o atual livro escolhido em consenso entre os professores, adotado e distribuído em caráter de empréstimo para os alunos pela SEDUC/CE em parceria com o Ministério da Educação (MEC):

1. MÁXIMO, Antônio. ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**, v.1 e v.2. São Paulo: Scipione, 2000. (Atualmente é o livro texto que é seguido pelos professores e educandos)
2. PENTEADO, Paulo Cesar. TORRES, Carlos Magno. **Física: Ciência e Tecnologia**, v.1 e v.2. São Paulo: Moderna, 2005.
3. SAMPAIO, José Luiz. CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da Física**, v.1 e v.2. São Paulo: Atual, 2005.
4. GASPARG, Alberto. **Física**, v. único. São Paulo: Editora Ática, 2001.

Assim, no sentido de ampliar o conhecimento dos alunos com relação às fontes de energia necessárias para a geração da energia elétrica e provocar reflexões sobre o conceito de energia e sua transformação selecionamos textos da revista eletrônica “Ciências Hoje”⁶: “A energia em nossas vidas” (pode ser verificado no Anexo 02) e “As hidrelétricas do rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil” (pode ser verificado no Anexo 03). Os textos serviram como orientadores para provocar o debate e também para incentivar a produção de textos pelos estudantes a partir de questões provocadoras. Essas leituras tiveram como interesses subjacentes aprofundar e provocar o debate sobre o conceito de energia, transformação e conservação, assim como o processo de produção da energia elétrica a partir de várias fontes. O incentivo a participação dos alunos nas discussões teve relação com o pensamento de que,

a realização de debates, de grupos de discussão serve para reorientar o processo de construção do conhecimento, novas leituras, interpretações, associações, críticas, de base para os estudos individuais, e de encorajamento para alcançar os alvos estabelecidos coletivamente. E os caminhos pedagógicos dos alunos e dos grupos são referenciais de avaliação contínua da aprendizagem. Mostram os caminhos do pensamento, o mapa mental realizado, e servem para o diagnóstico e a reorientação metodológica do processo. (ASSMANN, 2005, p. 79)

É importante explicitar que nesta investigação pedagógica incentivamos a produção textual embasado no argumento de que,

na fase de produção individual, pode ser proposta a composição de um texto próprio construído com base na pesquisa elaborada pelo aluno e no material disponibilizado pelo grupo. Essa tarefa pode ser realizada em sala de aula ou fora dela. Recomenda-se acompanhar esta fase em sala de aula ou nos laboratórios de informática, uma vez que a qualidade dessa elaboração depende o encaminhamento do projeto. (BEHRENS, 2000, p. 119)

Nesta pesquisa enfatizamos os recursos de simulação para frisar o conceito de indução eletromagnética, conceito da física escolar imprescindível para um

⁶ “Em 1982, foi criada, no Rio de Janeiro, a revista *Ciência Hoje*, da SBPC, com o objetivo de divulgar a ciência, com ênfase especial na ciência produzida no Brasil e com a intenção de aproximar a comunidade científica ao público [...] posteriormente a revista ganhou uma versão eletrônica e o jornal ganhou um informativo diário na Internet.” (MASSARANI; MOREIRA, I; BRITO, 2002, p. 60) <<http://cienciahoje.uol.com.br>>. Acesso em: 03 mar. 2010

entendimento científico da geração da energia elétrica. Mediante as experiências edificadas como professor de Física por mais de 13 anos, com maior parte destes anos com atuação em 3º anos do ensino médio, podemos inferir que a compreensão deste conceito pelos alunos é bastante limitada. Temos a crenças de que o estudo da indução eletromagnética é considerado como uma informação nova para o estudante, pois nota-se que raramente é debatido no contexto do cotidiano. Possuímos a hipótese de que a ênfase aos recursos de simulação poderia se constituir em um recurso potencial para um entendimento mais inclusivo de como é gerada a corrente elétrica.

As simulações são,

representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginários, de sistemas ou fenômenos, elas englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, para sua elaboração é necessário um modelo de uma situação real, modelo este matematizado e processado pelo computador. (MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C., 2002, p. 79)

Para esta intervenção foi importante compreender que as simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de um fenômeno físico real ou imaginário, e que “elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes.” (MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C., 2002, p. 79)

Neste contexto, será utilizado o reservatório de simuladores *PhET*⁷ (Physics Education Technology), para abordar a simulação que se refere à Lei de Faraday⁸ da indução eletromagnética (figura 01). De acordo com Oliveira (2009, p. 158) “o *software PhET* foi desenvolvido pela Universidade do Colorado e é capaz de simular várias situações em diversas áreas do conhecimento, como por exemplo, Física, Química, Matemática, Computação, Circuitos elétricos, entre outros.”

Em seguida, a noção de geração de energia elétrica a partir da: Usina hidrelétrica; Usina termoelétrica; Geração através da energia eólica e Usina Nuclear

⁷ Disponível em <<http://phet.colorado.edu/index.php>>. Acesso em 01 jun. 2009.

⁸ Para Hewitt (2002, p. 424) “a Lei de Faraday estabelece que a voltagem induzida em uma bobina é proporcional ao produto do número de espiras pela taxa com a qual o campo magnético varia no interior das espiras”. Argumenta que Faraday e Henry descobriram que a corrente elétrica pode ser produzida em um fio simplesmente movendo-se o ímã para dentro ou para fora das espiras de uma bobina.

foram debatidos nesta intervenção com o auxílio de animações computacionais. As animações estão dentro da classificação inserida no recurso denominado Objeto de Aprendizagem, descrito como sendo um arquivo digital (imagem, animação, jogo e vídeo) que são produzidos para fins pedagógicos. A intenção dos Objetos de Aprendizagem é proporcionar o primeiro encontro do estudante com o conteúdo a que ele se refere, dentro desta classificação existe as animações, “possibilitando a visualização do fenômeno como ele se apresenta na Natureza, de acordo com a teoria científica que tenta explicá-lo.” (TAVARES *et. al*, 2007-a, p. 25)

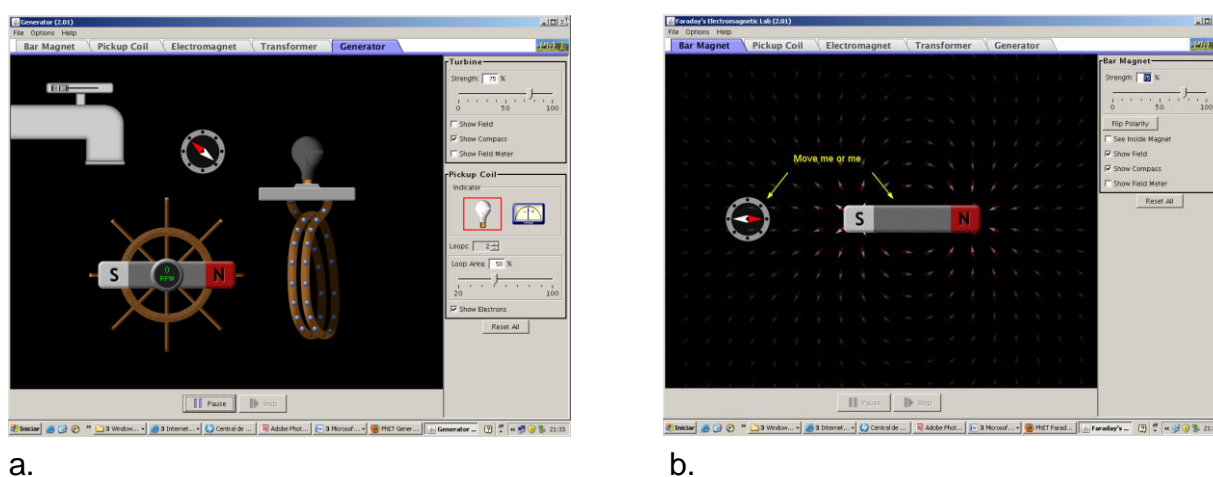


Figura 01: a. Simulador que trata do conceito sobre a indução eletromagnética.
b. Simulador para compreensão das orientações das linhas de campo.

Dentre os Objetos de Aprendizagem, apresentamos animações que tratam de “fonte de energia⁹” (ver figura 02). Depois, enfatizamos uma animação referente à Usina Nuclear¹⁰ (ver figura 03), disponível na Internet através do repositório de Objetos de Aprendizagens RIVED¹¹.

⁹ Disponível em: <www.furnas.com.br/animacoes.asp>. Acesso em: 06 jan. 2010.

¹⁰ Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/2300>>. Acesso em: 01 Mar. 2010.

¹¹ RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação), esse projeto é desenvolvido pelo Ministério de Educação (MEC), pela Secretaria de Educação a Distância (SEED) e Secretaria de Educação Básica (SEB). Tem como propósito “a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de Objetos de Aprendizagem, para as diferentes áreas de conhecimento, no intuito de melhorar as

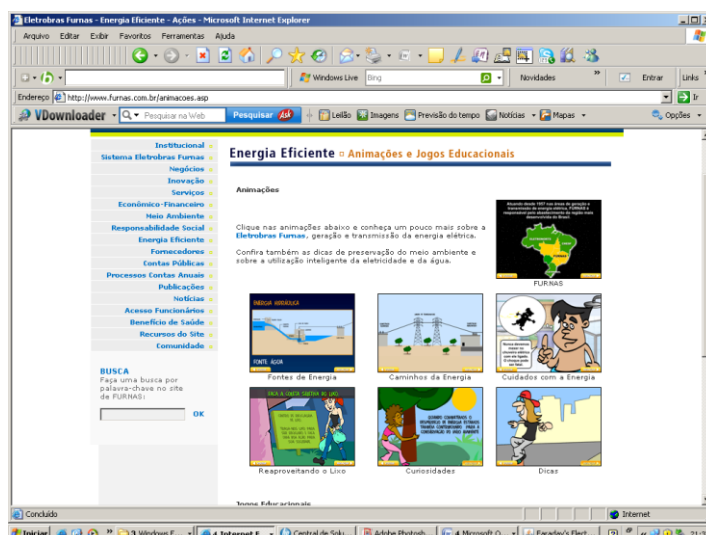


Figura 02: Animações sobre fontes de geração de energia.

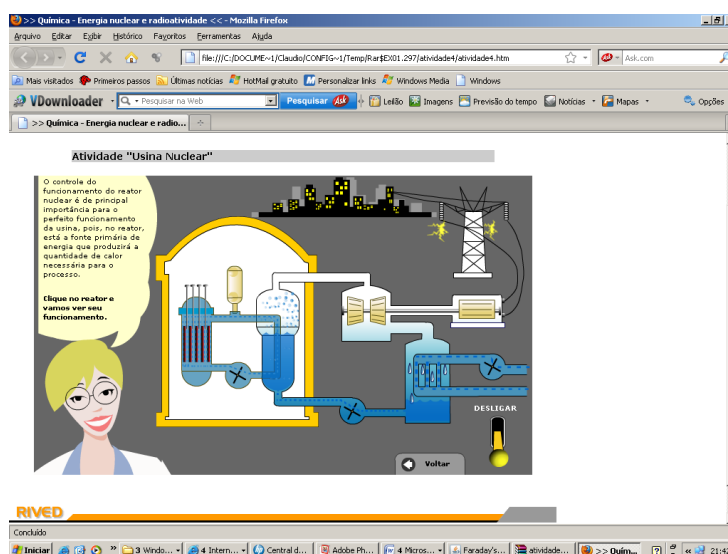


Figura 03: Animação abordando aspectos de uma Usina Nuclear.

Por último, nesta pesquisa foi relevante o uso do vídeo como recurso pedagógico no processo de ensino e aprendizagem de Física. Neste sentido, impulsionado pelas considerações de Moran (2000, p. 39) quando diz que o vídeo é sensibilização, que seria relevante para complementar as discussões de certo assunto, para “despertar a curiosidade, a motivação para novos temas, podendo facilitar o desejo de pesquisa nos alunos.” Desta forma,

condições de ensino/aprendizagem e incentivar a utilização de novas tecnologias nas escolas.” (SILVA; FERNANDEZ, 2007, p. 33)

Mais informações estão disponíveis no site <<http://rived.eprinfo.mec.gov.br>>. Acesso em: 01 mai. 2010.

televisão e vídeos são sensoriais, visuais, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagem que interagem superpostas, interligadas, somadas, não separadas. Daí a sua força. Atingem-nos por todos os sentidos e de todas as maneiras. Televisão e vídeo nos seduzem, informam, entretêm, projetam em outras realidades (no imaginário), em outros tempos e espaços. (ibid, p. 38)

Na sala de vídeo da escola, com apoio de um computador e de um data show, apresentamos aos estudantes deste estudo o documentário “A guerra elétrica”¹² (Sinopse no Anexo 04). Este explora o desenvolvimento no contexto histórico da corrente contínua e alternada frisando seus aspectos teóricos e apresenta processos de geração de energia elétrica a partir de outras fontes de energia. Enfatizamos que este vídeo baixado na internet e de fácil conversão para o formato avi foi importante para aquecer as discussões.

É necessário dizer que após apresentação deste vídeo realizamos uma entrevista que será melhor detalhada no capítulo IV no texto das análises. A escolha da entrevista como instrumento de coleta de dados e os debates gerados durante os momentos da intervenção, foram fundamentais em direção a um incentivo de participação dos estudantes, abrindo espaço para que expressassem suas opiniões relacionadas ao tema discutido no vídeo. É nesta linha de pensamento que destacamos a idéia de que a linguagem,

desempenha um papel importante na verbalização ou na codificação em frases dos novos produtos (conceitos ou proposições) intuitivos ou subverbais que resultam das operações de transformações envolvidas no pensamento. A verbalização de idéias subverbais (expressá-las verbalmente na forma proposicional, em oposição ao último ato de as designar) é um processo de aperfeiçoamento que faz com que se tornem mais claras, explícitas, precisas e bem delineadas (AUSUBEL, 2003, p.100).

O interesse em apresentar o vídeo partiu também da problemática existente em poder realizar uma aula de campo em uma usina de geração de eletricidade, visto que a mais próxima é a usina hidrelétrica de Xingó/AL, que se encontra a mais de 450 km da cidade de Juazeiro do Norte.

Também, foi relevante nesta pesquisa o uso de Mapas Conceituais (ver figura 04) como recurso potencial de avaliação, os mesmos são considerados diagramas de conceitos. Incentivamos os estudantes a elaborarem mapas

¹² Disponível na Internet em <<http://www.fisicanet.com.br>>.

conceituais, na tentativa de percebermos as atribuições de significados pelos alunos sobre o conteúdo discutido.

O mapa conceitual elaborado a seguir no software livre *Cmap Tools*¹³ (figura 04) foi pensado para ser apresentado para turma, pois afirmamos que os educandos desconheciam esta ferramenta como facilitador da aprendizagem. Notamos que estava arraigada a noção de fluxograma e esquemas constituindo seus subsunçores iniciais. Em fim não estavam familiarizados com esta ferramenta.

É importante dizer que todos os alunos construíram seu mapa conceitual, no entanto um estudante de cada equipe apresentou “o seu mapa” para a turma socializando através de uma exposição verbal.

Os mapas conceituais são,

diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos [...] não devem ser confundidos com organogramas de fluxo, pois não implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquia organizacionais ou de poder, são diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquias conceituais, se for o caso. (MOREIRA, 1997, p. 01)

Concordamos com Moreira e Masini (2001, p.55) quando afirmam que “o uso de mapas podem ser usados para dar uma visão prévia do que vai ser estudado e preferencialmente quando o aluno já tem certa familiaridade com o assunto.” Os conceitos expressos no mapa conceitual construído para esclarecer os alunos sobre esta ferramenta teve como apoio o livro de Física conhecido como Grupo de Reelaboração do Ensino de Física-Gref (1998)¹⁴.

O interesse esteve apoiado na possibilidade principal de investigarmos a ocorrência ou não do princípio de diferenciação. Segundo a perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa este princípio poderá colaborar com a aquisição e retenção do conhecimento. Estando amparados na idéia de que,

quando se programa a matéria de acordo com o princípio de diferenciação progressiva, apresentam-se, em primeiro lugar, as idéias mais gerais e inclusiva da disciplina e, depois, estas são progressivamente diferenciadas em termos de pormenor e de especificidade. Esta consciência cognitiva e de sofisticação, quando os seres humanos estão expostos, de forma espontânea, quer a uma área de conhecimentos completamente

¹³ Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/>. Acesso em 15 set 2008.

¹⁴ Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/>.

desconhecida, quer a um ramo desconhecido de um conjunto de conhecimento familiar. Também corresponde à forma postulada, através da qual se representam, organizam e armazenam estes conhecimentos nas estruturas cognitivas humanas. (AUSUBEL, p. 106, 2003)

Dividimos a turma em 7 grupos de estudo, no intuito de distribuir as temáticas sobre as fontes de geração de energia elétrica para uma maior exploração e pesquisa. Foram as fontes de geração de energia elétrica: Energia nuclear; Energia termoelétrica; Energia hidráulica; Energia solar; Energia mecânica; Energia química e Energia Eólica.

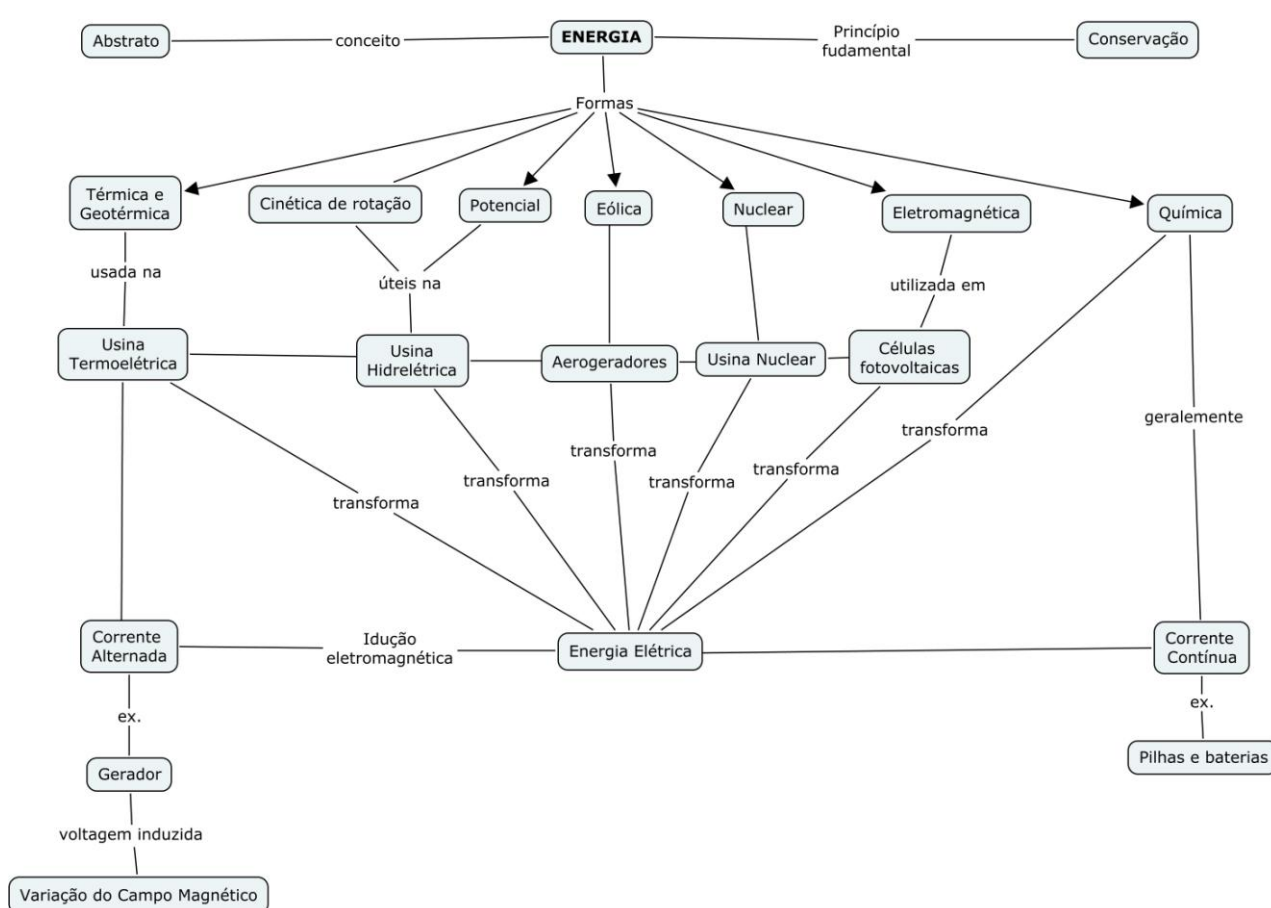


Figura 04: Mapa conceitual sobre energia, construído por Claudio Rejane da Silva Dantas em 15 de Janeiro de 2010.

Já tendo antecipado em linhas anteriores utilizamos como instrumento de coleta de dados a entrevista que foi realizada com um grupo formado por um membro de cada equipe, escolhidos entre eles após o momento de discussões e

consensos. Foram três momentos de entrevistas em que sugerimos, não obrigatoriamente, que fosse escolhido um aluno que não participou das anteriores, imbuído da ideia de que houvesse uma maior participação de todos, na intenção de que pudéssemos evitar a tendência de centralizar a atenção para uma minoria de alunos. Alertando que “a repartição da atenção do professor entre os alunos na sala de aula é um dos mais importantes dilemas éticos constitutivo do ensino” (LAMPERT, 1985, *apud* TARDIF, 2000, p. 17)

Salientamos que com a utilização das simulações, animações na sala de informática e do vídeo na sala de multimeios, assim como as discussões geradas em vários momentos e espaços permitiram um rompimento do modelo estanque de instrução que ocorre somente dentro da sala de aula. Assim, fomos influenciados pelo pensamento de que,

deslocamento são necessários, momentos dos alunos diante das máquinas alternam-se com momentos em que discutem em equipe os resultados de suas interações com o ambiente tecnológico e com outros momentos em que refletem ou se concentram em atividades isoladas, sem os recursos tecnológicos. (KENSKI, 1998, p. 70).

Neste ideário, entendemos que a abordagem das tecnologias implica em uma necessidade de uma reorganização da sala de aula no sentido de permitir uma nova forma de movimentação, solapando o modelo tradicional de sala de aula regido pela organização sistemática dos estudantes em fileiras padronizadas e tendo o professor como único expositor. Esta perspectiva acarreta em “uma nova distribuição de espaço e uma nova relação de tempo entre o trabalho do docente com o discente e o trabalho de cada um deles entre si”. (GATTI, 1993, p. 24)

As sequências de atividades foram desenvolvidas para serem discutidas com todos os alunos da turma, visto que os momentos de discussão do conteúdo serviriam para nortear a avaliação necessária marcada pela obrigatoriedade de apresentar uma nota a secretaria a cada final de bimestre. Reiteramos que para elaborarmos fundamentos que buscassem argumentos na tentativa de busca de respostas para as questões levantadas nesta pesquisa realizamos três entrevistas com um aluno por equipe de estudo, assim foram sete estudantes que participaram de cada entrevista.

É preciso explicitar que à pesquisa qualitativa subjaz um caráter de flexibilidade e de mudanças no processo de intervenção inicialmente pensado. Então, apesar dos momentos previsíveis da intervenção o planejamento sofreu alterações devido ao surgimento de novas questões, tais como, a necessidade de estendermos os encontros, a exigência de explicar mais detalhadamente para os estudantes os mapas conceituais e a exigência de aprofundarmos os conceitos sobre a temática. Diante disso, elencamos a seguir as etapas sucintas da intervenção:

1º encontro

- Apresentações dos alunos e do professor, esclarecendo as intenções da pesquisa;
- Aplicação do questionário1: Individual (Anexo 1);
- Apresentação do significado de “mapas conceituais”.

2º encontro

- Definição das equipes de estudo; Realização do sorteio dos temas; Esclarecimento dos objetivos e metodologia de trabalho.

TEMAS: Energia solar, energia eólica, energia nuclear, energia elétrica, energia mecânica, energia térmica e energia química.

- Discussão em sala dos textos da revista Ciência Hoje (disponível na Internet) e atividade de pesquisa.

3º encontro

- No laboratório de informática ver o conceito de indução eletromagnética, lei de Faraday, através do simulador *PhET*.
- No laboratório de informática ver os objetos de aprendizagem (as animações) que trata das usinas geradoras de eletricidade.

1º Entrevista

4º encontro

- Apresentação do vídeo: “A guerra elétrica”
2ª entrevista

5º, 6º e 7º encontros

- Apresentações dos alunos do tema sorteado, fazendo uso da ferramenta “mapas conceituais” no quadro e concomitante a 3º entrevista que tinha relação com a apresentação dos mapas conceituais.

CAPÍTULO 3

As TIC e o ensino de Física, A teoria da Aprendizagem Significativa e Concepções sobre o conceito de energia

Antes de qualquer tentativa de discussão de técnica, de materiais, de métodos para uma aula dinâmica assim, é preciso, indispensável mesmo, que o professor se ache 'repousado' no saber de que a pedra fundamental é a curiosidade do ser humano. É ela que me faz perguntar, conhecer, atuar, mais perguntar, re-conhecer

(Paulo Freire)

3.1 Ensino e a aprendizagem na era da sociedade da informação e comunicação

Diante dos notáveis avanços no campo da ciência, a humanidade caminha em uma direção de exacerbado crescimento tecnológico e neste novo cenário verifica-se uma crescente intromissão de vários artefatos e produtos tecnológicos na sociedade, incentivando o consumo exagerado e causando mudanças radicais na forma de viver, nos hábitos e costumes tradicionais, também na forma de pensar e agir das pessoas e repercutindo principalmente na maneira de aquisição do conhecimento. Segundo Kenski (1996, p. 128):

as alterações ocorridas a partir do avanço da tecnologia invadem o nosso cotidiano e as facilidades de comunicação e informação advindas desses avanços traduzem-se em mudanças irreversíveis nos comportamentos pessoais e sociais.

Nesse contexto, a informação que antes era relegada a poucos que frequentavam os espaços formais de ensino, hoje passa a circular nos meios digitais, de forma veloz e com alta capacidade de obsolescência. Neste sentido Assmann (2000, p. 8) define “a sociedade da informação como a sociedade que está atualmente a constituir-se, na qual são amplamente utilizadas tecnologias de armazenamento e transmissão de dados e informação de baixo custo.”

É salutar refletir que os seres humanos em sua constituição e formação estiveram marcados por várias eras. Inicialmente a sua sobrevivência estava

relacionada a tirar da natureza o essencial para a sua subsistência, criando tecnologias para subsidiar suas ações. Assim,

quando os nossos ancestrais pré-históricos utilizaram-se de galhos, pedras e ossos como ferramentas, dando-lhes múltiplas finalidades que garantissem a sua sobrevivência e uma melhor qualidade de vida, estavam produzindo e criando tecnologias. (KENSKI, 1998, p. 59)

Posteriormente o homem desenvolve a técnica de produção manufatureira, em que possuía o controle global dos processos das etapas de produção, gerando produtos e ferramentas artesanais com intuito de melhorar sua vida, mas tendo como pretensão obter o controle da natureza em sua volta. Com o advento da era industrial ocorre à divisão do trabalho, movido pela tendência de produção acelerada, dando origem a especialização do trabalho, em que o trabalhador é treinado para dominar apenas uma parte do processo de fabricação, se distanciando e sendo alijado do conhecimento do todo. Como consequência observa-se o acentuado domínio e extravios dos recursos naturais, alargando a exploração da natureza a qualquer custo, mesmo tendo o homem consciência dos prejuízos.

Nesta linha cronológica vivenciamos a era das Tecnologias da Informação e Comunicação provenientes dos resultados das pesquisas no campo do conhecimento científico e da sede do desvendamento do mistério da natureza pelo homem, assim como o acentuado extravio de seus recursos. Assmann (2000, p. 9) argumenta que:

as tecnologias tradicionais serviam como instrumentos para aumentar o alcance dos sentidos (braço, visão, movimento etc). As novas tecnologias ampliam o potencial cognitivo do ser humano (seu cérebro/mente) e possibilitam mixagens cognitivas complexas e cooperativas.

Nesta perspectiva, mas com propósitos que vão muito além das necessidades humanas, observa-se uma crescente entrada de novos produtos tecnológicos na sociedade, dentre eles: O computador; os celulares cada vez mais sofisticados, agregando várias outras funções além da de comunicação; produtos eletrodomésticos; automotivos e uma infinidade de outros artefatos que, orientados unicamente pelos interesses de mercado têm conduzido o planeta a níveis inestimáveis de depreciação.

Concordamos com Alves (1993, p. 96) quando diz “que a produção de coisas boas, duráveis, que podem ser facilmente consertadas, é contrária aos

interesses de uma economia que depende para sua expansão, da venda dos produtos novos.”

Neste progresso econômico, a circulação da informação está cada vez mais presente e com um grau de velocidade e fugacidade nunca visto antes. Neste processo, ninguém lembra que, por trás de uma conversa banal de mais de uma hora através de um aparelho celular, muitos esforços tecnológicos estão envolvidos e, por conseguinte, alguma nova exploração ambiental está em jogo. Infelizmente, a única avaliação que se faz, está relacionada ao preço das tarifas e do aparelho.

E quais as implicações destas mudanças para o meio educacional, particularmente o ensino de ciências? Especialmente o ensino de Física, como um campo de saber das ciências naturais e uma das áreas responsáveis por alavancar este desenvolvimento tecnológico. Quais os impactos na forma de transmissão, assimilação e construção dos saberes para as novas gerações? Que desafios são atribuídos ao papel do professor de Física e do aluno diante deste quadro? Que metodologias estão sendo utilizadas para se fazer um elo entre a ciência atual e os saberes escolares, com fins de superação de uma prática tradicional de transmissão do conhecimento científico como um produto já engessado e consolidado, com a visão de uma ciência única e responsável pela resolução dos problemas da humanidade? Será que uma maior ênfase aos recursos das tecnologias no processo de ensino de Física poderá constituir uma ferramenta potencial nas formas de aprendizagens dos educandos? Será que a entrada das tecnologias na escola poderá influir nas intervenções didáticas do professor de Física e promover uma Aprendizagem Significativa?

São essas questões que nos inquietam, sobretudo, quando constatamos a intrusão das tecnologias como as TIC's na escola, mesmo de forma lenta comparada com o avanço exponencial desse contexto, ao mesmo tempo em que observamos o desprezo e o temor da maioria dos professores para o seu uso como recurso didático.

Por tecnologias em educação,

estamos entendendo o uso da informática, do computador, da Internet, do CD-ROM, da hipermídia, da multimídia, de ferramentas para a educação a distância – como *chats*, grupos ou listas de discussões, correio eletrônico etc. – e de outros recursos e linguagens digitais de que atualmente dispomos e que podem colaborar significativamente para tornar o processo de educação mais eficiente e mais eficaz (MASETTO, 2000, p. 152).

Portanto, neste capítulo objetivamos mergulhar nas discussões em torno do atual e reconhecido desafios da integração das tecnologias na educação e, a partir desta discussão, construir estratégias didáticas para uma compreensão de nossos questionamentos sobre as limitações e possibilidade do uso das tecnologias no espaço escolar. Procurando articular este debate com nosso objeto de estudo em nossa proposta de intervenção no espaço de uma escola pública do interior do Ceará, já mencionada em capítulos anteriores.

Inicialmente iremos provocar o debate sobre a necessidade de mudanças na relação didática entre professor-aluno-conhecimento que, neste novo contexto de amplo avanço técnico-científico deverá sofrer profundas transformações, principalmente no que se refere ao modelo ainda existente de ensino disciplinar e propedêutico. Neste sentido os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio) reconhecem que já temos alguns importantes pontos de partida, mas que ainda restam grandes obstáculos no caminho de uma nova escola. Entre estes obstáculos destaca:

a tradição estritamente disciplinar do ensino médio, de transmissão de informações desprovidas de contexto, de resolução de exercícios padronizados, heranças do ensino conduzido em função de exames de ingresso à educação superior. (BRASIL, 2002, p. 11)

Esta lógica disciplinar é bem definida por Tardif (2000) como monodisciplinar, altamente fragmentada e especializada, em que as disciplinas não possuem relação entre elas, constituindo por unidades autônomas fechadas em si mesmas e de curta duração, conseqüentemente tendo pouco impacto sobre os estudantes.

É oportuno comentar que as idéias positivistas promoveram de acordo com Boaventura Santos (2009, p. 74) “a segregação ilimitada da realidade na tentativa de simplificá-la para poder compreendê-la”, justificando a exagerada disciplinarização das matérias escolares, assim como a partimentalização dos conteúdos. Destacamos a seguir seu argumento sobre “o dilema básico da ciência moderna”,

o seu rigor aumenta na proporção direta da arbitrariedade com que espartilha o real. Sendo um conhecimento disciplinar, tende a ser um conhecimento disciplinado, isto é, segrega uma organização do saber orientada para policiar as fronteiras entre as disciplinas e reprimir os que as quiserem transpor. É hoje reconhecido que a excessiva parcelização e disciplinarização do saber científico faz do cientista um ignorante especializado e que isso acarreta efeitos negativos. (*ibid*, 2009, p. 74)

Destoando este modelo que rege a organização das disciplinas na escola aproximamo-nos do argumento de Moran (2007, p.41) quando diz que “o ser humano é, a um só tempo, físico, biológico, psíquico, cultural, social, histórico”, e enfatiza que esta visão complexa da natureza humana é dissolvida no meio educacional através das disciplinas.

Com relação ao programa a ser cumprido pelos professores, Rubens Alves faz uma reflexão interessante quando diz que,

o conhecimento é uma árvore que cresce da vida. Sei que há escolas que têm boas intenções...Mas as suas boas intenções são abortadas porque são obrigadas a cumprir o programa. Programas são entidades abstratas, prontas, fixas, com uma ordem certa. Ignoram a experiência que a criança está vivendo. Aí tenta-se produzir vida a partir dos programas. Mas não é possível, a partir da mesa de anatomia, fazer viver o cadáver. (ALVES, RUBENS, 2001, p. 49)

Pensando sobre o ensino de Física no nível básico, é notório dizer que o mesmo encontra-se marcado por um ensino extremamente teórico e distante dos acontecimentos sociais, e os currículos, durante a abordagem dos conteúdos, não discutem a possibilidade do uso das tecnologias já largamente presentes no mundo dos estudantes.

Por outro lado, ainda permanece a convicção de que os produtos das tecnologias não estão acessíveis a todos, consolidando no espaço da escola o processo de exclusão já iniciado na sociedade. Neste particular, concordamos com Paulo Freire de que nada justifica a minimização dos seres humanos e o avanço da ciência e/ou da tecnologia não pode legitimar uma ordem desordeira em que só as minorias do poder esbanjam e gozam enquanto as maiorias enfrentam dificuldades para sobreviver e enfrentar o manhoso discurso fatalista de que a realidade é assim mesmo e que a fome e a desigualdade é uma fatalidade do século (FREIRE; 1996).

Esta nova realidade nos impulsiona a desenvolver alternativas urgentes de ensino e aprendizagem da disciplina de Física, sobretudo, a possibilidade de utilizar os recursos das “tecnologias” para uma investigação de seu potencial, ou não, nas relações de ensino e aprendizagem. Neste capítulo, reforçamos as nossas pretensões de propor a utilização dos recursos das tecnologias da informação e comunicação para subsidiar o professor de Física no estudo de fenômenos que exigem um maior nível de abstração pelos educandos, em que seria complexa a

utilização de uma experimentação ou construção de um modelo em laboratório de ciências. Destacamos também que ainda são efêmeros os resultados de pesquisas que mostrem os impactos na qualidade da aprendizagem quando, no processo de ensino, recorre-se a utilização das tecnologias.

É importante dizer que não é com o uso das tecnologias que resolveremos todos os problemas educacionais no ensino de Física. Para Masetto (2000, p. 139) ela “poderá colaborar, no entanto, se for usada adequadamente, para o desenvolvimento educacional de nossos estudantes”. Consideramos também as idéias de Paulo Freire (1996, p. 32) quando se refere a uma prática educativa-progressista, orientada por uma curiosidade crítica, insatisfeita e indócil.

... curiosidade com que podemos nos defender de ‘irracionalismos’ decorrentes do ou produzidos por certo excesso de ‘racionalidade’ de nosso tempo altamente tecnologizado. E não vai nesta consideração nenhuma arrancada falsamente humanista de negação da tecnologia e da ciência. Pelo contrário é consideração de quem, de um lado, não diviniza a tecnologia, mas, de outro, não há diaboliza. De quem a olha ou mesmo a espreita de forma criticamente curiosa.

Como proposta de um conteúdo específico para efetivação da intervenção pedagógica, decidimos tratar o tema sobre energia, já exposto no capítulo anterior, por constatarmos problemas conceituais na linguagem expressa nas concepções dos estudantes, professores e no próprio livro didático. O que nos despertou para ênfase neste tópico foi a constatação de uma confusão e contradições de entendimentos sobre o significado do conceito de energia e seu princípio de conservação entre professores e alunos no modelo convencional de ensino e aprendizagem. Observamos também, através de uma análise teórica, que os próprios livros textos usados como único recurso didático pelo professor, possuem definições divergentes sobre este assunto que, muitas vezes, contribuem para reforçar as idéias prévias dos estudantes, mas destacamos que esta problemática exigiria um estudo aprofundado através de análises de livros didáticos de Física que são adotados nas escolas, que não será objeto de estudo nesta investigação, podendo ser uma temática que poderá gerar outro trabalho de dissertação.

3.2 Reaprendendo a ensinar na atual sociedade do conhecimento

A escola surge na sociedade como espaço privilegiado, com a função de permitir a transmissão pelos professores dos conhecimentos conquistados pela

humanidade as novas gerações, sendo os alunos receptores deste saber. Em toda sua história sempre foi necessário o deslocamento das pessoas para o espaço escolar, entidade organizada, formal, sendo os professores os donos da informação e responsáveis pela transmissão do saber sistematizado, imprescindível para garantir a formação do educando de modo a poder adquirir conhecimentos acumulados pela humanidade no percurso da história. Neste ínterim,

este modelo de escola – de aluno, de professor, de ensino – é relativamente recente, se considerarmos a história da humanidade; e é, também, extremamente antigo e conservador, se considerarmos as transformações ocorridas nos conhecimentos e na sociedade como um todo no último século e, principalmente, nas últimas décadas. (KENSKI, 1996, p. 128).

Percebe-se atualmente uma acelerada transformação da sociedade em todos os setores, influenciada pelos avanços e aplicações da ciência, resultando velozmente em uma inserção de meios tecnológicos nos ambientes sociais provocados por empresas especializadas e com enormes interesses econômicos. Mas, conforme o alerta de Assmann (1994), o recorte da clientela para a qual as empresas planejam a economia corresponde a cerca de 10 % da população mundial. Então observamos neste quadro o crescente número de excluídos neste processo de modernização.

Não estamos de acordo com a perspectiva da questão de adaptação ao sistema que todos devemos seguir sem questionar, em direção ao desconhecido, mas um elemento de discussão e conscientização contínua sobre os efeitos desta modernidade para humanidade. É preciso que o educador esteja atento para não cair mesmo inconsciente no discurso neoliberal fatalista e imobilizante da idéia de contribuir com a adaptação dos educandos ao jogo do sistema de mercado. Esta ideologia está fundada na premissa de que apenas existe uma saída para a ação educativa que é de adaptar os educandos a esta realidade que segundo seu discurso é que não pode ser mudada, impondo a ordem de que se precisa, por isso mesmo, é o treino técnico indispensável à adaptação do educando, à sua sobrevivência. (FREIRE, 1996).

Observa-se que mesmo sem serem consultadas as pessoas se deparam no meio em que vivem com produtos da tecnologia, modificando suas formas de pensar, de viver e agir neste mundo. A questão é que de certa forma existe uma centralização dos saberes produzidos no campo da ciência, ficando uma minoria

detentora do conhecimento e suas riquezas, e uma maioria como sujeitos passivos e excluídos. Nesta visão,

para que sejam aproveitadas todas as vantagens econômicas e sociais do progresso tecnológico e melhorada a qualidade de vida dos cidadãos, a sociedade da informação deve assentar nos princípios da igualdade de oportunidades, participação e integração de todos, o que só será possível se todos tiverem acesso a uma quota parte mínima dos novos serviços e aplicações oferecidos pela sociedade da informação. (ASSMANN, 2000, p. 9).

Concordando com Assmann que o caráter democrático da sociedade da informação deve ser reforçado e que não é legítimo abandonar os mais desprotegidos e deixar criar uma classe de info-excluídos, defendendo que é imprescindível promover o acesso universal à info-alfabetização e à info-competência.

É nesta perspectiva que estamos pensando em uma resignificação e renovação do papel da escola mediada pelos recursos tecnológicos que está cada vez mais presente dentro dela. É necessário que os educadores percebam com um olhar crítico a utilização destes aparatos tecnológicos em sua prática de ensino, refletindo e pesquisando sua melhor relação com o conteúdo. Neste sentido, estudos revelam que o uso cada vez maior das tecnologias nas atividades desenvolvidas no processo de ensino-aprendizagem se apresenta atualmente como uma das principais possibilidades de transformação para o trabalho desenvolvido no campo educativo, relatando profundas possibilidades de ganho de qualidade para o mesmo (ARAÚJO, 2009).

Em detrimento ao exposto acima, percebe-se que a escola vem sofrendo uma perda de identidade diante de sua responsabilidade de formação dos educandos. Principalmente pela mudança nas formas de aquisição do conhecimento, se antes buscava-se a escola para obtenção da informação e produção de conhecimento, na sociedade atual é a informação que está se deslocando até as pessoas, impulsionada veloz e fugaz pela presença das tecnologias.

Diante desta realidade, é necessário refletirmos sobre a ideia de que a educação não se limita ao espaço escolar, mas ocorre em várias outras esferas sociais, como sinaliza Libâneo (2003, p. 26):

a escola precisa deixar de ser meramente uma agência transmissora de informação e transformar-se num lugar de análises críticas e produção da informação, onde o conhecimento possibilita a atribuição de significados à informação. Nessa escola, os alunos aprendem a buscar a informação (nas aulas, no livro didático, na TV, no rádio, no jornal, nos vídeos, no computador etc), e os elementos cognitivos para analisá-la criticamente e darem a ela um significado pessoal.

Diante disso, podemos indagar: com a inserção crescente das tecnologias na educação ainda será necessária a presença do professor? Pois, se observa nesta nova era da sociedade do conhecimento que a informação, descrita como matéria prima do ato de aprendizagem, está acessível nos diversos meios digitais. Recorremos para resposta a essa questão a embasamentos teóricos de autores que tratam das tecnologias no ensino, revelando que a função do professor/a competente não está ameaçada, mas aumenta em importância. Sendo que sua “função já não será o da transmissão de saberes supostamente prontos, mas o de mentores e instigadores ativos de uma nova dinâmica de pesquisa-aprendizagem.” (ASSMANN, 2000, p. 08)

Assim, destacamos nesta sociedade da comunicação e informação uma reelaboração do papel do professor, em direção a uma urgente resignificação de sua função e a necessária exigência de formação inicial e continuada para esta realidade, pois, como lembra Preto (2001, p. 42),

... o que apontamos nessa era de informação é para o novo papel do professor, que detém um novo meio de comunicação. Com a posse dessa nova tecnologia, seu saber se amplia, podendo usufruir de cursos on-line, bibliotecas e laboratórios virtuais, *softwares* educacionais, exercícios de autocorreção, animações e simulações, porém meros auxiliares do processo educacional.

Nessa perspectiva, o professor seria um gestor neste processo, facilitador da construção do conhecimento, na tentativa de romper com o modelo descontextualizado de ensino que exige do aluno apenas a memorização de conceitos, fórmulas e expressões que muitas vezes não fazem nenhum sentido para eles.

Um ensino baseado em respostas transmissivas primeiro pelo professor para o aluno nas aulas e, depois, do aluno para o professor nas provas, não é crítico e tende a gerar aprendizagem não crítica, em geral mecânica. Ao contrário, um ensino centrado na interação entre professor e aluno enfatizando o intercâmbio de perguntas tende a ser crítico e suscitar a aprendizagem significativa crítica. (MOREIRA, 2005, p. 20)

Neste contexto das TIC exige-se uma nova dinâmica na relação professor e aluno, no sentido de que,

professores e alunos construindo juntos novos mundos de significações e cabe ao professor ajudar na aprendizagem de conteúdos e de ser um elo para uma compreensão maior da vida. Mas, o grande desafio desta interação é despertar a curiosidade do próprio professor e motivar os alunos a continuar aprendendo quando não estão em sala de aula. (DELCIN, 2005, p. 68)

Então é ainda mais significativa a presença e atuação do professor como mediador entre o conhecimento e o aprendiz, afastando-se de um ensino por memorização e reprodução para uma resignificação e reconstrução do saber, em direção a uma perspectiva pessoal e em um sentido do bem coletivo. No entanto, continua sendo evidente e urgente a necessidade de almejarmos junto às políticas educacionais uma melhoria das condições de trabalho do professor, de melhores salários, de uma boa formação inicial e de uma formação de qualidade em exercício. Neste sentido, com a abordagem das tecnologias, acreditamos aumentar as exigências para uma melhor qualificação do professor, especialmente pela necessidade de ajustar sua didática às novas realidades da sociedade. De acordo com Libâneo, o novo professor precisaria, no mínimo,

de uma cultura geral mais ampliada, capacidade de aprender a aprender, competência para aprender a agir na sala de aula, habilidades comunicativas, domínio da linguagem informacional, saber usar meios de comunicação e articular as aulas com as mídias e multimídias (LIBÂNEO, 2003, p. 10).

Sayão e Aquino (2004, p. 120) descrevem suas inquietações quando diz que “os alunos adoram a escola e detestam as salas de aulas, sendo um desperdício histórico”, apontando a necessidade de encontrarmos saída para fazer o passe para essa geração mais nova, designada como geração digital. Também contribuindo com essa discussão Candotti (2002, p. 23) nos chama atenção quando afirma que “cabem a nós, educadores, e não aos alunos, a responsabilidade e o trabalho de adaptar o que queremos ensinar às condições locais em que vivem e se movem os nossos alunos.”

Mas é necessário dizer que é marcante ainda a precariedade de recursos das TICs nas escolas, tais como, uma sala de vídeo, uma sala de informática conectada à Internet, laboratórios de ciências e de instrumentação. Neste sentido,

...o ensino de ciências é, em geral, pobre de recursos, desestimulante e desatualizado [...] as deficiências graves em laboratório, bibliotecas, material didático, inclusão digital e outras só fazem tornar mais difícil o quadro. Se nosso ensino médio sofreu expansão acelerada nos últimos anos, ainda assim uma parcela muito pequena de brasileiros conclui esta etapa (MOREIRA, I., 2006, p. 13).

Acreditamos que esta realidade pode favorecer ainda mais para uma resistência dos professores a esta nova possibilidade. O que observamos no meio escolar que atuamos, EEM Governador Adauto Bezerra, é que há uma relação de competitividade entre a hierarquia de saber dos professores e as tecnologias, mas representada por um temor dos professores em serem diminuídos ou substituídos nesta relação, em detrimento a um entendimento de perceber as tecnologias como mais uma oportunidade instrucional de estímulo a aprendizagem. Desse modo,

a resistência de muitos (as) professores (as) a usar soltamente as tecnologias na pesquisa pessoal e na sala de aula tem relação com a insegurança derivado do falso receio de estar sendo superado/a, no plano cognitivo, pelos recursos instrumentais da informática. Neste sentido, o mero treinamento para o manejo de aparelhos, por mais importante que seja, não resolve o problema. Por isso, é sumamente importante mostrar que a função do/a professor/a competente não só não está ameaçada, mas aumenta em importância. Seu novo papel já não será o de transmissão de saberes supostamente prontos, mas o de mentores e instigadores ativos de uma nova dinâmica de pesquisa-aprendizagem. (ASSMANN, 2000, p. 07)

Então pelas considerações expostas e também alicerçadas pela experiência de intervenção utilizando recursos das TICs no estudo de um conteúdo da disciplina de Física enfatizaremos algumas reflexões a respeito do novo papel do professor. O professor que até então estava agarrado a um modelo de transmissão do conhecimento como um produto acabado e inquestionável, se sente abalado diante da necessidade de mudança deste papel, pois neste novo contexto das tecnologias, a informação veloz e fugaz, sinaliza-se para uma necessidade de uma formação reflexiva, seletiva, de negociação de significados e do aprender a aprender. Então uma das características da sociedade digital é,

a ampliação de possibilidades e o envolvimento; sua prática, a mixagem. Mesclam-se na rede informática – na própria situação de produção – aquisição de conhecimento – autores e leitores, em tempo real. A velocidade das alterações na esfera de produção de conhecimentos e informações ocasiona a duração efêmera das múltiplas mensagens e desobriga os sujeitos do exercício de retê-las, como verdades. (KENSKI, 1998, p. 67)

Corroborando com este raciocínio Lopes (2005, p. 45) aponta que o papel do professor, como discutimos acima, não poderá estar restrito à função de anunciador de informações, orientando que emerge novas funções mais preciosas, como “a de organizador de ambientes de aprendizagem com o maior número possível de aberturas para que o aluno trilhe o caminho do aprender”.

Seguindo os argumentos acima dizemos que também é importante fazermos uma reflexão sobre o perfil dos educandos neste mundo de transformações. Escutamos conversas de professores nos corredores da escola e em momentos de intervalos na sala reservadas ao descanso dos professores falando que “os alunos não dominam o conhecimento, não possuem bases científicas, não aprenderam as disciplinas básicas fundamentais, Português e Matemáticas... são como uma folha em branco.” Neste contexto concordamos com Tardif (2000) de que na lógica disciplinar os alunos são tratados como espíritos virgens, não levando em consideração suas crenças e representações anteriores a respeito do ensino. Em contradição é um paradoxo ouvirmos relatos dos professores que “os meninos aprendem rápido quando o assunto são as tecnologias, espertos, são ‘nativos digitais’¹⁵, já nascem neste mundo de transformações tecnológicas”, sendo influenciados desde o seu nascimento, sendo moldados a viverem em um mundo diferente do vivido pelas experiências do histórico escolar dos professores. É oportuno frisar que,

vive-se numa sociedade audiovisual eletrônica, que comporta um currículo cultural, ou seja, um conjunto mais ou menos organizado de informações, valores, via produtos culturais (neste caso, audiovisuais), que atravessam o cotidiano das pessoas e interferem em suas formas de ver, de sentir, de pensar, de aprender. (MOITA, 2007, p. 43)

Mas, vale destacar o pensamento de Kenski (1996, p. 133) quando afirma que “o professor não é mais a única, nem a principal fonte do saber para estes alunos. Eles aprendem, e aprendem sempre, em múltiplas e variadas situações vistos em aparelhos que a tecnologia vem colocando à disposição.” Salientando que,

estes alunos estão acostumados a aprender através dos sons, das cores; através das imagens fixas das fotografias, ou em movimento, nos filmes e

¹⁵ Denominação dada aos jovens que já nasceram nesse mundo altamente “tecnologizado”, eles vivem e pensam com essa tecnologia, por mais que na frente deles esteja um “imigrante digital” com um giz branco e um quadro negro. No sentido de que o mundo digital é o mundo da interação, da construção conjunta e cooperativa, das trocas e da pesquisa hipertextual (SCHLEMMER, 2006).

programas televisivos. Aprendem através de processos em que existem interações totais entre o plano racional e o afetivo. O mundo desses alunos é polifônico e policrômico. É cheio de cores, imagens e sons. Muito distante do espaço quase que exclusivamente monótono, monofônico e monocromático que a escola costuma lhes oferecer (*ibid*, p. 133).

Vale ressaltar de acordo com Sancho e Hernández (2006, p. 54) que:

a educação não é apenas obrigação da escola, pois com a cultura popular e as multinacionais do entretenimento, crianças e adolescentes também estão sendo educados e com mais força e persuasão do que na própria escola.

Inferimos diante do exposto que cresce ainda mais o papel do professor diante deste contexto, pois poderá se tornar o negociador entre os alunos e a aproximação e seleção dos conhecimentos que, como vimos a partir destes estudos, esta possibilidade não está restrito apenas na escola.

Assim, faz-se necessário refletirmos também sobre a forma como geralmente transcorre o processo de ensino-aprendizagem de Física nas salas de aulas do Ensino Médio. Constata-se de acordo com Pacheco (2001) que a metodologia do ensino de Física dentro de nossas escolas não acompanhou os avanços do mundo atual e ainda apresenta as mesmas características de 160 anos atrás.

... um ensino calcado na transmissão de informações através de aulas quase sempre expositivas, na ausência de atividade experimental, na aquisição de conhecimentos desvinculados da realidade. Um ensino voltado primordialmente para a preparação aos exames vestibulares, suportado pelo uso indiscriminado do livro didático ou materiais assemelhados e pela ênfase excessiva na resolução de exercícios, puramente memorísticos e algébricos (PACHECO, 1983 *apud* NARDI, 2001, p. 17).

Apesar deste argumento ter sido defendido em 1983, sinalizamos que houve mudanças voltadas para a busca de alternativas para o ensino de Física no intuito de superação de um ensino desestimulante, mas que muitas propostas foram desenvolvidas por observadores externos ao mundo escolar, seguindo um rigor metodológico, acarretando em resultados que muitas vezes são discutidos em eventos particulares e posteriormente arquivados.

Portanto, este é o retrato enfadonho do processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio. Também motivo do grau de rejeição pela maioria dos alunos, contribuindo para o distanciamento ainda maior do conhecimento científico e dos saberes do cotidiano. Desta forma consideramos ser

um processo de exclusão em direção a uma formação necessária para uma perspectiva do Letramento Científico e Tecnológico¹⁶. Neste sentido refletimos se,

a negação histórica do acesso ao conhecimento científico se constitui em uma das mais perigosas formas de exclusão social. Mas, não seria esta uma forma de exclusão acidental e da própria natureza do método científico, que deve afasta-se da realidade imediata para melhor compreendê-la, criando assim, uma linguagem própria e despretensiosamente afastada da maioria da população? (GERMANO, 2005, p. 06).

A partir deste panorama tecnicista do ensino de Física temos a convicção de que é necessária e urgente a busca de melhores alternativas de ensino diante de uma nova realidade onde emergem novos aprendentes em busca de novas aprendizagens. Assim que atente para uma aprendizagem dos educandos de forma mais envolvente em um pensar da ciência como cultura que permeia o seu cotidiano.

3.3 A informática e o vídeo: possibilidades de seu uso no ensino de Física.

Embora tenha surgido com outras finalidades, o computador passou a ser utilizado no ambiente escolar quando do desenvolvimento dos computadores pessoais, especialmente como ferramenta que possibilitasse uma maior interação entre este e o usuário. A esse respeito, Fiolhais e Trindade (2003, p. 260) apontam que “em 1984 a *Apple* lançou o computador *Macintosh*, uma máquina revolucionária pela facilidade de utilização que era oferecida pela sua interface gráfica”, destacando que neste mesmo ano surge com muito sucesso o sistema operativo *Windows*, com funções análogas ao do *Macintosh*.

Antes se exigia o conhecimento de programação para que se pudesse desenvolver alguma tarefa no computador. Conforme descreve Levy (1993, p. 51) quando diz que “a informática ainda era tida como uma arte de automatizar cálculos, e não como tecnologia intelectual”, mas constatamos que com o aparecimento do *Apple Macintosh*, passou a integrar o mundo da informática ao mundo da comunicação, pois,

¹⁶ No LTC (Letramento Científico e Tecnológico) “espera-se que o educando possa participar das decisões democráticas sobre ciência e tecnologia, que questione a ideologia dominante do desenvolvimento tecnológico. Não se trata de simplesmente preparar o cidadão para saber lidar com essa ou aquela ferramenta tecnológica ou desenvolver no aluno representações que o preparem a absorver novas tecnologias.” (SANTOS, 2007, p. 474)

apertando os botões do mouse (“clitando”), podia-se efetuar diversas operações sobre os objetos selecionados. Em vez de ser obrigado a digitar, no teclado, códigos de comandos que precisavam ser decorados, bastava que o usuário consultasse os “menus” e selecionasse, através do mouse, as ações desejadas. (*ibid*, p. 49)

Neste sentido também Levy (1996) destaca a importância do Macintosh, argumentando que este reunia outras características de interface que remeteu umas às outras, redefiniram-se e valorizaram-se mutuamente, como os textos e imagens interconectadas de um hipertexto.

Nesta perspectiva, será relevante para esta pesquisa compreender que existem diferentes formas de utilização do computador para o ensino de ciências, tais como: A aquisição de dados por computador; a modelização e simulação; multimídia; realidade virtual e o uso da internet. Diante dessas possibilidades, vejamos o que os estudos apontam para o recurso de simulação que enfatizamos nesta intervenção. Fiolhais e Trindade descrevem que é significativo no tratamento de um conteúdo visto em sala de aula o professor utilizar um simulador para apoiar sua atividade didática, visto que “sabendo que as leis da Física são expressas por equações diferenciais, pode-se construir um modelo e simular de imediato um dado problema físico, por exemplo, a queda de um grave, o movimento orbital.” (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p. 263). Também é notório explicitar que,

como a luneta astronômica, o microscópio ou os raios X, a interface digital alarga o campo do visível. Ela permite ver modelos abstratos de fenômenos físicos ou outros, visualizar dados numéricos que, sem isso, permaneceriam soterrados em toneladas de listagens. A imagem digital também é complemento indispensável da simulação, e sabemos o papel que esta última tem hoje na pesquisa científica. (LEVY, 1993, p. 106)

Ainda de acordo com Levy (1993, p. 124) a simulação, considerada como “uma imaginação auxiliada por computador é uma ferramenta de ajuda ao raciocínio muito mais potente que a velha lógica formal que se baseava no alfabeto”.

Portanto, dentro da perspectiva das Tecnologias da Informação e Comunicação estão inseridos os recursos computacionais que levamos em consideração nesta pesquisa. Neste ponto concordamos com Vianna e Araújo (2006, p. 137) de que “quem está em sala de aula hoje não pode fechar os olhos para o uso da informática, que a educação se modifica, e temos que nos valer daquilo que a sociedade nos fornece”, referindo-se a um arsenal de novas tecnologias.

Como já descrito em capítulos anteriores utilizamos nesta pesquisa o recurso de vídeo, apresentando um documentário intitulado “A guerra elétrica” imbuídos do forte argumento de que,

o vídeo está umbilicamente ligado à televisão e a um contexto de lazer, de entretenimento, que passa imperceptivelmente para sala de aula. Vídeo na cabeça dos alunos significa descanço e não ‘aula’, o que modifica a postura, as expectativas em reação ao seu uso. Precisamos aproveitar essa expectativa positiva para atrair o aluno para os assuntos do planejamento pedagógico. (MORAN, 2000, p. 36)

Nesta abordagem apontamos que o uso do vídeo foi fundamental para permitir uma percepção das fontes geradoras de eletricidade, reforçando ainda que seria necessário para uma observação real, o deslocamento a outros estados, por exemplo, o estado de Alagoas que possui uma usina hidrelétrica na cidade de Piranhas/AL, conhecida como hidrelétrica de Xingó. Apoiados na idéia de que “o vídeo muitas vezes ajuda a mostrar o que se fala em aula, a compor cenários desconhecidos dos alunos, também o vídeo traz para sala de aula realidades distante dos alunos, ou seja, a vida se aproxima da escola através do vídeo.” (*ibid*, p. 40)

a linguagem audiovisual desenvolve múltiplas atitudes perceptivas: solicita constantemente a imaginação e reinveste a afetividade com um papel de mediação primordial no mundo, enquanto a linguagem escrita desenvolve mais o rigor, a organização, a abstração e a análise lógica. (MORAN, 2000, p. 39)

É importante dizer que já existe um grande repositório de vídeos educativos disponível gratuitamente na Internet, mas é necessário que o professor esteja pesquisando este recurso no sentido de relacionar com o conteúdo que está sendo trabalhado e que possam auxiliar os alunos nesta busca.

O interesse para utilizarmos o vídeo como recurso das tecnologias no meio escolar emerge da orientação sobre a necessidade do professor de Física de romper com a metodologia única de utilização apenas do livro didático escolar. Esta idéia atende a um dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica que será esclarecida no tópico seguinte que é a valorização de outros materiais instrucionais

para além do livro didático como recurso único, “princípio da não centralidade do livro texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais instrucionais. Da diversidade de materiais instrucionais” no sentido de facilitar a Aprendizagem Significativa. (MOREIRA, 2005, p. 21).

3.4 Aprendizagem Significativa: hierarquias conceituais e mapas conceituais

Nesta parte discutiremos alguns aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa, ressaltando, inicialmente, as suas implicações para a aprendizagem, sobretudo, no que diz respeito à relevância dada as estruturas conceituais dos alunos, os seus conceitos prévios, ou a existência de subsunçores.

É neste sentido que concordamos também com Moreira (2005) quando sugere que o conhecimento prévio, é, isoladamente, a variável que mais influencia a aprendizagem, salientando que só podemos aprender a partir daquilo que já conhecemos. Em seu argumento sustenta que nossa mente é conservadora, aprendemos a partir do que já temos em nossa estrutura cognitiva e que para promoção da aprendizagem significativa é necessário explorar esse conhecimento e ensinar de acordo e a partir dele.

Para uma discussão preliminar desta teoria é importante compreendermos que,

o processo de aquisição de informações resulta em uma alteração quer das informações recentemente adquiridas, quer do aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva, à qual estão ligadas as novas informações. Na maioria dos casos, as novas informações estão ligadas a um conceito ou proposição como *ideias* relevantes da estrutura cognitiva. De forma a indicar que a aprendizagem significativa envolve uma interação seletiva entre o novo material de aprendizagem e as idéias preexistentes na estrutura cognitiva, iremos empregar o termo *ancoragem* para sugerir a ligação com as idéias preexistentes ao longo do tempo (AUSUBEL, 2003, p. 03).

Portanto, como já descrito anteriormente um dos objetivos da presente pesquisa é fazer uma análise da relação provável entre o uso das tecnologias e a possível ocorrência da Aprendizagem Significativa. Nesse caso, a teoria do psicólogo norte-americano David Ausubel será utilizada como sustentáculo nas análises desta pesquisa para uma compreensão da teoria da Aprendizagem Significativa na relação da práxis docente.

Para construção da referida teoria, o teórico baseia-se em uma reflexão sobre a aprendizagem escolar e o ensino, tendo como característica a aprendizagem verbal significativa que enfatiza a perspectiva cognitiva. Dentro desta corrente Salvador (2000, p. 231) defende que é importante “entender a aprendizagem como um processo de modificação do conhecimento” e “reconhecer a importância que os processos mentais têm neste desenvolvimento”. Para uma maior compreensão, a Aprendizagem Significativa é,

aquela em que o significado do novo conhecimento é adquirido, atribuído, construído, por meio da interação com algum conhecimento prévio (subsunção), especificamente relevante, existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Se não há interação não há aprendizagem significativa. “Havendo interação, ambos os conhecimentos se modificam: o novo passa a ter significados para o indivíduo e o prévio adquire novos significados, fica mais diferenciado, mais elaborado” (MOREIRA, 2008, p. 15)

Corroborando com as idéias de Ausubel, Moreira (*ibid.*, p. 16) acrescenta,

interação é a palavra-chave: *interação entre conhecimentos novos e conhecimentos prévios* [...] havendo interação, ambos os conhecimentos se modificam: o novo passa a ter significados para o indivíduo e o prévio adquire novos significados, fica mais diferenciado, mais elaborado.

É neste aspecto que Ausubel parte do princípio de que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna que, segundo ele, é baseada em conhecimentos de caráter conceitual. Tais conceitos estão relacionados hierarquicamente. O autor elucida que as concepções alternativas dos alunos, servem de base para compreensão de conhecimentos novos. Dentro desta discussão apontamos o argumento de Martins (2005) quando trata da necessidade de compreensão do professor em formação a respeito das concepções alternativas dos estudantes como balizador no processo de ensino de ciências,

é importante que o futuro professor conheça, por exemplo, o chamado Movimento de Concepções Alternativas (MCA), responsável por uma série de trabalhos reveladores do conteúdo do pensamento de estudantes acerca dos mais variados conceitos científicos. Em sua prática, o professor irá deparar-se com concepções alternativas de seus alunos, e levá-las em consideração é imprescindível no processo de ensino e aprendizagem da ciência, como mostram as pesquisas. Considerar o erro como algo inerente ao processo de aprendizagem dos conceitos científicos (e, portanto, positivo) é outro resultado dos estudos dessa linha de pesquisa que tem conseqüências sobre a prática do professor. (MARTINS, 2005, p. 05)

É na perspectiva de interação entre essas concepções alternativas e uma nova informação que subjazem as bases epistemológicas da teoria da Aprendizagem Significativa, quando defende que há um processo de modificação e reestruturação desses conhecimentos prévios, e que o conhecimento de acordo com esta teoria está sendo constantemente construído pelos alunos.

De fato, como sugere Ausubel,

a estrutura cognitiva existente – a organização, estabilidade e clareza de conhecimentos de um indivíduo numa determinada área de matérias, em determinada altura – considerando-se o principal fator a influenciar a aprendizagem e a retenção de novos materiais de instrução potencialmente significativa na mesma área de conhecimento. As propriedades da estrutura cognitiva relevante determinam quer a clareza e a longevidade dos significados, que surgem à medida que entra o novo material no campo cognitivo, quer a natureza do processo interativo que ocorre. (AUSUBEL, 2003, p.62).

É necessário dizer que geralmente as metodologias e objetivos atribuídos a disciplina de Física já se encontram predefinidos para o final do ensino médio, imprimindo que para muitos alunos a aprendizagem se reduz ao ato de decorar um conjunto de nomes, fórmulas, descrições de conceitos e anúncio de leis como produtos acabados. Nesta visão, este modelo curricular está relacionado com o processo de aprendizagem por memorização, conceitualizada por Ausubel (2003, p. 04) quando diz que “neste método de tarefa de aprendizagem por memorização não se levam a cabo num vácuo cognitivo, podendo relacionar-se com a estrutura cognitiva, mas apenas de uma forma arbitrária e literal que não resulta na aquisição de novos conhecimentos.”.

Neste contexto cabe uma reflexão para a possibilidade da Aprendizagem Significativa rumo a uma maior retenção do conhecimento, e alertar que a referência a simples avaliações literais poderá contribuir mais fortemente para a promoção do esquecimento do novo conhecimento que é apresentado. Assim,

na aprendizagem significativa, os significados potenciais do novo material de instrução original *a* podem nunca ser recuperáveis precisamente da mesma forma em que foram, inicialmente, apresentados. O próprio processo de subsunção que ocorre na assimilação de *a* pode resultar numa alteração drástica de *a* para *a'* é, logo, a subsunção obliterante pode, num aspecto, começar de fato na altura em que a própria aprendizagem significativa ocorre. Por esta razão, as práticas de avaliação que exigem a reprodução literal de informações ou idéias apresentadas têm tendência a desencorajar a aprendizagem significativa. Além disso, o esquecimento do material apreendido de forma significativa também tem tendência a deixar

um resíduo de idéias ancoradas subliminares alteradas. (AUSUBEL, 2003, p. 109)

Ainda tendo relação com a discussão precedente desperta a atenção um argumento de Ausubel quando critica a forma como são realizados os exames para entrada na universidade,

a excelência não é sinônimo de resultados elevados nos exames, independentemente da forma como são adquiridos, da motivação subjacente ou do tipo de conhecimento que refletem. No clima atual de acérrima competição para a entrada na universidade, existe um perigo real de os resultados dos exames estarem a ser utilizados como fins por si só, e não como símbolos de concretização genuína e de domínio real de conhecimentos valiosos. (AUSUBEL, 2003, p. 33)

Infelizmente o ensino de Física a nível médio, conforme o que é apresentado nos manuais escolares, dificilmente incentiva outras abordagens, preocupando-se demasiadamente com fatos isolados e com a intensa preparação para os vestibulares, reproduzindo um tipo de ensino por memorização. Podemos fazer relação entre esta idéia e o pensamento de Ausubel (2003, p.167) quando afirma que,

o ensino da matemática e das ciências continua a basear-se muito na aprendizagem memorizada de fórmulas e de passos de procedimentos, no reconhecimento memorizado de 'problemas tipo' estereotipados e na manipulação mecânica de símbolos. Na ausência de idéias claras e estáveis, que podem servir como pontos de ancoragem e de focos de organização para a incorporação de material novo e logicamente significativo, os estudantes vêem-se presos numa teia de incompreensão e possuem poucas tarefas de aprendizagem, mas memorizadas, para fins de avaliação.

Ausubel (2003) também aponta uma preocupação com relação ao modelo exagerado de levar em consideração os testes por memorização no ensino, sugerindo estratégias para superação desta realidade.

... uma vasta experiência na realização de exames faz com que os estudantes se tornem adeptos da memorização, não só de proposições e de fórmulas chave, mas também de causas, exemplos, razões, explicações e formas de reconhecimento e de resolução de 'problemas tipo'. Pode evitar-se melhor o perigo da simulação memorizada da compreensão significativa através de colocação de questões e de problemas que possuam uma forma nova e desconhecida e exijam uma transformação máxima de conhecimentos existentes. (AUSUBEL, 2003, p. 131)

Como já colocado por Moreira (2008) a Aprendizagem Significativa resulta da interação de novos conhecimentos com conhecimentos prévios especificamente relevantes preexistentes na estrutura cognitiva, também descreve que essa interação pode ocorrer de três formas, vejamos:

- Aprendizagem subordinada: é dita quando a nova informação adquire significado “ancora-se” no subsunçor, após a interação o subsunçor terá novos significados, ficando mais rico, mais elaborado.
- Aprendizagem superordenada: Nesta forma ocorre a construção de uma nova hierarquia conceitual que modifica as hierarquias já existentes, de tal maneira que um novo conhecimento é construído de modo a subordinar outros já construídos.
- Aprendizagem combinatória: A nova informação interage não com algum subsunçor específico, mas com o conhecimento prévio mais amplo do sujeito em um certo campo de conhecimentos.

Neste contexto Moreira (2008, p. 35) procura explicar o conceito de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como “princípios programáticos do conteúdo da matéria de ensino, a fim de facilitar a aprendizagem significativa”,

do ponto de vista ausubeliano, o desenvolvimento de conceitos é facilitado quando os elementos mais gerais, mais inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e, posteriormente então, este é progressivamente diferenciado, em termos de detalhes e especificidades [...], entretanto, a programação do conteúdo deve não só proporcionar a diferenciação progressiva, mas também explorar, explicitamente, relações entre proposições e conceitos, chamar a atenção para diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistência reais ou aparentes. (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 29)

Esse processo se diferencia da aprendizagem mecânica em que o conhecimento novo é dado ao aluno de forma a não considerar os conceitos presentes em sua estrutura cognitiva. Então segundo Salvador (2000, p. 232) “quanto mais se relaciona o novo material de maneira substancial e não-arbitrária com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia que lhe for relevante, mais próximo se está da aprendizagem significativa”.

Um ensino de Física que seja iniciado levando em conta o que os alunos possuem em sua estrutura conceitual ou que possam adquirir antes da introdução

do novo conhecimento é baseada no termo organizador prévio ou avançado defendido por Ausubel. Os organizadores prévios são,

materiais introdutórios que se apresentam antes do novo material de aprendizagem, para criar e/ ou mobilizar os inclusores pertinentes e que cumprem duas características básicas: por um lado, apresentam um nível de generalização e abstração maior que o novo material e, de outro, são formulados em termos familiares para o aluno. (SALVADOR, 2000, p. 236)

Os organizadores prévios surgem então como uma estratégia potencial de fazer com que possa amenizar a disparidade existente entre o conhecimento que o aluno possui e o que se deseja que ele venha a aprender, assim acreditamos facilitar a assimilação ou acomodação na estrutura cognitiva deste novo conhecimento.

Os organizadores avançados, como denominados por Ausubel, poderão estabelecer a ligação entre o que o aprendiz já sabe e o que precisa saber, se possuir interesse de aprender e reter novos materiais de instrução. Então conjecturamos que a apresentação do “vídeo” quando colocado para tratar do conteúdo de uma forma mais geral e com um grau de complexidade maior do que o conteúdo a ser tratado, poderá contribuir para a introdução de subsunçores relevantes. Neste caso, seria útil a ênfase aos organizadores avançados em situações em que há ausência de subsunçores adequados e relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Aprofundando este pensamento estamos de acordo com Ausubel (2003) quando afirma que nem sempre podemos depender da disponibilidade espontânea de conceitos de subsunção relevantes e próximos de maneira adequada. Nesses casos sugere que uma das formas de se facilitar a aprendizagem e a retenção é pela introdução de subsunçores adequados, chamados de organizadores avançados que tem a finalidade de tornar-se parte da estrutura cognitiva existente no aprendiz e que poderia ser importante antes da apresentação real da tarefa de aprendizagem.

Também, um instrumento utilizado para investigação das concepções dos conhecimentos prévios ou para representações das concepções dos educandos sobre uma nova aprendizagem, é através da construção e apresentação de mapas conceituais. O mapa conceitual é uma técnica defendida pelo educador Joseph Novak, que foi Professor Emeritus da Universidade de Cornell nos EUA e considerado o criador dos recursos Mapas Conceituais em 1972, destacado em sua

obra “Cartografia Cognitiva: Mapas do Conhecimento para Pesquisa, Aprendizagem e Formação Docente.”

É necessário dizer que a teoria subjacente a utilização dos mapas conceituais é a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, mas de acordo com Moreira e Buchweitz (1987, p. 34) afirmam que Ausubel nunca se referiu aos mesmos,

... embora Ausubel não fale em mapas conceituais, estes decorrem naturalmente de sua teoria, em particular se estiverem baseados em um modelo que se apóie nos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Mesmo que não se use esse modelo proposto, a idéia de representar esquematicamente relações significativas entre conceitos é uma decorrência natural da teoria de Ausubel.

Mesmo não tendo falado sobre mapas conceituais é bastante sugestivo o argumento de Ausubel quando defende que as idéias ancoradas não precisam, necessariamente, de serem expressas de forma proposicional, ou como diz “em frases”. Para o autor, os modelos esquemáticos, diagramas e gráficos, podem ser úteis como organizadores avançados, importante para aprendizes que acham mais fácil ‘apanhar’, com uma vista de olhos, um modelo explicativo do que ler frases e parágrafos sucessivos (AUSUBEL, 2003).

De acordo com Salvador (2000, p. 239) “os mapas conceituais são representações entre conceitos relativos que estimula a reflexão e o metac conhecimento do aluno sobre seus próprios processos cognitivos e de aprendizagem”.

Os mapas conceituais podem ser definidos como,

diagramas que indicam relações entre conceitos e procuram refletir a estrutura conceitual de um certo conhecimento. Mas especificamente, podem ser vistos como diagramas conceituais hierárquicos. Construí-los, ‘negociá-los’, apresentá-los, refazê-los, são processos altamente facilitadores de uma aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2005, p. 16)

Neste sentido, Tavares (2007) orienta que o aluno que desenvolve a habilidade de construir seu mapa conceitual enquanto estuda determinado assunto, está se tornando capaz de encontrar autonomamente o seu caminho no processo de aprendizagem, este argumento foi de grande valia na realização desta intervenção.

na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, na medida em que usarem essa técnica para analisar artigos, textos, capítulos de livros, romances, experimentos de

laboratório, e outros materiais educativos do currículo, eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem. (MOREIRA, p. 06, 1997)

Concordamos com o argumento de que o mapa conceitual, como instrumento de avaliação, poderia ser viável para captar uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento, e que poderá ser útil para obtenção de significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino conforme o ponto de vista do estudante (MOREIRA, 1997).

Assim, o mapa “não vigora a reprodução e o decalque, mas sim a possibilidade de indicar os pontos importantes de uma experimentação totalmente ancorada no real”. Foi relevante compreender que “o mapa não reproduz um inconsciente fechado nele mesmo, ele o constrói” (DELEUZE; GUATARRI, 1995, p. 15).

É nesta direção que o mapa “pode ser aberto, conectável em todas as suas dimensões, demonstrável, reversível, suscetível de receber modificações constantes, com múltiplas entradas e possibilidades de uso, e sem necessariamente a volta ao mesmo lugar.” (KENSKI, 1998, p. 66)

Para esta pesquisa foi fundamental entendermos que,

não existe mapa conceitual ‘correto’. Um professor nunca deve apresentar aos alunos o mapa conceitual de um certo conteúdo e sim um mapa para esse conteúdo segundo os significados que ele atribui aos conceitos e às relações significativas entre eles. De maneira análoga, nunca se deve esperar que o aluno apresente na avaliação o mapa conceitual ‘correto’ de um certo conteúdo. Isso não existe. O que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo (MOREIRA, p. 08, 1997).

Ainda contribuindo com a discussão sobre mapas conceituais Okada *et al.* (2005, p. 42) salienta que “a natureza da mente humana tem sido associada a modelos de redes, assim o processo associativo da mente é muito diferente da estrutura linear usada geralmente para organizar informações”. Neste contexto Levy (1993, p. 40) descreve que,

quanto mais ativamente uma pessoa participar da aquisição de um conhecimento, mais ela irá integrar e reter aquilo que aprender. Ora, a multimídia interativa, graças a sua dimensão reticular ou não linear,

favorece uma atitude exploratória, ou mesmo lúdica, face ao material a ser assimilado. É, portanto, um instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa.

Neste mesmo raciocínio Levy (1993, p. 25) diz que na memória serão encontradas imagens, sons, palavras, diversas sensações, modelos, etc., e as conexões serão lógicas, afetivas, entre outras. Na comunicação, as mensagens serão multimídias, multimodais, analógicas, afetivas, etc.

Ainda dentro desta revisão de literatura é necessário destacar um nova interpretação da Teoria de David Ausubel aqui no Brasil, este mérito é atribuído a Moreira (2005) quando defende a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica com propostas bastantes desafiadoras para ser implementados em sala de aula. Para este autor a Aprendizagem Significativa Crítica é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela.

É através da aprendizagem significativa crítica que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo. Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a idéia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente. (MOREIRA, 2005, p. 18)

Assim Moreira (2005) partindo das idéias da Psicologia Cognitiva Contemporânea reforçando a sua tese da Aprendizagem Significativa Crítica diz que,

a inutilidade de ensinar respostas certas, verdades absolutas, dicotomias, simetrias, localizações exatas, se o que queremos é a aprendizagem significativa crítica que pode ser entendida aqui a capacidade de perceber a relatividade das respostas e das verdades, as diferenças difusas, as probabilidades dos estados, a complexidade das causas, a informação desnecessária, o consumismo, a tecnologia e a tecnofilia. A aprendizagem significativa crítica implica a percepção crítica e só pode ser facilitada se o aluno for, de fato, tratado como um perceptor do mundo e, portanto, do que lhe for ensinado, e a partir daí um representante do mundo, e do que lhes ensinamos. (MOREIRA, 2005, p. 25)

Vejamos então nove propostas sugeridas para facilitar a aprendizagem significativa crítica defendida por Moreira (2005) e que consideramos relevantes na análise dos resultados desta investigação,

1. Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/ aprender perguntas ao invés de respostas.
2. Princípio da não centralidade do livro texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais.
3. Princípio do aprendiz como perceptor/ representador.
4. Princípio do conhecimento como linguagem.
5. Princípio da consciência semântica.
6. Princípio da aprendizagem pelo erro.
7. Princípio da desaprendizagem.
8. Princípio da incerteza do conhecimento.
9. Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.

São esses os princípios postulados para a concretização da extensão da Teoria da Aprendizagem Significativa, agora para um olhar crítico, acreditando serem essas orientações reflexivas e abaladoras do modelo de instrução atual onde se valoriza a memorização.

3.5 O tema sobre “energia” no ensino da Física escolar

Como salientamos inicialmente na introdução desta pesquisa escolhemos o tema sobre energia para esta intervenção, fortemente embasados na idéia de que este tópico,

é uma ponte segura que conecta os conhecimentos específicos de C&T e conecta-os também a outras esferas de conhecimento, às contradições do cotidiano permeado pelo natural, tanto fenomênico como tecnológico e é essa grandeza que pode e deve, mais do que qualquer outra balizar as tendências de ensino que priorizam hoje as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 280).

Também, a abordagem deste conceito é um desafio para o seu ensino pelo grau de abstração exigido, de acordo com o argumento de que,

existe uma lei que governa todos os fenômenos naturais conhecido até agora. Não se conhece nenhuma exceção a essa lei – ela é exata, pelo que sabemos. A lei da conservação da energia, segundo ela, há certa quantidade, que denominamos energia, que não se modifica nas múltiplas modificações pelas quais passa a natureza. Trata-se de uma idéia extremamente abstrata. (FEYNMAN, 2004, p. 115)

Corroborando com esta idéia, Barbosa e Borges (2006, p. 184) dizem que,

o conceito de energia é considerado como um dos mais difíceis de ser ensinado e que é amplamente utilizada na linguagem cotidiana, confundindo-se com outras idéias, como a de força, movimento e potência, envolve um alto grau de abstração.

Estudos realizados sobre análise de livros textos de física e concepções alternativas sobre o conceito de energia apontam que os alunos deixam o Ensino Médio ainda com suas concepções alternativas sobre este assunto. Também revelam que o tratamento deste tópico nos livros textos de Física é visto de forma a não estabelecer coerentemente as relações entre as diferentes manifestações da energia, contribuindo para tornar mais intensas ideias alternativas que os alunos constroem em seu cotidiano. Constata-se que “os livros textos tendem a relacionar a energia com os mesmos conceitos que os alunos relacionam: combustível, calor, movimento, funcionamento, etc.”, acreditamos com isso que dificulta ainda mais uma aproximação dos educandos com os saberes científicos. Assim, “permanecendo distorcida a ideia de conservação e degradação de energia, prevalecendo a ideia de que a energia se gasta, se consome, se acaba, etc.” (BAÑAS *et. al*, 2004, p. 303).

É relevante para esta pesquisa a compreensão de que,

numerosos autores defendem que a energia deveria ser introduzida de uma forma descritiva como uma magnitude fundamental do sistema, por ela poder transformar-se, assim como atuar em outros sistemas originando os processos de transformação. Assim a energia se introduziria como um conceito básico, tratando-se de sua transferência, transformação em distintas classes, conservação e degradação, legando-se para inclusão a um conceito mais geral da energia [...] partindo-se das idéias dos alunos sobre energia, para chegar para uma posterior reconstrução e generalização do conceito. (BAÑAS *et. al*, 2004, p. 302)

Pesquisa intitulada “o ensino da energia: uma proposta de debate para um replanejamento global”, tratando sobre as concepções de alunos, constatou-se que os mesmos apresentam uma interpretação incorreta do conceito de energia,

identificando-a como um fluido material e também a confusão entre força, trabalho e energia (DOMÉNECH; GIL-PÉREZ *et. al*, 2003, p. 286).

Temos o pressuposto de que as incoerências deparadas por alunos nestas pesquisas revelam uma realidade desafiadora deste tratamento em virtude de ser um conceito que exige um elevado grau de abstração, pois presenciamos a existência desta entidade quando da realização de uma ação, por exemplo, a energia elétrica convertida em outra forma de energia útil. É neste sentido que após o processo de instrução os alunos não abandonam suas explicações alternativas construídas e consolidadas na vida cotidiana, neste contexto atribuem à energia uma propriedade material que flui de um corpo para outro constituindo acreditamos em um obstáculo epistemológico.

Conforme o pensamento descrito anteriormente é singular a reflexão de que,

a evolução das ciências é dificultada por obstáculos epistemológicos, entre os quais o senso comum, os dados perceptíveis, os resultados experimentais e a própria metodologia aceita como válida, assim como todos os conhecimentos acumulados. Para conseguir superá-los, são necessários atos epistemológicos: ruptura com os conhecimentos anteriores, seguida por sua reestruturação. (BACHELARD, 1996, p. 28)

Ainda dentro da discussão anterior vimos que para a ocorrência da Aprendizagem Significativa é preciso que o educando possua subsunções relevantes, conhecimentos prévios que poderá sofrer uma modificação, diferenciação, ou uma maior elaboração quando da interação com um conhecimento novo em que ambos se transformam. Mas é preciso compreender que o conhecimento prévio poderá também impossibilitar que o educando perceba o novo conhecimento como novo.

Constata-se, então, que diante deste quadro de dificuldade do entendimento do conteúdo sobre energia, percebe-se nestes estudos que é necessário se pensar novas estratégias de ensino-aprendizagem deste tópico que ultrapassem e superem as limitações do livro didático, considerado a única fonte de informação dentro de uma sala de aula de Física.

Como já explicitamos, o tema abordado neste estudo constitui-se em um tema central no ensino de ciências, por sua importância precedente para o entendimento de outros conceitos da Física voltados para este nível de ensino, assim como poderá despertar reflexões e conscientizações referentes a outras

extensões conceituais, por exemplo, levar ao debate das implicações dos impactos ambientais promovidos pelos processos de geração da energia.

É neste contexto que sugerimos uma maior atenção pelos professores para uma abordagem deste tema já no momento da primeira série do ensino médio, considerando que poderá proporcionar uma abordagem multidisciplinar, no sentido de articular com os temas transversais meio ambiente, trabalho e consumo, também com temas saúde e ética. Incentivando discussões sobre o impacto ambiental provocado pela construção de uma usina hidrelétrica e também a importância da geração de energia elétrica no Brasil, assim focando o importante tema “energia elétrica: produção, distribuição e consumo”. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNANBUCO, 2002, p. 329)

Nos capítulos seguintes iremos apresentar os resultados e as discussões desta pesquisa pedagógica, destacando os momentos e situações didáticas, a coleta de dados nos encontros previamente estabelecidos e respectivas análises e interpretações, e as conclusões elencadas a partir da confrontação do referencial teórico e as percepções subjetivas das falas dos educandos entrevistados, sempre na tentativa de buscar explicações para as questões levantadas.

CAPÍTULO 4

Análises e interpretações de dados de pesquisa

Contra o positivismo que pára perante os fatos e diz: “Há apenas fatos”, eu digo: “Ao contrário, fatos é o que não há; há apenas interpretações”.

Nietzsche

4.1 O início da intervenção: um olhar docente da situação didática e questionário prévio

Em 08 de abril de 2010 iniciamos a pesquisa de campo, o turno escolhido foi o vespertino. Chegando à escola fomos tratar com a diretora pedagógica no intuito de solicitar o horário semanal das aulas de Física. As aulas iniciaram no início do mês de março por motivo de uma greve que aconteceu no ano anterior. Na referida escola a entrega dos horários das disciplinas é feita na primeira semana do início do semestre letivo. Infelizmente os horários sofrem modificações regulares por conta da instabilidade de muitos professores em regime de contrato temporário, repercutindo negativamente no planejamento das atividades pelos professores no decorrer do ano letivo. A necessidade de mudanças nos horários das disciplinas está movida pela carência de professores, principalmente das áreas das ciências exatas.

Neste mesmo período, depois de oito anos sem haver concurso público, estavam abertas as inscrições para a realização de concurso público para contratação de professores efetivos no estado do Ceará.

Fomos encaminhados pela diretora pedagógica a falar com a professora “DC”, coordenadora de área das Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, Professora Coordenadora de Área (PCA). A professora esclareceu quais os horários semanais das aulas de Física e as respectivas turmas: quatro terceiros anos no horário vespertino.

Percebemos que a organização das aulas distribuída semanalmente para cada turma tinha sido feita de maneira fragmentada, destacamos que havia apenas duas aulas de 50 minutos por semana. Não havia duas aulas seqüenciais que totalizassem 100 minutos. Por exemplo, o terceiro “A” possuía uma aula na segunda e a outra na sexta.

Assim, preferimos para concretização desta intervenção a investigação de uma turma que tivesse as duas aulas seguidas. Elegemos então o 3º “D”, nesta as duas aulas da disciplina de Física eram na quarta feira, sendo uma na terceira aula e após o intervalo a quarta aula. Mas salientamos que o dia desta primeira imersão no ambiente escolar transcorreu em uma quinta feira e que demos início as atividades neste mesmo dia, pois tivemos o conhecimento de que nesta turma teria duas “aulas vagas”¹⁷, pois soubemos que o professor de química precisou se ausentar neste dia.

Neste primeiro contato promovemos a realização de uma breve apresentação e esclarecimentos sobre as atividades planejadas. Enfatizamos também neste início a aplicação de um questionário na tentativa de explorar as concepções alternativas em torno das questões: “o conceito de energia, o princípio de conservação e transformação e a compreensão sobre a geração da energia elétrica”.

É neste contexto que pretendemos explorar os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva dos estudantes sobre o conteúdo investigado, tendo a compreensão de que constitui como principal fator que pode promover a ocorrência da Aprendizagem Verbal Significativa.

É singular nesta perspectiva as considerações de Schon (1995) quando trata do conhecimento tácito dos estudantes, definindo como o conhecimento espontâneo, intuitivo, experimental, conhecimento quotidiano. Apontando o quão é importante que o professor busque se inteirar com este saber que está incorporado na estrutura cognitiva prévia de seus alunos.

...tem de lhe prestar atenção, ser curioso, ouvi-lo, surpreender-se, e atuar como uma espécie de detetive que procura descobrir as razões que levam as crianças a dizer certas coisas. Este tipo de professor esforça-se por ir ao encontro do aluno e entender o seu próprio processo de conhecimento, ajudando-o a articular o seu conhecimento-na-ação com o saber escolar...exige do professor uma capacidade de individualizar, isto é, de prestar atenção a um aluno, mesmo numa turma de trinta, tendo a noção do seu grau de compreensão e das suas dificuldades. (SCHON, 1995, p. 82)

¹⁷ Termo usado neste meio educacional quando os alunos estão sem professor em determinadas aulas.

Emerge a questão de como proceder, que instrumento metodológico seria relevante para familiarizar-se com esses saberes? Estando amparado pelas leituras no campo da pesquisa a respeito de instrumentos de coletas de dado e embasado em orientações descritas por Ausubel (2003) da possibilidade de verificação das idéias preconcebidas mais vulgares dos aprendizes, quando reforça o uso de pré-testes, entrevistas clínicas ou mapas de conceito apropriados.

Assim, construímos um questionário estruturado na tentativa de absorver através da escrita dos estudantes conhecimentos prévios sobre o tema em discussão explicado no capítulo II. A seguir descrevemos as questões elaboradas e as principais respostas dos alunos a elas, salientando que este questionário foi aplicado antes do início das atividades de intervenção. Realizaram este questionário 38 alunos. Em seguida iremos relatar as situações didáticas deste momento que achamos relevante e revelou-se como o ponto de partida para o início das ações de investigação.

Tendo a compreensão de que o conteúdo sobre energia é um dos mais complexos de ser ensinados e aprendidos no ensino médio, e baseando-se no argumento de que os estudantes em seu cotidiano confundem com idéias de força, potência e substância, formulamos uma questão para investigarmos essas concepções, percebidos nos depoimentos do quadro 04.

Como professores, sabemos o quanto é complexo a mudança dessas concepções prévias sobre este tema, mesmo o aluno tendo a oportunidade de confrontar seus saberes construídos pelas influências do cotidiano com o conhecimento científico, percebemos que geralmente não abandonam suas concepções alternativas.

É nesta linha de raciocínio que estamos de acordo com o argumento de Ausubel quando reconhece que o ensino de ciências para jovens ou adultos está dolorosamente consciente do forte papel das idéias preconcebidas na inibição da aprendizagem e da retenção de fatos, conceitos e princípios científicos, apontando que são essas idéias preconcebidas bastante tenazes e resistentes à mudança. Salienta que esta resistência é motivada por influências de fatores tais como a primazia e a freqüência e principalmente por estas estarem ancoradas a idéias

preconcebidas altamente relacionadas, estáveis e antecedentes de natureza inclusiva (AUSUBEL, 2003).

QUESTÃO01

Um dos conceitos fundamentais no estudo da Física é o da energia, “compreendê-la não é tarefa fácil, pois não podemos ver cheirar e tocar. Pessoas, lugares e coisas possuem energia, mas geralmente observamos a energia apenas quando ela está sendo transferida ou transformada”. (HEWIT, 2002, p.114)

Mesmo sendo um conceito bastante complicado, procure descrever abaixo o que você pensa sobre o que é energia?

Algumas respostas:

FV: Para mim a energia é necessária para o funcionamento de tudo. Nós precisamos da energia dos alimentos que consumimos.

FS: Existe variados tipos de energia, é essas energias podem ser transformadas em massa, ele é muito importante para a nossa sobrevivência.

JS: Energia são ondas que faz transmitir tudo o que acontece no mundo, alguns objetos como: eletrodoméstico, máquinas e entre outras funções que faz o mundo funcionar. O Sol e a água e entre outros conceitos também é o que chamamos de energia.

FN: É uma força necessária para a nossa vida, vinda pela natureza e pelo homem.

CW: Energia é uma força, que está em todos os lugares, e pode ser transferida de um corpo para o outro, pode ser transformada.

SS: Energia é uma transmissão de elétrons e de cargas positivas e cargas negativas.

EM: A energia é muito importante sem ela o mundo seria muito difícil, a energia facilitou muito a vida de todo mundo.

AG: Energia é o que faz tudo funcionar.

QUADRO 04: RESPOSTAS DA QUESTÃO REFERENTE AO ENTENDIMENTO DO CONCEITO DE ENERGIA

Construímos outra questão que tinha como interesse perceber seus conhecimentos prévios sobre como compreendiam outras formas de processo de geração da energia elétrica e imprimimos as respectivas respostas que podem ser verificadas no quadro 05 a seguir,

Nesta questão os alunos demonstraram em suas descrições que possuem subsunçores relevantes a respeito de quais outras fontes que podem gerar energia elétrica.

Dos 38 alunos, 12 não responderam (MAS, RS, RK, AR, DP, ME, PF, TS, TT, JP, AC, MA). Para os que responderam destacaram as principais fontes de energia, tais como, a eólica e a solar, assim como a possibilidade da geração desta por pilhas e baterias.

QUESTÃO02

“A maior parte da energia elétrica utilizada no Brasil provém de usinas hidrelétricas. Nessas usinas a água é represada por meio de barragens, que têm a finalidade de proporcionar um desnível de água capaz de movimentar enormes turbinas. As turbinas são formadas por conjuntos de pás ligadas ao eixo do gerador de eletricidade, que é posto a girar com a passagem da água.” (GREEF, 1998)
Quais outras maneiras de geração de energia elétrica que você conhece, além das usinas hidrelétricas?

Algumas respostas

FS: A energia usada nas baterias, nos carros, pilhas, a queima de objetos para formar energia, madeiras, velas.

JS: Energia solar

FN, EM, AG, SL, SK, KS, SF, JB, JBF, MA: Eólica, energia solar.

MI, FL: Energia eólica, solar, elétrica, nuclear, pilhas e bateria.

PG: Combustão

CW: O atrito corpo a corpo, a queima da gasolina para fazer um motor rodar, etc.

SS: Energia solar e energia do vento.

FV: A energia eólica que usa o ar como fonte de energia, a energia solar, que através dos seus raios e seu calor, tiramos a energia dele.

YY: As usinas de energia eólica, que geram energia a partir da força do ar que faz elices presas a um gerador central.

PM: energia eólica, que é obtida através de cataventos, grandes pás que giram com o vento. Solar, que converte a luz e o calor do sol em eletricidade.

LL: A energia solar que é captada pelos raios solares, a energia usada para mover trens que o produto usado é o carvão.

LA: Eu não conheço nenhuma outra.

MN: Energia nuclear, energia eólica, energia solar.

JY: É possível de se gerar energia através da manipulação de fios, metais.

ES: Energia eólica, produzida quando as palhetas de um grande cata-vento é movida pelas forças dos ventos. Energia cinética, produzidas através do movimento, existe aparelhos específicos. Energia nuclear produzida através da quebra do núcleo de um átomo.

QUADRO 05: RESPOSTAS DA QUESTÃO QUE TRATA DE OUTRAS FORMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.

Formulamos outra questão (quadro 06) para explorar suas concepções a respeito da geração da corrente elétrica a partir do conceito de “indução eletromagnética”, conteúdo relevante para a compreensão dos estudantes de como funciona um gerador de energia. Especulamos ser fundamental esse entendimento para servir de base para o tratamento usando os recursos de simulação e a apresentação do vídeo.

QUESTÃO03

Como você pensa que é gerada a corrente elétrica que chega nos fios condutores de sua residência?

Algumas respostas:

FS: Acho que eles possuem um reservatórios de água, na qual eles movimentam em uma velocidade alta as partículas se agitam formando energia.

SS: Penso que é gerada com correntes negativas e positivas quando passa a terem choques um com a outra e geram energia.

FV: Que eu saiba, antes de chegar a minha casa, a energia vem em forma de ondas eletromagnéticas e colocada em um gerador.

YY: Através da pressão gerada pela água nas turbinas das usinas hidroelétricas, que fazem com que essa pressão gere uma corrente elétrica.

PM: Através dos elétrons, que percorrem pelos átomos dos metais presentes nos fios, até chegar na rede elétrica doméstica.

LL: Pela as usinas hidroelétricas que ao gerar a energia pela a força das águas transmite a

energia a nossas casas.

KS: Através da água que cai das barragens provocando uma grande força num motor que transmitem ondas para os fios elétricos.

JY: Ela é gerada nas usinas hidrelétricas através de turbinas e passam por aparelhos eletrônicos e há a manipulação de fios para conduzir a corrente elétrica.

JB: É gerada a partir de elementos naturais que passam por processos físicos ou químicos (por meio de) que logo são liberadas correntes elétricas.

FL: Por meio de hidrelétricas, onde existe um grande processo transformando a água em energia, sei que a água passa por “tubos” antes de ser transformada em energia.

QUADRO 06: RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE COMO OCORRE A INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

As respostas descritas pelos estudantes apontam o distanciamento com o conhecimento científico que trata sobre o conceito de “indução eletromagnética”, isso nos preocupa, pois eles se encontram no último ano do ensino médio, e demonstram um desconhecimento básico do funcionamento interno de uma usina hidrelétrica.

A aluna FS possui subsunçores relevantes quando associa o reservatório de água imprescindível para a geração da energia, mas que demonstrou desconhecimento sobre que tipo de energia estava tratando ou mesmo que transformações estariam envolvidas neste processo. A estudante tinha a crença da necessidade do movimento da água para provocar a geração da corrente elétrica, mas não revelando entendimento sobre conceitos tais como a variação do campo magnético. Na verdade nenhum aluno fez relação entre a geração da corrente elétrica associado à variação temporal do campo magnético.

Os estudantes YY e PM atribuem respectivamente a criação da corrente a uma pressão promovida pelo movimento da água e pressupõe esta causa aos próprios elétrons. O estudante LL possui a idéia de que a corrente elétrica está diretamente relacionada com as forças da água, e corroborando com este KS acrescenta que esta força é transmitida para um motor.

O estudante JY demonstra uma melhor representação para o contexto da Física de que existem turbinas que são responsáveis pela geração, mas não descrevendo como poderia essas turbinas acionadas produzir corrente alternada.

As respostas para essa questão geram preocupações, pois revelam um baixo entendimento do conhecimento científico com relação à geração da corrente elétrica, apesar de ser um tema polêmico “a geração da energia” por ser um tópico imbuído de discussões econômicas, sociais e de implicações ambientais, e consistindo em um centro de discussões nos diversos meios de comunicação tais como TV, rádio, jornais, revistas e outros. Assim, notamos que os alunos, já finalizando o ensino básico, estavam alijados dos conhecimentos científicos mínimos em torno do processo de geração de energia elétrica, evidenciando, portanto, um ensino dos saberes escolares da Física sem uma maior compreensão conceitual dos fenômenos. Com a crença de que esta realidade é consequência de um ensino onde há uma valorização da transmissão mecânica e desconsideração dos conceitos alternativos dos estudantes.

Percebemos nas respostas dos alunos certa deficiência de conhecimentos prévios relevantes sobre como ocorre à geração da energia elétrica. É neste sentido que concordamos com o raciocínio de Ausubel (2003, p. 155) quando afirma que,

parece aparente que não só a presença de idéias ancoradas claras, estáveis, discrimináveis e relevantes na estrutura cognitiva é o principal fator de facilitação da aprendizagem significativa, como também a ausência de tais idéias constitui a principal influência limitadora ou negativa sobre a nova aprendizagem significativa. Um desses fatores limitadores é a existência de idéias preconcebidas erradas, mas tenazes.

Durante a aplicação do questionário alguns alunos entregaram a folha sem haver uma preocupação mais séria com a produção textual. O motivo pode estar relacionado a existência de uma cultura de resolução de exercícios com a reprodução de conceitos, esquemas matemáticos e aplicação de fórmulas que envolvem pouco esforço cognitivo. Como a questão explorava suas explicações individuais para o tema, exigindo um esforço maior da escrita, observamos uma fragilidade, confirmada nas simplificações argumentativas de suas respostas.

À medida que iam devolvendo o questionário ficavam inquietos, surgindo conversas que tiravam a concentração dos que ainda estavam escrevendo, sendo necessárias diversas intervenções para solicitar respeito aos colegas que ainda não haviam concluído a tarefa. Alguns alunos responderam rápido entregando o trabalho em pouco tempo, outros, mais cuidadosos, solicitavam auxílio e pediam sugestões ao professor, sobretudo quanto à assertividade da resposta. Vale salientar que

procuramos não fornecer ajuda neste primeiro momento, mas sentimos que muitos estudantes tinham a preocupação de fazer o melhor.

4.2 A formação das equipes de estudo, descrição e análise dos textos construídos

No segundo encontro, procuramos organizar equipes de estudo e na primeira aula formaram-se seis grupos, que foram: Equipe 01 – Energia Solar (YU, AL, AR, AM, TH, DI); Equipe 02 – Energia Eólica (ED, MI, FR, MN, CW, PA); Equipe 03 – Energia Nuclear (SS, RK, RS, TT, PF, SK); Equipe 04 – Energia Mecânica (SM, FL, KS, JA, MA, JS, EZ); Equipe 05 – Energia Térmica (JB, LE, DP, LA, SF, PE); Equipe 06 – Energia Elétrica (FV, YA, SL, ME, AJ, PG). Enfatizamos que os alunos AP e PH que faltaram este dia em outro encontro fiquem com o tema “Energia Química”, então foram formados sete grupos de estudo.

Assumindo o pressuposto de que seria importante incentivar os alunos a desenvolverem algumas leituras prévias relacionadas ao tema, antes da utilização dos recursos de simulação e vídeo, foram sugeridas as leituras de dois textos já apresentados no capítulo II que foram “A energia em nossas vidas” e “As hidrelétricas do rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil”, extraídos da Revista Eletrônica Ciência Hoje e que foram distribuídos e discutidos neste dia.

O texto deveria ser desenvolvido a partir da reflexão de três questões previamente formuladas: Na primeira questão sugerimos a realização de uma pesquisa sobre o princípio de conservação da energia e sua transformação, deixando claro que deveriam elaborar o texto com a síntese dos argumentos promovidos no grupo, assim devendo gerar um texto a partir dos resultados dessas discussões, não copiando trechos na íntegra de outras fontes, e justificando aspectos conceituais relativos ao estudo da energia, tais como: “a quantidade total ainda permanece constante”, “ela nem sempre se transforma em energia útil” e, sobretudo, considerando os exemplos de seu cotidiano em que apontam as diferentes formas de energia. No quadro 07 disponibilizamos relatos da produção textual dos estudantes.

Equipe01: Não fez a atividade
Equipe02: “Atualmente a Ciência junto com a tecnologia estuda diversos tipos de energia, onde passa por vários processos tecnológicos para poder chegar ao ponto certo para cada utilização, podendo adquirir diversas formas tendo como seu primordial o ato de conservação...Podemos citar alguns tipos existentes no nosso cotidiano: A produção de um suco no liquidificador, gera energia elétrica em cinética; as lâmpadas energia elétrica em luminosa...”
Equipe03: “É importante a conservação da energia, porque o meio de transformação é bastante complicado, ao ser transformada, ela é conservada para ser transmitida para usarmos...e o motivo de dizer que ela nem sempre se transforma em energia útil é por o motivo de que a quantidade de energia gerada que nos utilizamos a mais da conta, como por exemplo: a energia produzida pelo nosso próprio organismo, que é simplesmente liberada para o meio externo, que muitas vezes gastamos tanto que não agüentamos, recuperá-la imediatamente por que ficamos fraco.”
Equipe04: “Atualmente existe uma grande preocupação em se aproveitar as fontes de energia disponíveis, pois logo teremos falta de energia pelo mundo todo. Evite desperdiçar energia elétrica...”
Equipe05: “A energia pode adquirir diversas formas, mas outra característica da transformação da energia é que nem sempre ela se transforma em outro tipo de energia útil. É o que acontece com o calor gerado na combustão, que se dissipa no motor do carro, ou o produzido pelo nosso próprio organismo que é simplesmente liberado para o meio externo.”
Equipe06: “Se considerarmos todas as formas de energia já existentes, a sua quantidade total vai permanecer constante, desde que o sistema em que essas formas de energia estiverem inseridas não ceda nem receba energia do exterior...a energia é uma força que não se altera, mesmo com as diversas transformações da natureza.”
Equipe07: “Como vimos no texto, a energia passa por várias mutações, mas sua quantidade sempre permanece imutável. Outro fato que observamos quando estudamos a energia e suas transformações, vemos que nem sempre suas transformações são úteis. Por exemplo: a queima de combustão no motor de um carro, que depois é liberada no meio externo, sem trazer nenhum benefício. Existem vários tipos de energia na natureza, são elas: a potência que é retirada da água e depois é transformada em energia elétrica, existe a solar que depois se transforma em energia térmica e muitas outras energias. E essas energia são usadas no nosso dia-a-dia para tomar banho, passar roupa, assistir televisão...”

QUADRO 07: TEXTOS PRODUZIDOS PELOS GRUPOS DE ESTUDOS A RESPEITO DO PRINCÍPIO DE CONSERVAÇÃO DA ENERGIA.

Como podemos observar a equipe 02 teve a preocupação de tentar descrever a síntese da compreensão do grupo sobre a questão dada. Percebemos que de acordo com o texto escrito demonstraram certa compreensão do princípio de conservação da energia, sobretudo, pelos exemplos apresentados.

O texto da equipe 03 demonstrou algumas incoerências sobre a noção do que seria energia útil, apresentando como sendo um excesso do uso de energia e defendendo que a energia pode ser consumida. As equipes 04 e 05 não tiveram o trabalho de construir seus próprios textos, preferiram fazer a cópia dos textos sugeridos. Esta ação poderá ter relação com o método de instrução por memorização tão presente no ambiente escolar, onde cabe aos alunos a reprodução do conhecimento e não existindo a capacidade de interpretação e construção própria. Neste raciocínio concordamos com Ausubel quando sugere que,

uma das razões porque os alunos desenvolvem frequentemente um mecanismo de aprendizagem memorizada numa matéria de aprendizagem potencialmente significativa prende-se ao fato de aprenderem, a partir de lamentáveis experiências anteriores, que as respostas substancialmente corretas que não estejam em conformidade, de forma literal, com aquilo que o professor ou manual escolar afirmam não têm qualquer crédito por parte de alguns professores. (AUSUBEL, 2003, p. 72).

Em seguida pensamos uma questão para a descrição das diferentes formas de geração da energia elétrica. Os estudantes foram convidados a produzirem textos guiados por questões balizadoras, tais como: Vantagens e desvantagens referentes aos impactos ao meio ambiente, justificando o que seria uma fonte limpa de energia; também que pesquisassem onde é gerada a energia elétrica que usamos em nossa cidade e que forma de energia é utilizada. O texto elaborado pode ser visto no quadro 08 abaixo.

Equipe01: Não fizeram a atividade.
Equipe02: <p>“A energia hidrelétrica sua vantagens é que não poluem, mas sua desvantagem é que precisa de um reservatório muito grande e pode causar inundações em tempos de chuva...a energia nuclear as suas vantagens é que as usinas podem ser instalada nos centros, mas suas desvantagens é que não há tecnologia para tratar do lixo nuclear, por serem muito tóxicos podendo causar contaminação radioativa...a energia solar exige um alto investimento para o seu aproveitamento, a energia eólica e a solar é uma fonte limpa de energia pois elas não interfere no efeito estufa.”</p>
Equipe03: <p>“Algumas formas de geração da energia das quais vou citar, as termelétricas, a eólica, termelétricidade que pode ser dividido conforme o combustível usado na geração, gás natural, biomassa, derivada do petróleo, energia nuclear e carvão mineral. Tem as vantagens de ser utilizadas por nós por que precisamos, mas desvantagem é por serem consideradas poluentes. Na minha opinião o meio de energia que se pode gerar sem, poluir o meio ambiente, a energia elétrica que é produzida em hidrelétricas, as quais tem um princípio de funcionamento que pode ser resumido assim: A água de uma represa cai por um cano, fazendo girar rodas enormes, denominadas turbinas, que movimentam o gerador que por si gera energia elétrica.”</p>
Equipe04: <p>“As hidrelétricas seriam um meio onde ajudaria a produzir mais energia e transmissão da distribuição, em relação as vantagens e desvantagens ao meio ambiente, as hidrelétricas ocasiona em grande importância na aceleração do efeito estufa acelerando mais ainda a produção e o mal estar do meio ambiente. Uma fonte limpa de energia seria uma produção onde os resíduos que afetam ao meio ambiente não seja muito lançadas ou até mesmo compensados. No Brasil a matriz elétrica reduz a mais limpa, pois as estudadas define que não é verdade em comparação a outros países o Brasil é o que mais dispensa energia afetando o ambiente em nosso país.”</p>
Equipe05: <p>“As transformações da energia é fundamental pra nós, pois ela beneficia nós tanto na mecânica, ou seja, os combustíveis que são derivado da cana que é conhecido como biomassa que é transformada em energia em energia mecânica de transporte, mas há também as desvantagens como é o caso da hidrelétricidade. Pois ela tem uma emissão de metano das hidrelétricas seria comparável as emissões de CO2 das termelétricas, em termos de impacto na aceleração do efeito estufa. A biomassa e o vento é o método mais limpo, pois não polui o meio ambiente e ele</p>

correspondem a apenas 5,4% da matriz, enquanto os outros mais poluentes como petróleo, material nuclear e entre outros é 94,6%.”

Equipe06:

“O petróleo é resultado de processos de decomposição de seres vivos em determinada condição de pressão e temperatura. Nesse processo é capaz de alterar a composição química dos compostos orgânicos constituindo moléculas mais complexas que armazenam energia potencial química. Esse combustível fóssil é uma das energias mais usadas atualmente pela humanidade, sendo assim uma fonte de energia não renovável, ou seja, não limpa. As usinas hidrelétricas a maior parte da energia elétrica no Brasil ela provém de quedas d’água cuja energia potencial gravitacional é transformada em energia elétrica nas chamadas usinas hidrelétricas. Uma certa massa de água, cujo nível está a uma determinada altura, é acumulada em grandes reservatórios (lagos). Assim essa massa de água armazena energia potencial gravitacional, que durante a sua queda é transformada em energia cinética (movimento).”

Equipe07:

“As energias que são produzidas pelas hidrelétricas são prejudiciais, pois lançam um grande número de CH₄ e esse número é comparável com o de CO₂ que é emitido pelas termelétricas...”

QUADRO 08: TEXTOS SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS PROCESSOS DE GERAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA.

Os textos produzidos pelas equipes descrevem a relação entre a produção da energia elétrica a partir de diferentes fontes e as consequências para o meio ambiente. Percebemos que ainda prevalece a concepção de que “combustível é energia, muito mais do que a ideia de que combustível contenha, ou seja, uma fonte de energia”. (BARBOSA; BORGES, 2006, p. 194).

Destacamos que nenhuma equipe procurou investigar de onde provinha a energia elétrica que atende a cidade de Juazeiro do Norte/CE. E notamos que as equipes 05, 06 e 07 apenas transcreveram fragmentos do texto sugerido, novamente recorrendo à cultura da cópia.

Uma terceira questão foi elaborada para incentivar reflexões relacionadas à frase: “Outra importante questão, quando se fala no sistema elétrico brasileiro, é a das perdas na transmissão e na distribuição.”, extraída do texto sugerido para leitura. Neste contexto questionamos se poderia ocorrer o gasto ou perder energia. Vejamos no quadro 09 a seguir partes dos textos construídos por cada grupo.

Equipe01: Não entregou a atividade.

Equipe02:

“A energia não pode ser criada nem destruída, mas pode ser transformada. Para responder essa questão posso citar o exemplo de um carro no qual a energia pode ser transformada em energia mecânica (cinética) e se observarmos o motor do carro esquentar, esse também é um tipo de energia na qual não se aproveita nada. Ela não pode ser criada nem destruída, mas pode ser mal utilizada.”

Equipe03:
“Sim quando gastamos ou perdemos energia e a perda de energia vai de acordo com o gasto que fazemos. Quanto mais gastamos, mais perdemos. Então acontece a perdas na transmissão e na distribuição e o desperdício no Brasil está sendo o mais elevado e mesmo sabendo dessa perda a maioria não tem consciência de mudar o desperdício e isso prejudica muito.”
Equipe04:
“Sim nós podemos perder ou gastar energia, através de várias práticas de atividades físicas, intelectuais e as atividades desportivas que consome muita energia.”
Equipe05:
“O Brasil perde bastante energia, pois o Brasil não tem uma boa distribuição de energia que chegou a atingir em 2007, 20,28%, pois este não deveria acontecer, porque países de fora eles tenta buscar melhoras para diminuir esta porcentagem, por causa disso é poluindo várias coisas.”
Equipe06: Não responderam esta questão.
Equipe07:
“Podemos gastar e não perder, pois a energia é sempre transformada, gasta, pois a maioria das fontes de energia são fontes esgotáveis, como por exemplo, a água.”

QUADRO 09: PARTE DOS TEXTOS SOBRE O PRINCÍPIO DE CONSERVAÇÃO DA ENERGIA.

A partir da leitura dos argumentos escritos expressos nos textos acima notamos que somente a equipe 02 apresentou uma posição científica que se aproxima mais da idéia do princípio de conservação e transformação, demonstrando uma compreensão de que o sentido da energia perdida está relacionado a uma forma de energia que não foi devidamente utilizada para fins de interesse prático, ou seja, para alguma exploração útil que venha beneficiar alguma atividade humana.

Em contrapartida os textos desenvolvidos pelas equipes 03, 04, 05 e 07 apresentam noções de que a energia “é gasta, perdida”, não havendo o entendimento de que poderá haver uma transformação. Apontamos que a posição dos estudantes na tentativa de explicar este princípio está relacionada à concepção de que a entidade energia é uma substância material, análogo a idéia do calórico. Mas seus argumentos nos remetem a reflexão de que o conceito de energia não é trivial o seu tratamento no espaço escolar, pois exige um esforço cognitivo que transpassa a observação da realidade em volta.

Mas revelamos ser a descrição deste conceito bastante emblemático e desafiador, sendo implicante o pensamento de que existe certa quantidade que denominamos de energia e que não se modifica nas múltiplas transformações pelas quais passa a natureza. Assim com a alegação de ser uma idéia muito abstrata, pois se trata de uma lei de conservação fundada em um princípio matemático. Neste sentido fala-se que há uma quantidade numérica que não se altera quando algo

acontece. Mas que “não é a descrição de um mecanismo ou algo concreto, mas apenas um fato estranho de que podemos calcular certo número e, quando terminamos de observar a natureza em suas peripécias e calculamos o número de novo, ele é o mesmo.” (FEYNMAN, 2004, p. 115)

Em uma breve análise ao tópico sobre o conceito de energia no livro texto de Física adotado na escola percebemos lacunas quando trata de sua definição, não se faz uma reflexão do que seria esta entidade, assim o autor diz que “um corpo possui energia quando ele for capaz de realizar trabalho” apontando diferentes formas em que pode estar manifestada a energia, por exemplo, no alto de uma cachoeira, um combustível, uma mola deformada e uma bomba atômica. (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997, p.237)

O que nos preocupa é que mesmo os alunos tendo a oportunidade de terem feito uma pesquisa, além da leitura dos textos propostos, ainda manifestam a idéia da energia como uma entidade findável.

A sugestão para produção do texto foi feita no segundo encontro, 14 de abril, com entrega marcada para o encontro seguinte, dia 28 do mesmo mês. Para facilitar a entrega dos textos, orientamos que poderia ser feita através do endereço eletrônico (email). Diante desta possibilidade e no sentido de que pudéssemos acompanhá-los por esta via de comunicação, formulamos uma lista onde poderiam escrever seus emails. A interação entre professor e aluno pelo email foi influenciada pela orientação de que,

com essas tecnologias também se desenvolvem processos de aprendizagem à distância. São as listas e os grupos de discussão, é a elaboração de relatório de pesquisa, é a construção em conjunto de conhecimentos e são os textos espelhando o conhecimento produzido, são os e-mail colocando professores e alunos em contato foras dos horários de aula, é a facilidade de troca de informação e trabalhos a distância e num tempo de grande velocidade. (MORAN; MASSETO; BEHRENS, 2000, p. 137).

Verificamos que apenas 20 alunos possuíam email, e que revelaram ter dificuldade de acesso a internet, alegando que geralmente recorriam a *lan-rouse*. Por outro lado, a escola também não promovia um incentivo maior para valorização desta ferramenta de comunicação tão comum e necessária nos dias de hoje. Tornou-se, portanto, inviável o recebimento das atividades por este caminho e os textos só foram recebidos no último dia de encontro e por escrito.

4.3 Considerações sobre o uso do computador: simulações e animações

Na sequência das atividades chegamos ao terceiro encontro, que seria dedicado à aula no laboratório de informática utilizando as simulações e animações. Tendo em vista o tempo reduzido de ínfimas duas aulas, pois também neste dia pretendíamos realizar a entrevista, surgiu a necessidade de mais um tempo de aula. A alternativa encontrada foi solicitar a segunda aula do professor de química “P”, que nos atendeu. Nesse caso, teríamos três aulas, sendo que a primeira e segunda aula seriam dedicadas ao laboratório de informática e na outra realizaríamos a primeira entrevista.

Após realizar a frequência, entregamos um pequeno texto que pode ser visto na figura 05, extraído do livro didático do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - Gref¹⁸ e disponível gratuitamente na internet. O objetivo foi a realização de uma rápida leitura, no intuito de aprofundamento do assunto e preparação para o estudo do tema com auxílios dos recursos computacionais.

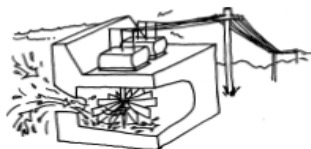
É necessário acrescentar que a utilização deste texto foi pensada durante o período da realização da intervenção, com a crença de ser relevante no sentido de resgatar discussões conceituais realizadas em semanas anteriores, tendo o pressuposto de que seria fundamental para facilitar ainda mais uma compreensão teórica no momento da manipulação dos simuladores e animações.

¹⁸ Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/>

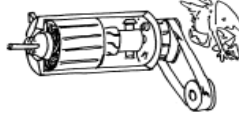
20 A produção de energia elétrica

Todos os aparelhos capazes de transformar alguma energia em energia elétrica são classificados como fontes de energia elétrica.

A maior parte da energia elétrica utilizada no Brasil provém de usinas hidroelétricas. Nessas usinas a água é represada por meio de barragens, que têm a finalidade de proporcionar um desnível de água capaz de movimentar enormes turbinas. As turbinas são formadas por conjuntos de pás ligadas ao eixo do gerador de eletricidade, que é posto a girar com a passagem da água.



Além dos geradores de eletricidade das usinas, temos também os alternadores e os dinamos de automóveis que têm o mesmo princípio de funcionamento. A diferença se dá na mancomunação e saída do eixo do gerador: através da explosão do combustível no cilindro do motor.

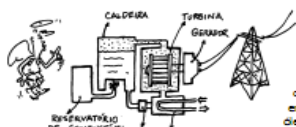


Outra forma de utilização de energia elétrica é através do processo de separação de cargas. Um exemplo bastante típico desses geradores é a pilha e também nas baterias comumente utilizadas em rádios, brinquedos, lanternas, relógios, etc.



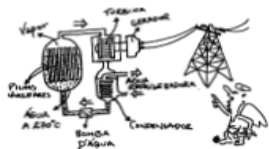
Nesses sistemas uma reação química faz com que cargas elétricas sejam concentradas em certas regiões chamadas polos. Assim obtêm-se os polos positivos (onde se concentram ions com carga elétrica e espósons negativos (onde os ions tem elétrons em excesso). Através desses polos, tem-se a tensão elétrica que permite o estabelecimento da corrente elétrica quando um circuito ligado a eles é fechado.

Além da reação química, existem outras formas de se promover a separação de cargas. Nas portas automáticas e sistemas de segurança, a separação de cargas é produzida pela incidência de luz sobre material fotosensível. O resultado é a corrente elétrica num circuito.



As turbinas podem também ser movimentadas por vapor d'água a alta pressão. Nesse caso, as usinas são termoeletricas ou nucleares.

Nas termoeletricas, o vapor d'água, é obtido através do aquecimento de água em caldeiras, pela queima de carvão, óleo, derivados de petróleo. Já nas usinas nucleares, o vapor d'água é obtido através da fissão do urânio.



Quando o dinamo está em contato com a roda, o seu movimento de rotação é transferido para o eixo do dinamo pelo contato com o pneu.



Como o ímã é fixado ao eixo, ele fica girando tendo as bobinas ao seu redor. O fato da lâmpada do farol acender está associado a esse movimento.

No dinamo não há contato físico entre o ímã e as bobinas. Entretanto, elas se influenciam mutuamente. Como diz Paulinho da Viola, é preciso lembrar que "a vida não é só isso que se vê, é um pouco mais, que os olhos não conseguem perceber...". Neste caso, esse algo mais, invisível, mas real, é o campo magnético, no qual as bobinas estão imersas. Deste modo, por meio do campo magnético as partes fixa e móvel do dinamo podem se "comunicar".

Mas isso não é tudo, porque apenas a presença do ímã no interior do dinamo não é suficiente para acender a lâmpada. Isso pode ser compreendido usando-se o princípio da conservação da energia. Quando a lâmpada está acesa, ela irradia continuamente energia luminosa e térmica para o meio. Se o acendimento da lâmpada pudesse ser causado apenas pela presença do ímã em repouso, isso significaria que a energia estaria "salindo" do interior desse ímã, o que sugere que ele deveria "gastar-se" depois de um certo tempo. Entretanto, ímãs não se "gastam", ao contrário das baterias.

É aí que entra o arroz e feijão!
Alguém tem que pedalar a bicicleta para acender o farol ou girar o eixo do dinamo para acender o led.

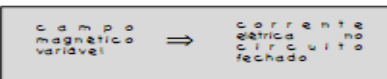
De acordo com o princípio da conservação de energia, o fluxo contínuo de energia luminosa e térmica para fora do sistema não pode ser causado por algo que não muda ao longo do tempo. Em outras palavras, não há como o ímã parado possa "bombear" energia, continuamente, para a lâmpada. Para que isso ocorra é preciso fornecer energia e isto é feito através do movimento. Para facilitar a discussão do fenômeno físico da geração de corrente elétrica pelo dinamo de uma bicicleta, vamos representá-lo esquematicamente por um ímã colocado entre duas espiras.



O campo magnético de um ímã parado varia de ponto para ponto do espaço, mas em cada um desses pontos ele permanece constante no tempo. Quando o ímã gira, como acontece com a parte móvel do dinamo de bicicleta o campo magnético varia no espaço ao redor dele. Essa variação gera um campo elétrico produzindo uma corrente elétrica que é percebida com o acendimento da lâmpada

O funcionamento do dinamo ilustra um caso particular de uma das quatro leis gerais do Eletromagnetismo: a lei de Faraday, segundo a qual uma corrente elétrica é gerada num circuito fechado sempre que houver uma variação de um campo magnético nessa região.

Esse processo de geração de corrente pode ser representado pelo seguinte encadeamento de efeitos:



Acorrente elétrica que surge também é chamada de corrente induzida.

A LEI DE LENZ

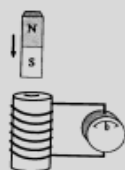
Faraday descobriu que uma corrente elétrica é gerada num circuito elétrico fechado, colocado numa região onde haja um campo magnético variável.

Este fenômeno recebeu o nome de indução eletromagnética, e a corrente que surge é chamada de corrente induzida.

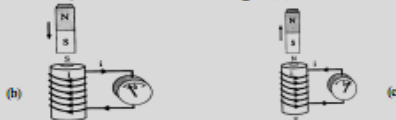
Um outro trabalho foi realizado para saber o conhecimento do sentido desta corrente induzida, que não é qualquer. De tem relação com a causa que lhe deu origem. É isso que nos informa a chamada lei de Lenz:

O sentido da corrente induzida é tal que, o campo magnético criado por ela, se opõe à causa que lhe deu origem.

Para entendermos o significado dessa nova lei observe a situação mostrada na figura (a).



O ato de empurrar um ímã na direção da espira corresponde à "causa" responsável pela origem da corrente induzida na espira. De acordo com a lei de Lenz, o campo magnético da corrente induzida deve se opor à aproximação do ímã, ou seja, o ímã deve ser repellido. Assim, na situação indicada para que ocorra repulção ao ímã, a face da espira voltada para ele deve corresponder ao "polo" sul. Para isso ser possível, a corrente induzida deve ter o sentido indicado na figura (b). Se afastarmos o ímã da espira, a corrente induzida deve também opor-se a essa separação. Para tanto, dará origem a um "polo" norte na face da espira voltada para o ímã como indica a figura (c).



A aproximação ou o afastamento do ímã em relação à espira encontra uma certa resistência que precisa ser vencida. Isso significa que é necessário a realização de um trabalho por um agente externo. Esse comportamento, está de acordo com o princípio da conservação da energia, já estudado anteriormente.

Figura 05: Parte de textos contidos no livro didático que trata da geração da eletricidade (GREF, 1998, p. 20, 83, 84)

É importante lembrar que existiu uma enorme disposição dos alunos para se deslocarem até a sala de informática, alegaram que eram raros os momentos que tinham aula no laboratório. A sala de informática disponibilizava apenas 20 computadores e um deles não estava em perfeito funcionamento. A acomodação de 34 estudantes em 20 máquinas foi embaraçosa, sendo necessário acomodar dois estudantes por computador. Algumas máquinas apresentaram uma lentidão de acesso aos sites solicitados, imprimindo um ritmo diferente e revelando uma problemática de tempo de espera, fator preocupante em virtude das curtas aulas disponíveis. Após orientações para utilizarem o software *Phet* encontraram dificuldades para ativar a simulação sobre “a indução eletromagnética”, revelando que, para muitos, esta tarefa consistia em uma situação nova.

No primeiro contato com o simulador surgiram pedidos de explicações que pudessem ajudá-los na compreensão do conceito de indução eletromagnética através da simulação apresentado no computador. A mediação da atividade foi feita a partir do texto do Gref, especificamente o que tratava sobre o processo de geração de energia elétrica a partir de um dínamo, a leitura e discussão foi realizada em pouco mais que 15 minutos. Durante o momento da aula o estudante “ES” perguntou como conseguimos adquirir esses recursos e demonstrou interesse e envolvimento durante toda a atividade.

Após a experiência no laboratório de informática e tendo organizado a turma em sete grupos de estudos, realizamos uma entrevista com um membro de cada equipe após os momentos de discussões promovidas durante a aula com o auxílio dos recursos computacionais.

É necessário acrescentar que, conscientes do tempo desta intervenção que abrangeria quase o primeiro bimestre, e que seria necessário e obrigatório a atribuição de um score como critério de avaliação a ser entregue a secretaria da escola, propusemos para cada atividade realizada, a atribuição de um valor de +2 pontos a ser agregado em uma mensuração obrigatória exigida pela Secretaria de Educação entre 0 e 10 pontos. Então, desenvolvemos para essa experiência 02 questões para reflexões que seriam respondidas pelos alunos que não iriam participar da entrevista, e que seriam levadas em consideração para fins de avaliação. As questões exigiam uma argumentação descritiva, e a primeira pedia que descrevessem o que entenderam sobre a indução eletromagnética quando da utilização do simulador. Enquanto a segunda solicitava uma descrição das fontes de

geração de energia elétrica vistas nas animações, e que acrescentassem a sua opinião sobre as vantagens e desvantagens com relação aos impactos ambientais subjacentes as diferentes formas de geração de energia elétrica.

Ressaltamos novamente que a atribuição de uma nota a cada semestre é uma obrigatoriedade exigida pela direção da escola e que seria encaminhada para CREDE 19. Consideramos este modelo de avaliação limitado e deficiente, pois está baseado estritamente apenas em um caráter quantitativo. Concordamos com Ausubel quando afirma que nos currículos educacionais a abordagem de ensino expositivo e de aprendizagem por recepção fomenta a aprendizagem de verbalismo vazio, e está fortemente desprovido de significados e de compreensão. É neste sentido que o autor faz uma crítica aos sistemas de avaliação, definindo como mal sucedida a utilização de procedimentos de avaliação que avaliam somente a capacidade de se reconhecerem fatos discretos, ou de se reproduzirem idéias pelas mesmas palavras ou no contexto idêntico ao encontrado originalmente (AUSUBEL, 2003).

Construímos questões guias (Anexo 05) para nortear esta primeira entrevista, planejada de forma a não ser intrusiva, no sentido de incentivar a argumentação dos alunos sobre o tema e que pudessem relatar sua experiência com o uso da simulação. Posteriormente desenvolvemos um trabalho cuidadoso das transcrições procurando com atenção analisar os principais argumentos dos estudantes entrevistados.

Os alunos que participaram desta primeira entrevista foram “YU” da equipe energia solar, “FR” da equipe energia eólica, “SA” da equipe energia nuclear, “SM” da equipe energia mecânica, “PE” da equipe energia térmica, “PH” da equipe energia química e “SL” da equipe energia elétrica, portanto consistiu em uma entrevista com um grupo de 7 alunos.

Uma primeira questão provocadora foi colocada no intuito de que os alunos manifestassem suas percepções sobre a finalidade dos simuladores e animações apresentados. Destacamos a fala do estudante Y quando expressa,

“Na minha opinião, a finalidade deles é ajudar os alunos a compreensão do que na verdade se trata da, no caso lá é a energia hidroelétrica e ele explica de uma forma visual todo movimento do que a turbina faz, que proporciona os imas, e nele você consegue ver, compreender por causa que ele apresenta o campo magnético, você consegue ver nele o campo magnético

fica mais fácil para você compreender por que o imã faz a turbina girar.” (YU)

“No caso na usina real, iria conseguir ver, tipo assim o movimento das turbinas, iria conseguir ver o gerador e a eletricidade sendo jogada para os fios, só que o campo magnético que na verdade é o que faz com que essa energia seja gerada, a gente não consegue ver ele na realidade só vai conseguir ver ele com a ajuda do simulador.” (YU)

O pensamento colocado pelos estudantes revela a complexidade do entendimento de como a energia elétrica é gerada, e expressa à idéia do campo magnético como uma entidade invisível, chamando a atenção para a importância do simulador para melhor visualização e compreensão deste conceito.

É oportuno destacar um dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica defendida por Moreira (2005) quando discute o princípio da incerteza do conhecimento, sugerindo que a Física deve ser constituída de metáforas em seus fundamentos, citando o exemplo do campo elétrico e magnético como se fosse constituído por linhas de força imaginárias.

É interessante dizer que com o uso do simulador e as animações no estudo do conceito de energia e suas transformações ocorre à interação de diversos conceitos. Por exemplo, enquanto o livro texto de Física apresenta tópicos fragmentados sobre como a energia pode se manifestar, tendo como consequência uma aprendizagem fragmentária e mecânica, o simulador utilizado sugere uma preocupação total do conteúdo a ser estudado. Embora autores como Ausubel critiquem a prática usual dos livros textos em separar idéias e tópicos em capítulos e seções, este modelo ainda resiste e predomina no ambiente escolar.

A pesquisa denota outras explicações dos estudantes relacionadas ao processo de geração da energia elétrica e as diversas possibilidades de sua produção quando estudados com o auxílio das animações e simulações,

“São vários assuntos, porque qualquer atividade que ela conseguir fazer com que o gerador funcione ela vai gerar uma energia elétrica, tanta a eólica, como o desnível da água que faz com que rode as turbinas, o que foi proposto na primeira pergunta, é...o motor a diesel, ele gerando...a termoelétrica e as usinas nucleares. A energia solar também sendo transformada em energia elétrica.” (YU)

“Todos os derivados do petróleo também pode gerar a energia elétrica, é todo derivado do petróleo, como o carvão e dentre outros.” (PE)

É neste sentido que concordamos com a idéia de que a organização do conteúdo deve não só proporcionar a diferenciação progressiva, mas também explorar relações entre proposições e conceitos, chamando a atenção para diferenças e similaridades relevantes e reconciliações inconsistentes, reais e aparentes (MOREIRA; MASINI, 2001).

Vejamos as concepções dos alunos, após o momento didático utilizando os recursos de simulação e animação, sobre a necessidade do movimento do ímã no simulador, quando nestes recursos foi representado um modelo simplificado de uma situação de uma turbina de geração de energia elétrica. Os estudantes argumentaram:

“Pra fazer girar o reator.” (YU)

“Não dentro da turbina têm dois ímãs, um de um lado e outro de outro, e no centro dela tem um...um...um eixo coberto de cobre que gira e vai aumentando a velocidade dos elétrons e assim os elétrons vão se movimentando, e aí vão ver que os elétrons vão se movimentando...vão ser...” (PE)

“Provoca uma variação do campo magnético.” (PH)

“Aí os elétrons vai...é...ser transmitidos diretamente para a rede de energia...daqui pra lá vão tipo...” (PE)

“Movimento alternado né.” (PH)

“É alternado.” (PE)

“Produzindo conseqüentemente a energia, né.” (PH)

Procuramos nesta intervenção valorizar as explicações dos estudantes, assim corroborando com a idéia da importância da linguagem na Aprendizagem Significativa. De fato, como reconhece Ausubel (2003), a linguagem desempenha um papel integral e operativo no raciocínio e não meramente um papel comunicativo, e sem a linguagem, é provável que a aprendizagem significativa fosse muito rudimentar.

Em seguida chamou a nossa atenção o argumento do aluno PH:

Como está em energia potencial, debaixo desses dois ímãs se orientados no eixo que vai começar a rodar, que esse movimento é um efeito de rotação, vamos dizer assim, né professor, vai provocar variações no campo magnético, né? (PH).

Percebemos a existência de subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aluno PH, pois apresentou indicações da relação entre o efeito de rotação e conseqüente variação do campo magnético. É neste sentido que chamamos a atenção para aqueles fatores que podem facilitar a aprendizagem significativa nas salas de aula de Física, sobretudo, as propriedades da estrutura de conhecimentos já existentes no momento da aprendizagem, consideradas por Ausubel o fator isolado mais importante justamente porque envolve o impacto de todas as experiências de aprendizagem anteriores que possui relevância para os processos de aprendizagem atuais (AUSUBEL, 2003).

Dentre os vários princípios da Aprendizagem Significativa Crítica defendida por Moreira, nos chamou atenção a tese de que o aprendiz é um perceptor/representador, assim “a aprendizagem significativa crítica implica na percepção crítica e que só pode ser facilitada se o aluno for, de fato, tratado como um perceptor do mundo e, portanto, do que lhe for ensinado, a partir daí um representador do mundo, e do que lhe ensinamos”. Neste contexto Moreira (2005, p. 25) enfatiza que a discussão sobre a recepção é inócua, argumentando que o importante é a percepção.

Embasado neste princípio formulamos a pergunta se a energia poderia ser gasta ou consumida, solicitando uma justificativa. Vejamos algumas de suas percepções,

“Pode, pode, acabar sim, de certa forma...” (SL)

“De certa forma, pois pelo conceito visto é que ela não acabava ela se transformava, no caso de energia elétrica em energia mecânica, por exemplo, o ventilador ele vir a rodar, a hélice rodar, ele vai ter que haver a transformação, por meio do...do. No caso o que vai fazer com que ela gire é o transformador, ele vai transformar a força da energia elétrica em uma força potencial de rotação que faça com que a hélice rode e produza a energia do vento no caso.” (YU)

“É ela pode ser transformada. Concordam?” (PE)

“É uma lei né.” (PH)

Para o aluno SL a energia é uma entidade que pode ser gasta. Mas para os alunos YU, PE e PH notamos, mesmo de forma confusa, indícios de subsunçores sobre o princípio de conservação da energia, idéia bem consolidada no contexto da Física. A despeito de como ocorre esse princípio, os estudantes debateram entre si e acrescentaram:

“Mas a energia tal como, ela se transforma em que?” (FR)

“Se transforma em energia elétrica.” (SA)

“Por exemplo, a função do vapor é...é...aquece a água aí gera o vapor, que ele vai...o vapor tem a tendência de escapar para algum local, aí neste intermédio dele escapar, ele vai passar pela turbina e vai dar o resultado que PH falou, que a turbina gira e através do gerador vai gerar energia elétrica.” (YU)

“Também professor, os elétrons vão ficar agitados e aí vai consegui é... vai girar o gerador.” (PE)

Como vimos o aluno PE, tentando explicar como o vapor provoca o movimento do eixo da turbina, aproxima-se da idéia conceitual da energia cinética média das partículas do vapor. Nesse sentido, percebemos um avanço dos alunos para a compreensão da energia como uma entidade que pode transformar-se. No entanto, ainda é complexa a mudança conceitual, resistindo a idéia de que a energia é consumida e pode acabar. De acordo com Moreira (2005), é improvável que alteremos nossas percepções a menos que se frustrem nossas tentativas de fazer algo a partir delas, sendo difícil de modificar nossas percepções, mesmo que digam que elas estão erradas, enquanto elas funcionam para nós.

Portanto, reafirmamos a idéia de que a aprendizagem significativa é progressiva, no sentido de que os significados vão sendo captados e internalizados progressivamente, sendo imprescindível a linguagem e a interação pessoal (MOREIRA, 2005). Nesse sentido e com o objetivo de investigar suas opiniões sobre a experiência do uso dos recursos computacionais, particularmente o uso da simulação e da animação e suas possibilidades e limitações no tratamento deste conteúdo, afirmaram:

“Com certeza, porque, só escutar não dá para agente ter uma idéia e quando você ver fica mais fácil de você assimilar.” (FR)

“E até mesmo com o objetivo...quando o professor chegava na sala e explicava que existia uma onda eletromagnética e tal, você tentava imaginar, mas você nunca ia ter noção que na...a noção quase que real que o simulador faça... a noção real de como é que funciona essa energia magnética.” (YU)

“Dependo do que pretende passar né professor...porque...por conta da pessoa levar choque, é uma das grande afirmações... de a corrente elétrica por ali né, de que ela existe.” (SM)

O argumento do aluno YU revela uma compreensão de que a simulação é apenas uma simplificação da realidade, consideramos um fator importante, pois o estudante está ciente de que a simulação por si só não poderá substituir o fenômeno real. Já o aluno SM valoriza o uso da simulação em situações onde uma experiência real poderá envolver risco, idéia similar ao que defendemos nesta investigação.

Retrucando a fala do estudante SM, os alunos FR e PH referindo-se a existência não observável da corrente elétrica defendem o uso da simulação nos seguintes termos:

“Não, saber a gente sabe que existe, mas não da forma que ele mostrou” (FR).

“Mas fica mais fácil de compreender” (PH).

Como pode ser observado houve a aprovação para o uso das simulações e animações, não como um fim em si mesmo, mas como um recurso complementar ao processo de ensino e aprendizagem e, principalmente, quando do tratamento de conceitos abstratos na Física. A fala dos estudantes nos remete a idéia de Ausubel de que,

a experiência de Aprendizagem Significativa é subjetivamente agradável e familiar e aguçada, também, e que a curiosidade intelectual e a perspectiva de se adquirirem novos conhecimentos, em vez de provocar uma reação como se fosse uma tarefa não recompensada e desagradável da aprendizagem por memorização que envolve um esforço cognitivo indevido (AUSUBEL, 2003, p. 15).

O aluno PH no momento da realização da aula no laboratório e manipulando o simulador que tratava sobre a indução eletromagnética diz que as bolinhas vistas no simulador (tratando-se da corrente elétrica induzida gerada pela variação do campo magnético) seriam os elétrons, dizendo que este seria um modelo para representar esses elétrons, e que os mesmo não poderiam ser vistos a olho nu. Então outros alunos corroboram,

“Cara a mesma coisa são as bactérias, você não pode ver, mas você pode inalar uma daquelas bactérias em você né, e pegar uma doença, mas sem ver.” (SL)

“Do mesmo jeito que ficou mais fácil usar o simulador para ver é...do mesmo jeito você pode ver a bactéria, se você pegar um microscópio e olhar de bactéria a bactéria...” (PH)

“Será que você só vai aprender, assim a...a, acreditar numa coisa se você ter que provar? Ter que pegar naquilo? Por exemplo não tem nada aqui, aí você diz ôô aqui tem a bactéria do tétano, aí você pega e corta e bota o tétano, aí...né não professor” (SL)?

Acreditamos que o estudante PH esteja referindo-se ao modelo apresentado no simulador que são o movimento de elétrons e os traços imaginários das linhas de força do campo magnético. Percebemos também que o estudante SL na fala acima se aproxima da concepção empírico-indutivista.

Alguns alunos enfatizaram que esses recursos computacionais foram importantes para o estudo em questão, mas sempre ressaltando que também poderia ser acompanhado de uma aula de campo, por exemplo, uma visita a uma usina hidrelétrica. Mas, infelizmente, conforme já relatamos, a usina mais próxima – a usina de Xingo – encontra-se a 500 km da cidade de Juazeiro do Norte/CE, na cidade de Piranhas/AL.

“É por experiência própria, por exemplo, eu não sabia, mesmo explicando várias vezes como é que...acontecia a energia elétrica, eu só vim assimilar mesmo, hoje, depois do simulador, que tem a energia potencial, que pode ser da torneira, pode ser numa cachoeira, alguma coisa que tem gerando energia elétrica, usei os ímãs... mas ficou muito mais fácil de assimilar depois do simulador..você fica mais fundamentado e começa a compreender como é que é gerada aquela energia...” (PH)

“E a parte do reator também, é, por exemplo, o senhor perguntou sobre o uso do simulador, pra mim foi muito importante porque, um exemplo se agente fosse fazer uma aula de campo pro uma hidrelétrica, ver como era que funciona lá em uma hidroelétrica..é...é...é com o simulador eu ia conseguir entender bem melhor na hora que eu tivesse vendo todo o processo, eu ia saber por que tava acontecendo àquela transformação da energia porque ali tava envolvendo a...a...aquele campo magnético aí eu ia conseguir imaginar ele, coisa que sem a ajuda do simulador quando eu chegasse lá não ia compreender e nunca ia imaginar de tal forma como seria...” (YU)

“Então é melhor ver uma teórica para depois ir para prática.” (PH)

As enunciações dos estudantes evidenciam uma compreensão de que os simuladores são uma imaginação auxiliada pelo computador, mas deixando claro que é imprescindível a existência de uma aula de campo após uma discussão teórica.

É neste sentido que destacamos a idéia de Ausubel de que os seres humanos têm a tendência de trabalhar mais e sentem-se muito mais motivados quando as atividades de aprendizagem que iniciam fazem sentido, em vez de não o

fazerem, e se podem lembrar e depois articular pelas próprias palavras. Outro fator é que quando essa aprendizagem surge acompanhada de interiorização e de compreensão das relações, formam-se “vestígios estáveis” que se recordam durante mais tempo (AUSUBEL, 2003, p. 15).

4.4 Considerações sobre a aula na sala de vídeo

O quarto encontro foi o momento da apresentação do vídeo “a guerra elétrica” e, concomitantemente transcorreu a realização da segunda entrevista realizada também com sete alunos com um aluno representante de cada equipe.

A entrevista aconteceu na sala de vídeo e precisou ser efetivada na 5ª aula, sendo necessário solicitar ao professor responsável por esta aula a liberação daqueles estudantes para que pudessem contribuir com a pesquisa.

É importante dizer que os alunos que participaram desta segunda entrevistas foram “PA” da equipe energia eólica, “JA” da equipe energia mecânica, “FR” também da equipe energia eólica, “JB” da equipe energia térmica, “YA” da equipe energia elétrica, “PH” da equipe energia química e “TH” da equipe energia solar. Nenhum representante da equipe energia nuclear se dispôs a participar desta entrevista.

Nesta fase também foram elaboradas questões norteadoras (Anexo 06), servindo de guia para oportunizar os alunos entrevistados a exporem suas opiniões sobre este outro momento de estudo em que foi utilizado o recurso do vídeo.

Então solicitamos que explanassem o que acharam de interessante no vídeo assistido, vejamos uma primeira contribuição,

“O que eu achei mais interessante é o nome do filme a guerra elétrica, porque, o significado que eu acho, são vários indivíduos brigando através de uma solução e é cada vez mais um com a teoria e outro avançando, avançando....Não só a eletricidade né, por exemplo a radioatividade, por exemplo, foi criado a radioatividade depois Marie Curi e Pierrri Curie foi tudo cada um avançando a teoria do outro foi chegando a uma conclusão, cada vez mais melhorando. Por exemplo na eletricidade criou a lâmpada, a energia e assim foi...” (TH)

“Apesar da derrota do Thomas Edson né, foi até bom, porque insinuou outras pessoas a buscar a melhoria e se ficar só em um aí ia ser só aquilo, e como houve buscaram melhorar trouxe mais benefício.” (FR)

A fala dos alunos “TH” e “FR” demonstram uma preocupação para uma inserção da perspectiva da Histórica e Filosofia da ciência no ensino de Física, resgatando as discussões sobre a importância do contexto histórico e social articulado com a produção científica, e alertando para um entendimento de que a ciência é desenvolvida pela contribuição de vários pensadores e sendo influenciados pelos acontecimentos sociais.

Na teoria da Aprendizagem Verbal Significativa Ausubel propõe a utilização de “organizadores avançados” definidos como materiais introdutórios a um nível mais elevado de abstração, de generalidade e inclusão do que a própria tarefa de aprendizagem, tendo como finalidade a implementação dos princípios de diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, que iremos discutir com mais detalhes na próxima seção quando tratarmos dos mapas conceituais.

Destacamos que no vídeo apresentado foram discutidos os dois tipos de corrente elétrica, “a corrente contínua” e a “corrente alternada”, sendo que suas definições foram vistas de forma mais geral do que se fosse estudar de forma mais detalhada este conteúdo. Assim, consideramos o vídeo exposto como um organizador avançado que estabeleceu a relação entre o que o estudante já sabia sobre este conceito e a definição do conceito como uma informação nova. Os alunos expressaram suas percepções sobre os tipos de corrente elétrica discutida no vídeo que pode ser verificado nos argumentos abaixo,

“A corrente alternada foi a que foi mais utilizada assim na época e tal, o que fez a pessoa ficar mais conhecida foi Thomas Edson por causa da invenção da lâmpada e tal né, mas a idéia dele não foi aceita porque não era muito conveniente e prática como a de...Westhouse.” (PH)

“É porque a alternada é mais... a vantagem dela é que agente liga em uma tomada, alguma coisa que você tem em casa que desse pra alternar energia cinética em alguma coisa...é o caso daquelas de pilhas que tem dois pólos, no caso utiliza as duas, um gerador de energia e outro energia alternada...” (JB)

Observamos que o aluno JB faz uma inversão do significado da corrente alternada, confundindo-a com o significado de transformação, quando argumenta que o sentido seria de alternar duas formas de energia e não se referindo a uma mudança no sentido da corrente elétrica.

Também foi sugerido que relatassem as manifestações de energia que conseguiram observar durante a apresentação do vídeo e as respostas foram marcadas por afirmações diretas e confusas, tais como:

“Foram duas né, a energia contínua e a energia alternativa né.” (PH)

“Mais o vídeo teve a solar né e a do espelho.” (FR)

“A solar.” (PA)

“E a elétrica.” (TH)

“A eólica.” (JB)

Diante das enunciações precedentes pode-se perceber que os estudantes ainda confundiam os tipos de energia e não conseguiram compreender de forma eficaz as diferentes formas de geração da energia elétrica, mesmo tendo assistido o vídeo ainda apresentaram dificuldades de diferenciá-las.

Formulamos outra questão direcionadora que se referia à transformação da energia a partir de um fragmento discutido no vídeo, tendo como recorte a seguinte frase: “quanto maior a distância que a eletricidade tenha de percorrer maior é a perda de energia.” Provocamos reflexões a respeito da compreensão deste argumento, gerando polêmica entre os alunos entrevistados. Alguns persistiam na visão de que a energia poderia se acabar, mas veremos que a sequência do debate transcorre rumo a um avanço e uma compreensão, no contexto da Física, do significado de transformação de energia.

“É o que agente já falou sobre isso na outra aula, vai ficar uma opinião igual, meio que igual.” (FR)

“É por que como ele falou se a energia pode ser gasta ou consumida é porque...quanto maior a distância mais vai perder energia, aquela energia solar que vai sendo substituída e armazenada vai se acabando e a tendência é armazenar aquela energia solar para ela não se perder, então ela pode ser gasta e pode ser consumida. Então ela fica mais fraca, vai perdendo a força. Quando ela é energia solar ela tem força maior, mas quando ela é uma fonte de energia que vai para outro local, quanto mais distante vai ter maior perca de energia.” (JB)

A aluna FR tendo participado da primeira entrevista sobre as questões relacionadas ao uso do simulador e animação, em que houve uma reflexão análoga a esta, afirma que iríamos adentrar na mesma discussão. Mas salientamos que, do

grupo de entrevistados, apenas ela participou da primeira entrevista, pois insistiu em colaborar com a discussão.

Verificamos nos argumentos do aluno JB a concepção de que a energia pode ser perdida, mas não em um sentido de ser convertida em outra forma, mas de se extinguir, como numa perda de força. Diante a esse debate percebemos que os alunos progridem para uma explicação que tenta uma linguagem científica mais elaborada, sendo relevante conferirmos o pensamento da aluna PA,

“Assim ô tem falando aqui que um tubo de prata com revestimento de cerâmica, era o supercondutores, a corrente era transmitida com zero por cento de perda e o de cobre convencional a perda de transmissão era enorme nera. Acho que quanto maior a...assim o fio por onde passa a energia ela vai se dissipando, aí fica mais complicado.” (PA)

A aluna PA usa um termo muito usado na linguagem da Física o de dissipação da energia, então tentamos explorar os significados iniciados por ela a respeito deste termo, obtendo as seguintes explicações,

“É se acabando.” (PH)

“É se acabando, diminuindo.” (T)

“Gasta é no mesmo sentido de ser dissipada.” (PA)

Essa discussão gerou em alguns momentos um silêncio, acredito que se esforçavam para tentar explicações sobre o assunto, mas que resistiam em mudar as suas concepções prévias, tornando-se difícil o abandono das suas idéias alternativas sobre este assunto. Mesmo já tendo estudado o assunto em séries anteriores, estava ausente em suas falas a idéia de conservação da energia, persistindo a compreensão de que a energia pode se acabar. Este fato pode ser considerado como um obstáculo epistemológico que tratamos no capítulo III.

É neste sentido que concordamos com Moreira (2008) quando diz que o conhecimento prévio poderá impedir que o aprendiz perceba o novo conhecimento como novo, sendo neste caso o conhecimento prévio uma espécie de bloqueador da aprendizagem. Assim é relevante a idéia da necessidade de haver uma negociação de significados no processo de ensino e aprendizagem,

a negociação de significados no processo de ensino e aprendizagem de modo a levar o aluno a discriminar entre significados aceitos e não-aceitos no contexto da matéria de ensino sem, contudo, tentar apagar, ou tirar, da estrutura cognitiva do aprendiz os significados idiossincráticos. Tais

significados resultam de aprendizagens significativas, e estas são “inapagáveis”. É uma ilusão pensar que é possível eliminar certas aprendizagens significativas “erradas” e substituir por “certas” (MASINI; MOREIRA, 2008, p. 30).

Dentro da mesma discussão e na tentativa de relacionarmos este estudo com situações do cotidiano, indagamos se em suas residências gastavam energia. As respostas convergiram em interessantes relatos, importantes para suscitar reflexões mais elaboradas para o contexto da Física,

“É agente consome energia” (JB).

“Gastamos nos eletrodomésticos” (TH).

“No caso ela é transformada, né” (FR)?

Como observamos à aluna FR enuncia a idéia de transformação e, portanto de conservação. Valorizando seu apontamento solicitamos que clareasse melhor seu pensamento, surgindo intervenções dos colegas,

“No caso no ventilador a energia é transformada em vento né, como é o nome?.... Mecânica.” (FR)

“Eólica, na produção do vento e Mecânica da rotação né.” (JB)

“Então pode-se dizer que a energia não é gasta né, e sim transformada. Então ela é passada pros fios né, por etapa, então uma determinada energia pega e se transforma em outra pra nunca se esgotar.” (PH)

“É uma sucessão no caso, uma sucede a outra.” (FR)

Como podemos verificar nas discussões, os próprios alunos foram elaborando através do debate explicações para esse princípio que faz parte do contexto da Física, em direção a um entendimento, com opiniões que se complementaram. Dando prosseguimento ao debate, apresentamos um questionamento sobre a corrente alternada, solicitando que falassem sobre a geração da corrente alternada, lembrando-os que um dos precursores neste estudo foi o jovem Nicolas Teslas. Nesta perspectiva pedimos que falassem o que entenderam sobre a corrente alternada, ou melhor, de sua geração. Após o levantamento da questão os alunos entrevistados ficaram em um longo silêncio, não obtendo contribuições de imediato. É importante destacar que mesmo tendo utilizado os recursos de simulações e animações, assim como o vídeo, ainda

prevaleceram dúvidas sobre como se processava a geração da corrente elétrica induzida. Ficamos surpresos quando a aluna JA afirmou,

“Agente nunca viu isso não.” (JA)

A partir da afirmação acima e do silêncio gerado especulamos que os estudantes tiveram dificuldade de compreender a idéia da “indução eletromagnética”, e que o tempo foi bastante limitado para que tornasse esse novo conhecimento modificado e diferenciado em sua estrutura cognitiva. Talvez não tenham estudado ou visto o assunto em séries anteriores, mesmo sendo alunos no final do ensino médio. É necessário afirmar que somente é planejado o conteúdo sobre a geração de energia elétrica no último ano do ensino médio.

Outro fator que contribui para tardar esse tratamento é a forma como são organizados os tópicos conceituais nos livros didáticos da disciplina de Física, onde se valoriza a divisão e a fragmentação, com grande ênfase para o estudo da mecânica. Corroborando com este pensamento Ausubel (2003, p. 166) faz um alerta quando diz que,

a prática mais habitual dos manuais é segregare, em termos tópicos, os materiais homogêneos em capítulos e subcapítulos separados e ordenar a disposição destes apenas na base de relacionamento tópico, sem se ter em consideração o grau relativo de abstração, generalidade ou inclusão dos mesmos. Esta prática é incompatível com a verdadeira estrutura da maioria das disciplinas e é incongruente com o processo em que se postula a ocorrência da aprendizagem significativa, com a organização hierárquica da estrutura cognitiva em termos de gradações progressivas de inclusão em sentido descendente e como mecanismo de acréscimo através de um processo de diferenciação progressiva de uma área indiferenciada.

Mesmo diante deste modelo de ensino onde prevalece a dilaceração do todo, resquício da concepção mecanicista, marca da ciência moderna. Especulamos que talvez os educandos já tenham estudado o conceito de corrente elétrica em sua trajetória escolar. Mesmo assim, dizem que nunca estudaram, demonstrando neste caso se constituir em um tipo de aprendizagem por memorização que tem como característica um grau de esquecimento acelerado.

Consideramos essas revelações ser uma situação preocupante, pois acreditamos ser um tópico imprescindível, em virtude de estar tão presente em muitas situações do cotidiano. E para alargar o problema, em uma rápida análise do livro didático utilizado na escola percebemos que são poucas as explicações

fenomenológicas e conceituais, voltando-se excessivamente para um entendimento quantitativo, por exemplo, da expressão da lei de Faraday, definindo uma força eletromotriz induzida provocada por uma variação do fluxo elétrico em um intervalo de tempo, com uma ênfase exagerada aos exercícios de aplicação mecânica de fórmulas.

Os estudantes PA e PH procuram responder a questão não na tentativa de explicar como se processa a geração da energia elétrica, mas recorrem sempre para uma perspectiva de ganho econômico e competitivo em termos de distribuição.

“Assim, é de certa forma é o que agente usa até hoje né, tem uma melhor forma de distribuição já que só um único ponto de distribuição pode é...é. E mais prática pela parte que podia distribuir melhor a energia, já que não precisava ter tanta coisa espalhada, porque podia abastecer de energia uma área maior.” (PA)

“Assim pode...é você pode fazer uma comparação entre o que Thomas Edson inventou e o que Nicolas Tesla fez. Nicolas Tesla fez praticamente a mesma coisa o que Thomas Edson só que na forma bem mas econômica, que foi melhor para o meio ambiente se não me engano e também para a economia dos EUA na época. Então foi um evento pela questão econômica muito melhor do que o de Thomas Edson.” (PH)

Diante dos argumentos dos estudantes acima resgatamos o debate sobre a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), necessária e bastante presente nas discussões no campo do ensino das ciências, mas esclarecemos que não se constitui suporte teórico desta pesquisa. Acreditamos existir uma forte relação entre o tema em estudo e essa perspectiva, pois abarcam questões econômicas, políticas, éticas e sociais tão emergentes neste mundo de intensa exploração ambiental para produção da energia elétrica. Foi bastante valioso a orientação de que,

é importante que o professor conheça, ainda, as diferentes abordagens presentes no ensino de ciências. Referimo-nos aqui às várias tendências da pesquisa em ensino que procuram oferecer diferentes perspectivas teórico-metodológicas. Poderíamos citar a preocupação com a História e Filosofia da Ciência, a ênfase em atividade experimental, a aproximação do conteúdo com o cotidiano do aluno, a perspectiva das relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), os projetos interdisciplinares, entre outras abordagens. (MARTINS, 2005, p. 05)

Neste contexto procuramos também incentivar os educandos para uma formação crítica sobre os impactos provocados no meio ambiente com a construção e manutenção de uma usina de geração de energia elétrica.

Uma primeira provocação foi desenvolvida para situá-los em um aspecto que se estende além de um entendimento teórico do tema, mas em uma dimensão que abrangesse outros contextos, especificamente de aspectos referentes a impactos socioambientais. Assim questionamos a concepção dos alunos sobre a desvantagem que subjaz o processo de geração da energia em uma usina hidrelétrica, lembrando-os de que uma das repercussões das idéias de Tesla, notável no vídeo, foi a construção da usina hidrelétrica de Niágara que teve como consequência o represamento amplo do fluxo do rio. Como pode ser visto a seguir o aluno JB faz uma relação com o custo-benefício,

“Também é o custo pra manter a usina hidrelétrica porque é necessário muito dinheiro, muito recurso, tanto para manter quanto para construir a usina e manter até um determinado tempo. É tanto que ele já estavam fechando a fábrica.” (JB)

Acreditamos que o aluno JB expressou esse argumento motivado pelo fato de perceber no vídeo que existiu uma crise enfrentada pelos precursores do desenvolvimento do projeto da construção da usina de Niágara. Assim expõe suas colocações movidas por um fragmento do vídeo que enfatiza essa crise. O aluno PH indaga sobre uma possível questão ambiental e a aluna PA complementa, com um pensamento bem elaborado,

“Mas também não traz malefício para o meio ambiente também não?” (PH)

“É eu acho que assim que a parte prejudicial é a parte do impacto né, que tem de fazer a barragem e tal, aí tem que modificar de certa forma a estrutura do rio e do...da área em volta né, porque ali vai ter uma circulação maior de pessoas indo e voltando passando para trabalhar. Ali vai modificar a região, ta entendendo, até tem a de Manaus tão, tão uma polêmica danada lá..porque ali vai, parece que vai desviar uma parte do rio para aumentar o fluxo de água para usina e vai diminuir o fluxo de água perto dele, lá vai ficar uma parte seca, aí isso prejudica.” (PA)

É neste sentido que sustentamos a crença de que a utilização do vídeo como um recurso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), quando bem planejado, poderá auxiliar o professor em sua prática. Não como uma via única, mas como um suporte dentre muitas alternativas instrucionais. Neste sentido poderá ser útil como ferramenta complementar na negociação dos conteúdos científicos com os saberes de senso comum, evitando que somente situações rotineiras de

apresentação do conteúdo através da aula expositiva e apenas na sala de aula sejam eternizadas. Esta posição é reforçada a partir da fala do aluno PH,

“Não, esse vídeo mostrou uma coisa que eu nem imaginava, por exemplo, o fato de ter já ouvido falar em Thomas Edson, mas nunca tinha visto falar em Nicolas Tesla e daquele outro rapaz, como é que era o nome...é Westenrouse, não tinha visto falar deles ainda. E deu pra ver que Thomas Edson foi um grande inventor, só que teve também essas duas pessoas que também eram pra ser mais falado na história da Física né. Eles que revolucionaram assim a Física, na questão da eletricidade né. O que Thomas Edson Inventou né, mas eles aperfeiçoaram o evento dele.” (PH)

Estamos cientes de que seria necessário um maior aprofundamento teórico a respeito do uso do vídeo no ensino de Física, assim como para abstrairmos considerações mais elaboradas e concretas acerca de seu uso no ensino de Ciência. Nesse sentido seria conveniente a realização minuciosa de mais intervenções em uma sala de aula de Física. Destacando que a finalidade desta investigação foi a sua utilização como instrumento interligado aos recursos das TICs.

4.5 A construção dos mapas conceituais

Os mapas conceituais podem ser uma importante ferramenta para facilitar a Aprendizagem Significativa e, como veremos, foi de grande valia para esta pesquisa.

Sabemos como é complexo o professor diagnosticar se houve aprendizagem de conceitos pelos alunos após um processo instrucional, investigando como o aluno processou a nova informação de forma a internalizar esse conhecimento. Acreditamos que apenas os testes escritos como único instrumento avaliativo não se constitui em uma garantia para sondar a aprendizagem e orientar o planejamento didático do processo instrucional, pois, este critério isolado de avaliar, geralmente não abre perspectiva para o aluno expressar o resultado de sua compreensão de aquisição de certos conhecimentos.

Portanto no espaço escolar persiste a utilização da prova escrita como único instrumento de avaliação, avaliação esta que se concretiza em atribuição de medições de caráter quantitativo, conhecimento representado por um escore de 0 a 10. Assim um dado valor imprimiria o nível intelectual do estudante em cada disciplina. Enfatizamos que em muitas situações a prova escrita é importante e

necessária, mas acreditamos haver limitações quando se recorre apenas a este instrumento no processo avaliativo, principalmente para avaliar um grande número de estudantes. Como já colocamos no primeiro capítulo, o professor de física no estado do Ceará precisa de 16 turmas de aproximadamente 45 alunos cada para completar sua carga horária, tendo que assumir 32 aulas de 50 minutos semanais.

É esta realidade de desafios que nos deixa inquietos e fator impulsionador para a tentativa de superação ou até extinção de muitos testes que aparecem como único instrumento utilizado na escola para medir os níveis de aprendizado intelectual dos alunos. Constituindo em um caminho confuso e até falho, pois são castrados neste processo outros fatores como, emocionais, afetivos, trabalhos cooperativo-colaborativos e respeito ao tempo de aprendizagem de cada aluno, disponibilidade para a aprendizagem, conhecimentos prévios.

Diante do exposto, nesta investigação recorreremos à utilização dos “mapas conceituais”, para ser usado como uma das referências para a difícil tarefa de avaliação. De fato, como sugerem Moreira e Masini (2001), os mapas conceituais são recursos instrucionais que podem ser úteis para se mostrar as relações hierárquicas entre conceitos trabalhados em uma aula, além de imprimir relações de subordinação e superordenação que poderão afetar a aprendizagem significativa.

Assim, após apresentar este recurso aos alunos, solicitamos a construção de seu mapa conceitual, oferecendo a oportunidade de exprimirem suas concepções e percepções do conteúdo discutido. Como salientamos incentivamos cada um a desenvolver o seu mapa, entendendo que seria um elemento importante e diferente de oportunizar uma organização conceitual idiossincrática do tema por cada aluno

Tendo a compreensão de que o mapa conceitual é um recurso que não é auto-instrutivo, devendo ser explicado por quem o constrói, solicitamos a fim de análise avaliativa que todos os alunos construíssem um mapa conceitual sobre o tema discutido. Sendo que de cada grupo de estudo foi escolhido um estudante para defender os elementos conceituais de seu mapa desenvolvido. Assim o escore desta atividade também seria +2 pontos.

Assim cada aluno teve um momento de construção individual de seu mapa conceitual em conformidade com o tema de seu grupo de estudo. A seguir descrevemos algumas notas que trazem situações ocorridas em um dos momentos da intervenção, especificamente referente à preparação e apresentação dos mapas.

4.5.1 Um olhar em uma situação real de sala de aula: apresentação dos mapas conceituais

No momento das apresentações e entrega dos mapas conceituais muitos alunos levantaram-se de suas carteiras para mostrá-los, perguntando se estava certo, e ao mesmo tempo solicitando auxílio para ajudá-los através de orientações e reorientações que auxiliassem na finalização de “seu mapa conceitual”.

Como enfatizamos os estudantes pretendiam, antes da entrega da atividade, saber se “o seu mapa” estava correto. Esta atitude nos remete ao pensamento de Moreira (2005) quando lembra que a prática educativa atual não leva em consideração “o aprender a aprender” e continua ensinando verdades, respostas certas, entidades isoladas, causas simples e identificáveis, estados e coisas fixas, diferenças, somente dicotômicas.

Após observações de rascunhos em seus cadernos, percebemos a ausência de palavras chaves, ou conectores que representariam a existência de relações entre dois conceitos. No exemplo do mapa conceitual apresentado no primeiro encontro, enfatizamos a importância do uso de palavras de ligação como elemento que faz um elo entre conceitos, explicitando que existe relação entre eles.

É importante frisar que o uso de palavras-chave sobre linhas conectando conceitos é importante e deve ser incentivado na confecção de mapas conceituais, mas esse recurso não os torna auto-explicativos, no sentido de que é preciso uma explicação de quem construiu o mapa, oportunizando a externalização de significados pelo aprendiz (MOREIRA, p. 02, 1988).

O aluno “ED” representando a equipe de “Energia Solar” iniciou colocando na lousa de quadro branco o “seu mapa conceitual”, ao mesmo tempo solicitamos a aluna “YA”, que também queria apresentar, que fosse transcrevendo o seu mapa de seu caderno para o outro lado da lousa. Nesta escola todas as salas possuem uma lousa dividida ao meio, sendo metade de quadro branco para pincel e a outra metade quadro verde para giz. Essa divisão do quadro é problemática, pois dificulta a visualização de alguns alunos, principalmente se o professor resolve transcrever em apenas um dos lados.

É relevante dizer que apresentamos o software “Cmap Tools”¹⁹ que permite de forma mais organizada a construção de mapas conceituais, mas percebemos pouco interesse pelos alunos, talvez porque ainda existe dificuldade de acesso a Internet. Por outro lado, não foi possível uma utilização deste software no laboratório de informática devido à dificuldade de aquisição de uma senha de acesso ao sistema do administrador dos computadores, precisando recorrer a autorização de um técnico funcionário da CREDE 19 para liberação, constituindo um entrave nesta investigação. Vale salientar que a sala de informática estava sob responsabilidade de um funcionário encaminhado pela CREDE 19, não professor, para organizar os horários, acomodações, e auxiliar alunos e professores em aulas que exigiam pesquisa na Internet, mas não cabendo função de instalar e desinstalar software diferente dos já instalados, um deles é o software não livre *Educandos*, possivelmente comprado pela secretaria de educação do estado e instalados em todos os computadores que chegam as escolas.

Estipulamos um tempo de 10 minutos para cada apresentação. No momento das apresentações usamos o recurso de gravação, tendo o consentimento da turma e da direção da escola. Após a apresentação de cada mapa, todos aplaudiam, num ato de incentivo e reconhecimento o que pode ser considerado como mais um fator de motivação e de interação. Após a conclusão aproveitamos o momento para parabenizá-los pela iniciativa e desempenho na exposição de suas idéias, e de sua pesquisa.

4.5.2 Descrevendo e analisando a apresentação dos mapas conceituais.

Os alunos escolhidos para apresentarem seus mapas foram “AN” da equipe de estudo energia química, “YU” da equipe energia solar, “YA” da equipe energia elétrica, “KA” da equipe energia mecânica, “SA” da equipe energia nuclear, “ED” da equipe energia eólica e “JB” da equipe energia térmica.

¹⁹ Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/>.

1º Apresentação: Aluno AN – Equipe Energia Química

Inicialmente o aluno escreve na lousa de quadro branco o seu mapa, não interferimos na escolha do grupo com relação a quem iria apresentar. Mas, os alunos insistiam em solicitar ajuda para que pudesse opinar sobre qual mapa estaria melhor para ser apresentado. Sustentamos em não interferir nesta escolha, mesmo porque, não existe o mapa certo e o mapa errado, apenas uma construção pessoal, ou idiossincrática.

O grupo de estudo sobre “Energia Química” indicou o aluno “AN” para apresentar o seu mapa conceitual, conforme podemos observar na figura abaixo:

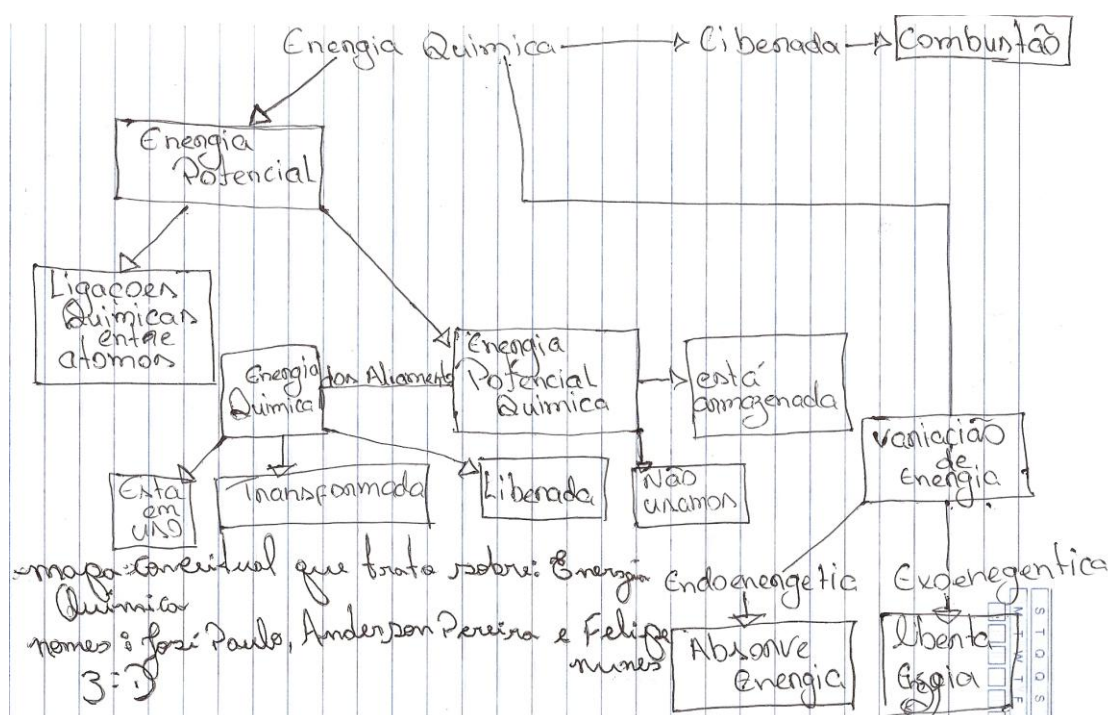


Figura 06: Mapa conceitual sobre energia química. Construído pelo aluno “AN”

Descreveremos a seguir as explicações dadas pelo aluno “AN”. Um momento singular em que o estudante tem a oportunidade de expressar sua compreensão sobre o tema sugerido.

“Bom agente vai falar sobre a energia química. A energia química o que é? A energia química é a energia potencial que é estabelecida através das ligações químicas entre os átomos. Ela é liberada de que forma, bom a energia química é liberada na forma de combustão, ou seja, da queima das reações químicas. Ou dois tipo de energia potencial, a

energia potencial química, energia que nós obtemos que não está em uso, energia que não usamos e está armazenada. E a energia química, é a energia que nós obtemos, ela está em uso, que pode ser usada ou pode ser transformada e que pode ser liberada de forma natural para a natureza...de forma...é de forma natural...para...o ambiente por...a energia química ocorre variações. Um tipo de variações de energia são dois tipos de variações, as variações endoenergéticas que é as variações que absorvem energia e as variações exoenergética que são as variações que liberam energia e liberam calor.” (AN)

O estudante (AN) apresentou o seu mapa sem usar papel contendo um resumo como é o costume dos alunos, que muitas vezes se limitam a ler o texto do resumo. Essa atitude pode ser considerada como um indício de uma aprendizagem mais significativa.

Concordamos com Ausubel (2003) quando afirma que seria importante que as idéias gerais e explicativas se assimilassem em primeiro lugar antes das idéias específicas, diferentemente então das orientações dos psicólogos neobehaviorista que favorece a organização cognitiva seguindo uma ordem ascendente. Esta última é perceptível na maior parte do planejamento curricular, quando valorizam, por exemplo, a organização do conteúdo da maioria dos livros textos de Física, geralmente seguindo uma ordem que vai do particular para o geral.

... a maior vantagem desta abordagem é que, se os princípios gerais ao nível mais elevado de abstração, generalização e inclusão se apresentam primeiro como um todo, podem assimilar-se, de forma mais eficaz, idéias menos abstratas. Como é óbvio, dever-se-ia encorajar os estudantes a funcionar, em termos de desenvolvimento, ao mais alto nível intelectual – e não abaixo do mesmo. Naturalmente em circunstâncias invulgares, tal como, por exemplo, quando existem materiais de aprendizagem excepcionalmente complexos e/ou difíceis que desafiam a conceitualização, a generalização de conceitos pode, por isso, ser mais eficaz em termos de concepção, caso se utilizem apenas exemplares concretos em vez de se favorecer a variedade abstrata. (AUSUBEL, p. 24, 2003)

É importante dizer que para os alunos era a primeira vez que estavam usando o recurso dos mapas conceituais, sendo natural que a construção do primeiro não atendesse de forma efetiva as idéias ausubelianas da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. Como podemos observar no mapa apresentado pelo aluno “AN”, não aparecem os conectores entre os conceitos, mas notamos que parte do conceito mais inclusivo, estabelecendo uma hierarquia conceitual.

É neste contexto que temos a convicção de que seriam importantes outras intervenções envolvendo a utilização desta ferramenta para que os alunos

pudessem progredir para uma construção mais clara e completa de seus mapas conceituais. Contudo, a experiência foi relevante no sentido de facilitar a compreensão de que “nem sempre é fácil ordenar os conceitos ou estabelecer as relações entre eles e, em certos casos, essas decisões são difíceis de tomar e até podem ser feitas de uma forma um pouco arbitrária”, sendo então o mapa considerado uma representação apropriada da estrutura conceitual e não um produto final (MOREIRA; BUCHWEITZ, p. 31, 1987).

2º Apresentação: Aluno YU – Equipe Energia Solar

O aluno YU preferiu apresentar o seu mapa utilizando o programa Cmap Tools, que foi apresentado aos alunos. Agendamos com a direção a sala de vídeo e o empréstimo de um Data Show. O aluno trouxe o seu computador de casa, pois tínhamos a dificuldade de instalação do software no sistema dos computadores da escola. Tivemos que pedir silêncio aos colegas, intervindo para solicitar o fim de conversas e que concluíssem as acomodações para que o aluno “YU” iniciasse a apresentação de seu mapa. Na figura 07 apresentamos o mapa construído pelo referido estudante.

Destacamos o delinear de sua argumentação, podendo ser conferido a seguir,

“Ficamos com a energia solar. É a energia solar, como todos sabem, é uma...é uma...o pessoal não tem a prática de utilizar essa energia...é...mas recentemente algumas universidades tem sido pioneiras é no incentivo de utilizar essa fonte de energia. É...como a PUC que foi a primeira universidade do Brasil a iniciar projetos voltados para esta área. É as aplicações da energia solar, ela tem dois tipos de aplicações, é energia, aquecimento da água que é, não sei se vocês já viram, teve uma vez que passou no globo repórter, aquele, aquela questões dos fulgões solares que utilizavam lá o calor do Sol para aquecer a água e fazer a comida. Essa aqui vai ser deixado um pouco de lado por que não é bem um conteúdo que interessa agente, eu citei só para não ficar vago. E a...o outro ponto é a geração de eletricidade por parte dela, é os métodos de geração são as usinas de captação solar, ou seja são sequências de dispositivos que são instalados em determinadas áreas que de acordo com a claridade solar e capta essa energia e transforma essa energia por meio de um gerador e que já vem introduzido nesses equipamentos e já sai deste equipamento transformada em energia elétrica. É a energia, é ainda a geração de energia ela é a principal fonte, é...como é que eu posso dizer! Pronto o Sol, a energia solar hoje em dia é a principal fonte de energia, por ser ela, como todos sabem, sem ela não existiria fontes de vida. Tal importância assim não está sendo tão citada, por causa desse esquecimento por conta de nós mesmos é desse tipo de energia” (YU).

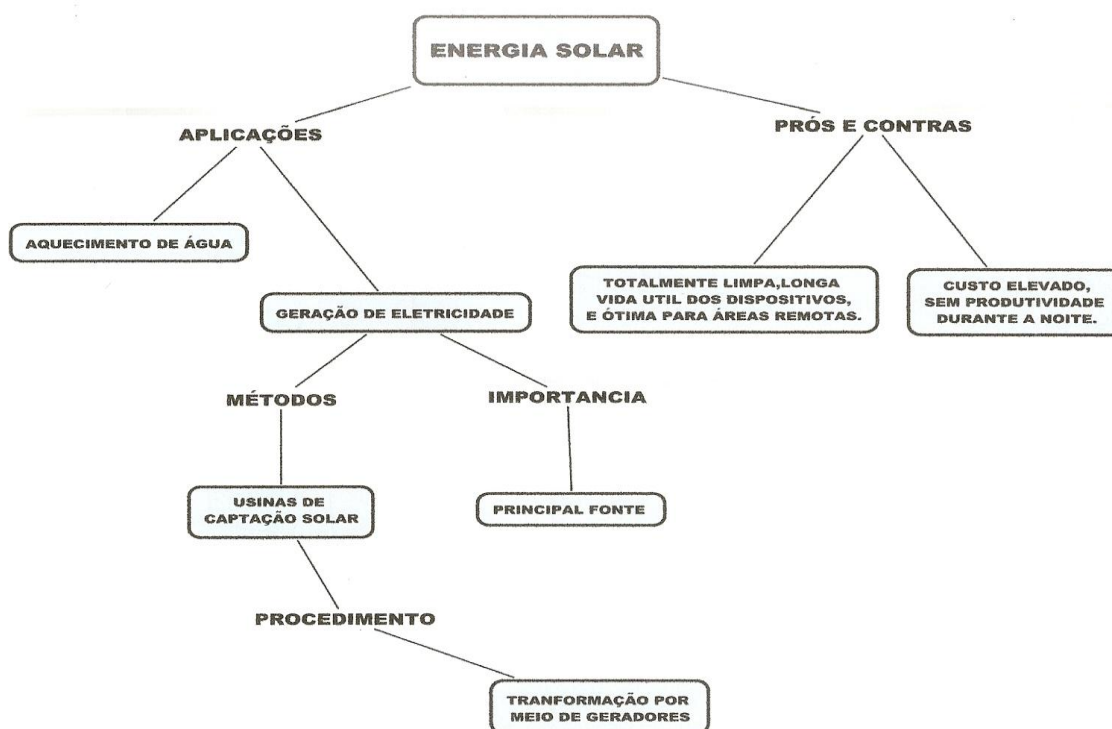


Figura 07: Mapa conceitual. Yuri Yurick Mendes Campos
3º 4º

Figura 07: Mapa Conceitual construído pelo estudante “YU”

Percebemos algumas intervenções dos colegas contribuindo com algumas frases complementares, constituindo uma oportunidade de interação e de diálogo, considerando ser um fator positivo. Vejamos a continuação,

“Para não utilização né.” (SL)

“É para não utilização. Aí os próximos pontos, ou seja, os benefícios e malefícios da utilização dessa energia. Benefício é que ela é uma energia totalmente limpa, a aparelhagem depois de instalada ela tem uma grande vida útil. Ela dura cerca de trinta anos a aparelhagem sem precisar de...manutenção baixa, sem precisar de fiação e essas coisas. Nas placas mesmos pode comprovar que elas tem garantia de trinta anos sem...sem...” (YU).

“Sem muita quebra.” (FR)

“É ela é ótima para áreas remotas...no caso em regiões distante, não tem a possibilidade de grandes companhias elétricas, em nosso caso a COELCE de utilizar energia hidroelétrica. É então uma boa saída, é a instalação desses equipamentos porque com uma boa aparelhagem você consegue suprir até quase uma casa por...por estander montado desses aparelhos. Aí os malefícios, num é que seja um malefício, é o que dificulta a implantação da prática de utilização desse tipo de energia, é o custo elevado da

aparelhagem, é uma aparelhagem muito caro pra você comprar, é até difícil de adquirir também você conseguiu também e encontrar é...no comércio livre né esse tipo de aparelhagem, geralmente ela é importada. É agora a falta de produtividade de manhã pra noite, é no caso que ela não ter um aparato que seja necessário para suprir suas necessidades, ela não vai ter como sobreviver só com a energia é solar, por que...pronto acabou não, pois acabou o suprimento de energia pronto não consegue mais produzir. Ou seja o ideal é que você antes de instalar a aparelhagem de captação você procure certificar o quanto de energia você vai precisar e de acordo com a aparelhagem instalada você pode produzir a energia pra você e outros...Mesmo que não seja pra total uso, mas se uma simples placa de dois por quatro, dois metro por quatro, ela pode suprir cinqüenta por cento da energia necessária de uma casa, de uma família de seis pessoas, aí são imagens das placas que foram é...os primeiros standers montados na aqui no Brasil, que foi placas fotovoltaicas produzido na universidade na PUC no Rio Grande do Sul, que foi a pioneira. Aqui eu ampliei a imagem de uma célula fotovoltaica, e uma placa daquela ela tem cerca de mil células dessas e aqui é onde vai estar concentrada nesse negócio aqui. É por onde vai andar toda a energia, aí ela vai se espalhar para depois da placa que é o que vai ocorrer a transformação da energia elétrica” (YU).

O aluno YU aproveitou e mostrou algumas imagens de placas fotovoltaicas, com algumas informações importantes conseguidas pela internet, argumentando que sua principal fonte foi o ambiente de pesquisa Google. Mas também diz que analisou um texto da revista eletrônica Ciência Hoje, intitulado “A energia em nossas vidas” que lhe foi enviado por e-mail.

“No caso um foi no Google e outro foi naquele negócio que tu me deu lá. Que tu mandou pelo o email. Aqui a máquina que...onde as células são colocadas como se fosse em repouso pra...pela atingir aquela capacidade de alta captação de energia solar pra que seja essa capacidade suficiente pra transformar em energia elétrica. E é preciso que ela sejam postas nessa máquina é sem o alcance da luz solar, aí ela fica, sei lá, ela fica um tempo lá, é de seis meses a um ano ela tem que ficar numa máquina dessas. Aqui é uma imagem onde é um exemplo de uma casa na Europa que essa casa é totalmente suprida com energia elétrica, ou com energia elétrica mas vindo da energia solar, tanto dentro da parte interna da casa ela vai...um modo de casa como esse ela é capaz de produzir eletricidade é a capacidade de suprir suas necessidades e ainda para voltar no mínimo duas casas” (YU).

Como verificamos a explicação do aluno a respeito de seu mapa conceitual pode fornecer indícios de como esta ferramenta pode ser útil, principalmente na questão de abrir um espaço para que o estudante possa defender suas percepções a respeito do conteúdo apresentado pelo professor.

O argumento acima justifica a organização de um mapa conceitual e a sua organização integrando as ações didáticas do professor, caracterizando um

instrumento potencial que poderá guiar as avaliações, sendo um elemento a mais na complexa tarefa de avaliação escolar.

3º Apresentação: Aluna YA – Equipe Energia Elétrica

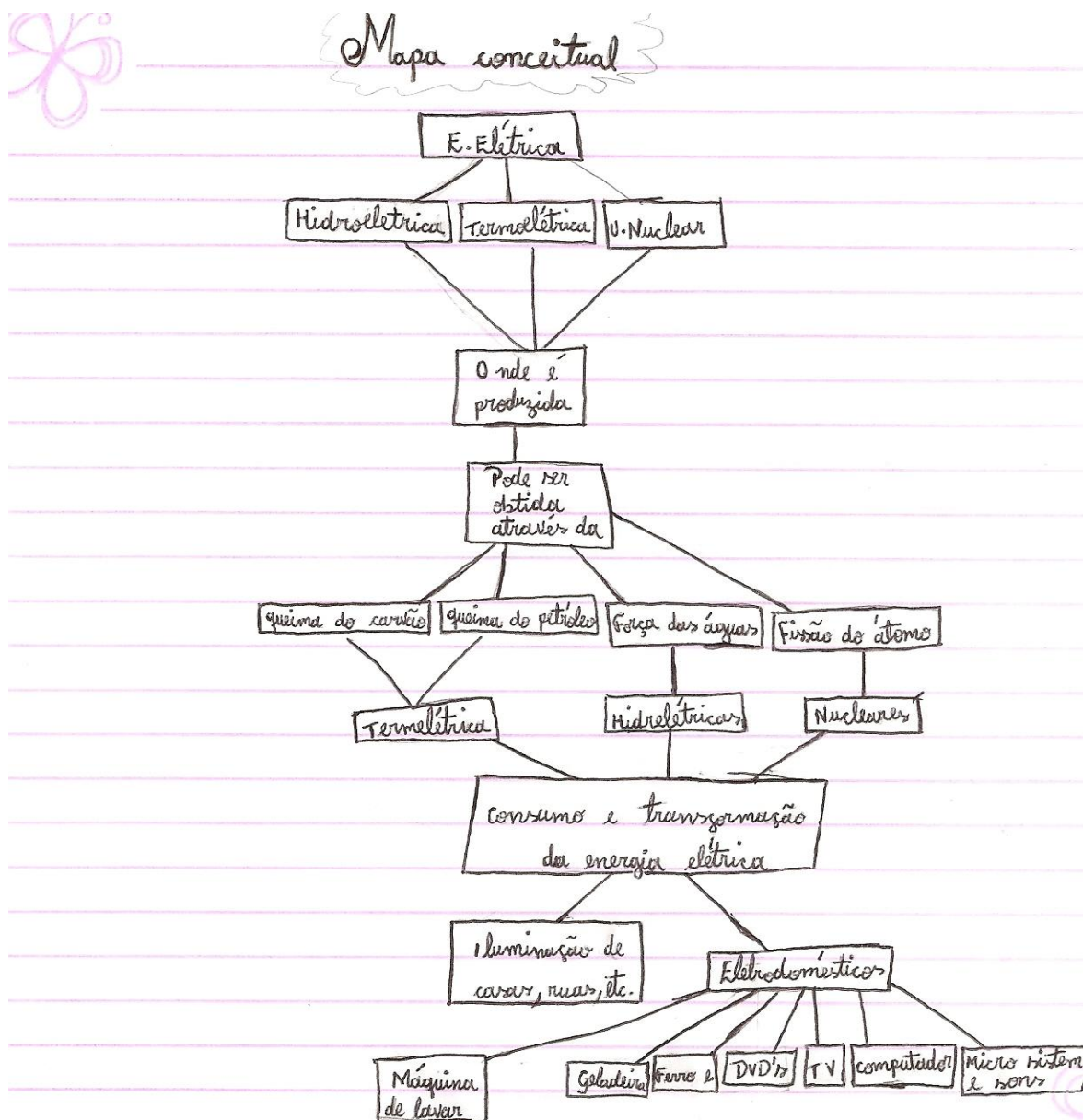
O mapa construído pela aluna “YA” que procura expressar os conceitos relacionados à energia elétrica pode ser conferido na figura 08.

Podemos perceber a defesa de seu mapa conceitual a seguir,

“Bom, meu nome é “YA”, e o assunto que minha equipe ficou foi energia elétrica. O Mapa Conceitual é o seguinte, a energia elétrica pode ser produzida através da hidroelétrica, das usinas termoeletricas e usina nuclear. Essas, esses tipos de produção de energia elétrica não são poluente, apesar da termoeletrica devastar um pouco o solo, porque ela, é a hidroelétrica ela vai devastar um pouco o solo porque ela vai precisar de uma certa capacidade pra produzir... A energia também pode ser obtida através da queima do carvão, queima do petróleo, força das águas e da fissão dos átomos. Ah...e são no caso as termelétricas, a queima do carvão e a queima do petróleo, a hidrelétrica através da força das águas, e a nuclear que é através da fissão dos átomos. A energia elétrica pode ser transformada e consumida, essa energia pode ser consumida através dos eletrodoméstico que são esses exemplos, TV, Rádio, Geladeira, Ferro de passar e a iluminação das ruas e casas, é basicamente isso o mapa conceitual...só” (YA).

Diferente das demais, a aluna “YA” foi bastante objetiva em sua apresentação, não ultrapassou os 2 min. Mas, considerando que a aluna YA era muito retraída, quase nunca participando das discussões coletivas, consideramos um avanço ela vir defender o seu mapa de uma forma simples, mas muito organizada.

Analisando o mapa da aluna “YA” observamos que a mesma já introduz a concepção ausubeliana ao diagramar o tema estudado com os recursos das tecnologias e, mesmo que de forma remota, segue o princípio da diferenciação progressiva, inserindo vários conceitos e indicando através de linhas as relações entre os mesmos, seguindo a noção de grau de generalidade ou abrangência. Podemos notar quando coloca no topo o conceito “energia elétrica” como o mais geral e segue escrevendo os conceitos menos abrangentes, descritos como subordinados, e também na parte inferior de seu mapa imprime os conceitos mais específicos ou exemplos.



J. Yara Brito de Alencar 3º D tarde

Figura 08: Mapa conceitual construído pela aluna “YA”

É interessante dizer que a aluna compreende os conceitos “Hidroelétricos”, “Termoelétricos” e “Nucleares”, como tendo o mesmo grau de generalidade. Podemos dizer que o mapa da aluna “YA” segue o modelo simplificado de mapeamento conceitual que pode ser verificado abaixo na figura 09.

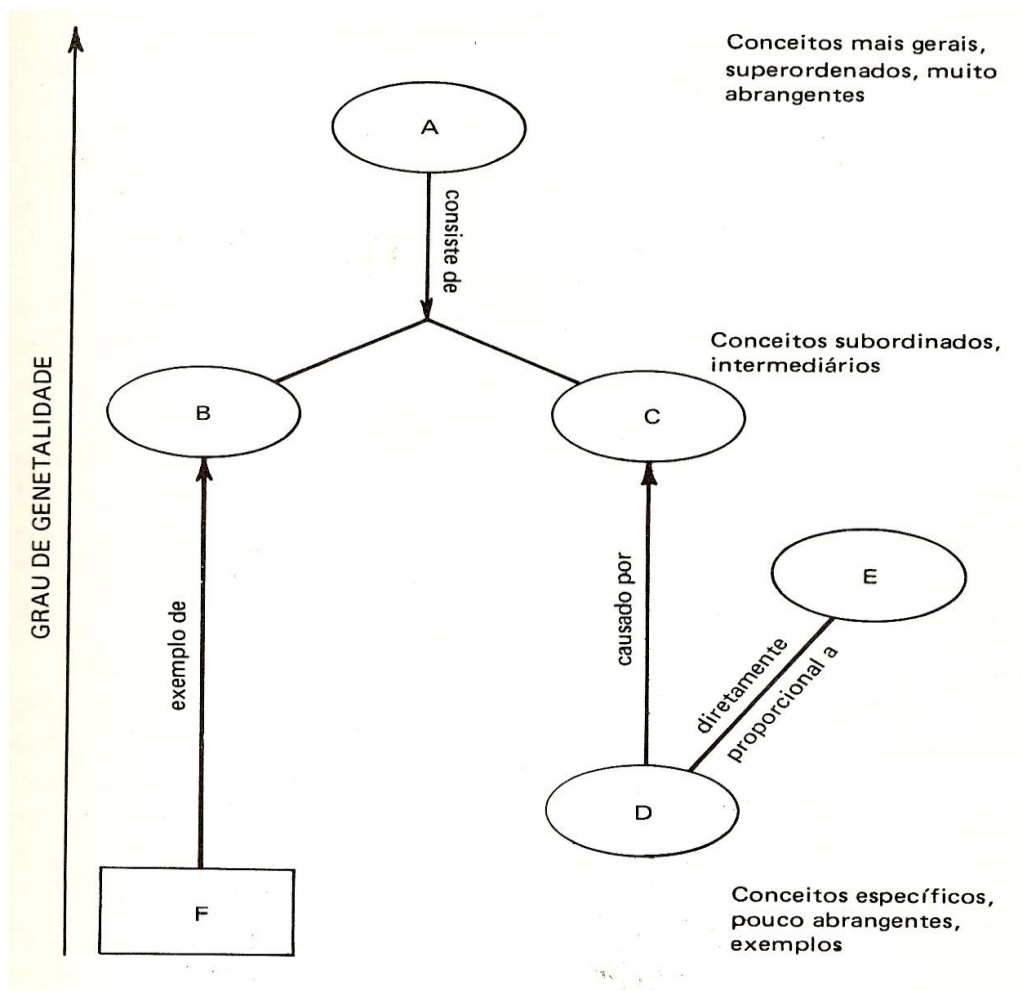


Figura 09: Modelo simples de mostrar a estrutura conceitual usando a técnica de mapeamento conceitual. (MOREIRA; BUCHWEITZ, p. 29, 1987)

4º Apresentação: Aluna KA – Equipe Energia Mecânica

Partiremos para a análise do mapa conceitual da aluna “KA” que abordará sua percepção a respeito do conceito sobre energia mecânica, este conceito também foi discutido em fragmentos do vídeo “a guerra elétrica”. Considerando este tema como sendo um tópico no ensino de Física do 1º ano do ensino médio tínhamos o pressuposto da possibilidade da existência de subsunções relevantes na estrutura cognitiva dos alunos participantes. Vejamos abaixo o desenvolvimento do seu mapa,

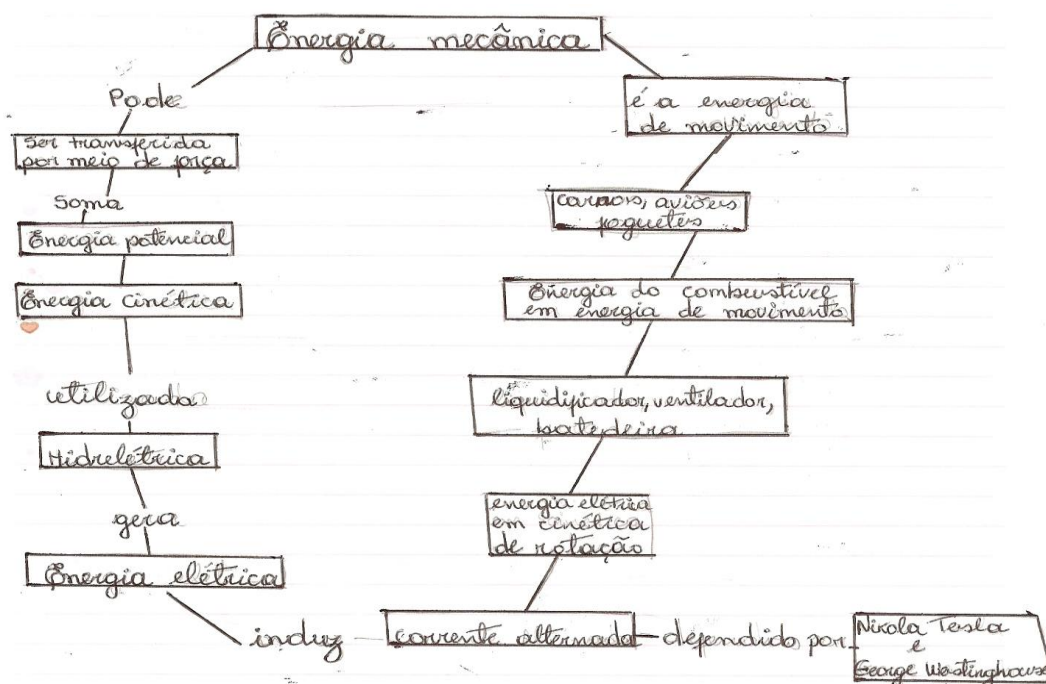


Fig:01: Mapa conceitual: Energia Mecânica. Por Karine Soares, em Maio 2010.

Figura 10: Mapa conceitual construído pela aluna “KA” que trata da energia mecânica.

A seguir a apresentação da estudante. Notamos também que foi bastante sucinta,

“Eu vou falar sobre energia Mecânica. A energia mecânica ela é uma energia que pode ser transferida por meios de forças, é a soma da energia potencial e da energia cinética. A energia potencial é a energia que depende da posição do corpo para realizar um trabalho, e a energia cinética é a que se manifesta nos corpos em movimento, são utilizadas em hidrelétricas, que gera energia elétrica e induzindo a corrente alternada que é definida por Nicolas Tesla e George Westenhouse, difícil esse nome. A energia elétrica em cinética de rotação, por exemplo, ventilador, liquidificador ou bateadeira ou os eletrodoméstico de casa. Energia do combustível em energia do movimento, o carro, avião, foguete, transportes. A energia mecânica é a energia que é realizada através do movimento.” (KS)

Destacamos que o mapa da aluna “KA” se distancia dos princípios ausubelianos, seu mapa aproxima-se muito de um diagrama, onde existe a necessidade de seguir uma sequência dependente entre os conceitos. Também expressa exemplos de forma arbitrária contrariando a idéia de que os conceitos mais específicos devam ser colocados abaixo do mapa.

Percebemos por exemplo que o conceito de energia potencial e de energia cinética encontram-se como conceitos subordinados. De acordo com Moreira e Buchweitz (1987) os mapas conceituais podem lembrar diagrama de fluxo, mas estes implicam em uma sequência de operações, não de conceitos, também possui um componente temporal que não é encontrado nos mapas conceituais. Portanto, os mapas conceituais têm a ver com relações significativas entre conceitos na forma de proposições.

5º Apresentação: Aluna SA – Equipe Energia Nuclear

Na sequência a aluna “SA” apresentou o seu mapa que tratava dos conceitos sobre a energia nuclear, a mesma como veremos mantinha a concepção de que os mapas conceituais eram diagramas de fluxo, assim tendo embutido a idéia de sequência, ordem, temporalidade ou direcionalidade.

Podemos observar na figura 11 a seguir uma noção das relações conceituais elaboradas pela aluna sobre o tema energia nuclear.

Acreditamos que o desenvolvimento do mapa conceitual da estudante SA pode demonstrar serem seus subsunçores mais voltados para a idéia de fluxograma. E que conforme a teoria da assimilação, peculiarmente a teoria da assimilação obliteradora, deveria haver uma modificação desses subsunçores pela apresentação conceitual dada no primeiro encontro, assim como orientações posteriores.

Reforçamos ainda que esta experiência foi a primeira oportunidade para estes alunos utilizando a ferramenta mapa conceitual, principalmente como instrumento de ensino e aprendizagem e facilitadores para promoção da Aprendizagem Significativa. É necessário, como já salientamos existir novos incentivos para os alunos expressarem suas atribuições de significados de um dado conteúdo disciplinar através dos recursos dos mapas conceituais e, portanto, não se limitando apenas a esta experiência. Podendo este recurso ser estendido para o estudo de outras disciplinas do currículo.

Foi importante na análise do mapa conceitual de SA resgatar a orientação de Moreira (2008) de que para construir um mapa conceitual é necessário identificar os conceitos chaves, os conceitos específicos e aqueles que estão em um nível intermediário em certo corpo de conhecimento. Em seguida é necessária a busca de relações verticais, horizontais e cruzadas, assim como identificar palavras que

expressem proposicionalmente relações entres esses conceitos e seguindo uma estrutura hierárquica.

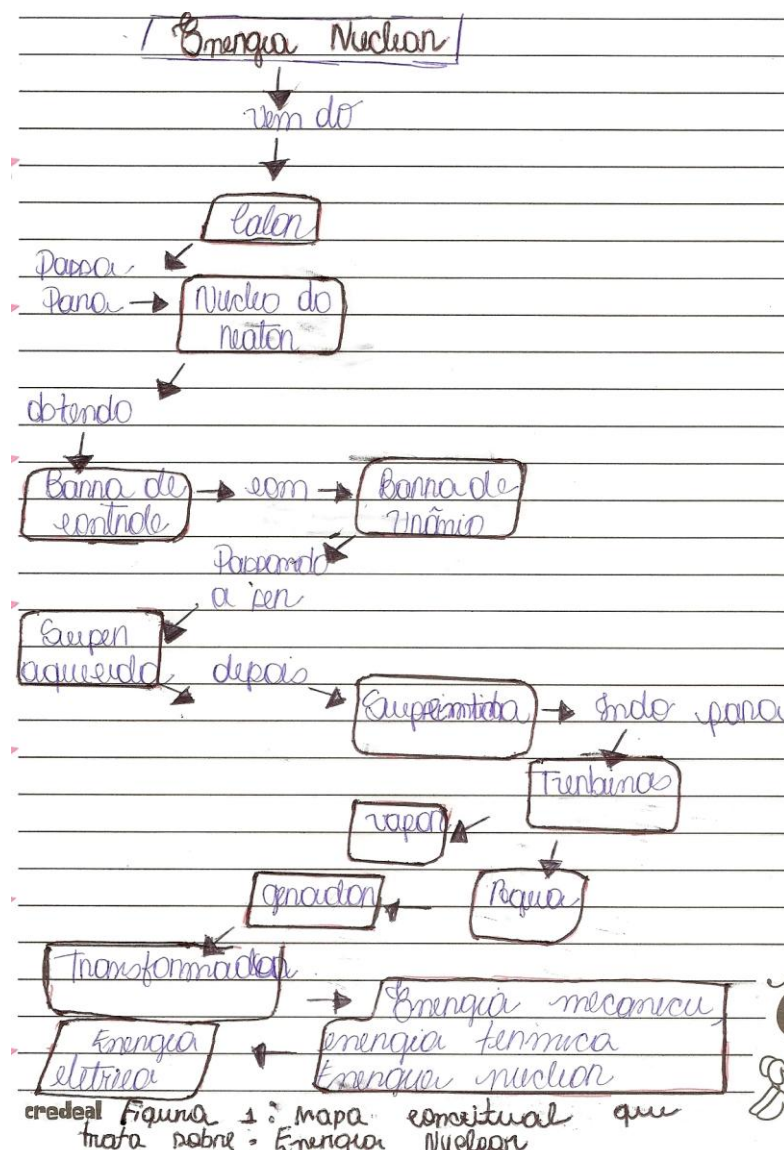


Figura 11: Mapa conceitual sobre a energia nuclear, construído pela aluna SA.

Verifica-se que a aluna (AS) estabeleceu palavras chaves para representar que havia relações entre dois conceitos. É necessário entender que as linhas ligando os conceitos sugerem,

que estão relacionados significativamente, porém não dão informações nenhuma sobre o tipo de relação que existe entre eles. Esta aparente dificuldade, que para muitos é um aspecto crítico da utilização de mapas conceituais com fins instrucionais, pode ser contornada escrevendo-se sobre as linhas duas ou três palavras-chave, ou uma equação, por exemplo,

que identifiquem a relação entre determinados conceitos. Novamente aqui, se todas as linhas forem 'rotuladas' para identificar a relação entre os diversos conceitos de um mapa conceitual este poderá tornar-se muito complexo pelo menos visualmente (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1987, p. 39).

Ainda imbuído da idéia de que os mapas conceituais devem ser discutidos, explicados, apresentados, negociados, facilitando assim, via interação social, valorizando a linguagem, para a ocorrência da Aprendizagem Significativa, descreveremos a seguir a explicação da estudante,

“Bom meu nome é SA, eu fiquei com a energia nuclear...a energia nuclear vem do calor, ela passa para o núcleo do reator, pode ser formada de...com barra de Urânio, passam a ser suprimida, são superaquecidas depois passa a ser suprimida e indo para a turbina e uma parte sai vapor e a outra água, a parte que sai a água passa para um gerador e depois para o transformador e do transformador ela é transformada em energia mecânica, energia térmica e energia nuclear que passa a ter energia elétrica. A energia nuclear ela passa assim para uma energia termoelétrica, o calor utilizado para produzir o vapor em alta pressão prevalece a reação nuclear, a grande quantidade de calor liberado ocorre no reator. No reator, depois quando ela volta do reator provoca um superaquecimento, ela vai ser superaquecida da água que nela se empurra, a água entre por...daqui ela vem pra cá e passa pra turbina e uma parte sai desses dois locais. O vapor é usado para acionar as turbinas que colocam o gerador em reação, depois desse processo todo, vem para o transformador que libera e se transforma em nessas três tipos de energia e no caso o transformador é aquele que tem nos postes, não sei se vocês sabem, ali está sendo transformada em energia elétrica, é só.” (SA)

Percebemos que a aluna (AS) descreve a finalidade das usinas nucleares como fonte de calor para o acionamento de geradores elétricos, sendo este raciocínio considerado um avanço, pois os estudantes no início desta intervenção não conseguiam definir os processos teóricos dos objetivos de uma usina nuclear, desconhecendo a função desta usina para a geração da energia elétrica. Por outro lado, fica evidente em seu argumento a não compreensão de um transformador, descrevendo-o como equipamento que converte um tipo de energia em outro, confundindo com um rotor elétrico.

6º Apresentação: Aluno ED – Energia Eólica

A figura 12 retrata o mapa conceitual do aluno ED que aborda relações conceituais sobre a energia eólica. Em um primeiro olhar percebemos um mapa conceitual simplificado, com poucos conceitos e reduzidas palavras de ligação entre esses conceitos. Mas mesmo desenvolvendo um mapa conceitual objetivo, o aluno

ED surpreendeu-nos em suas explicações, pois demonstrou um forte empenho na pesquisa de seu tema.

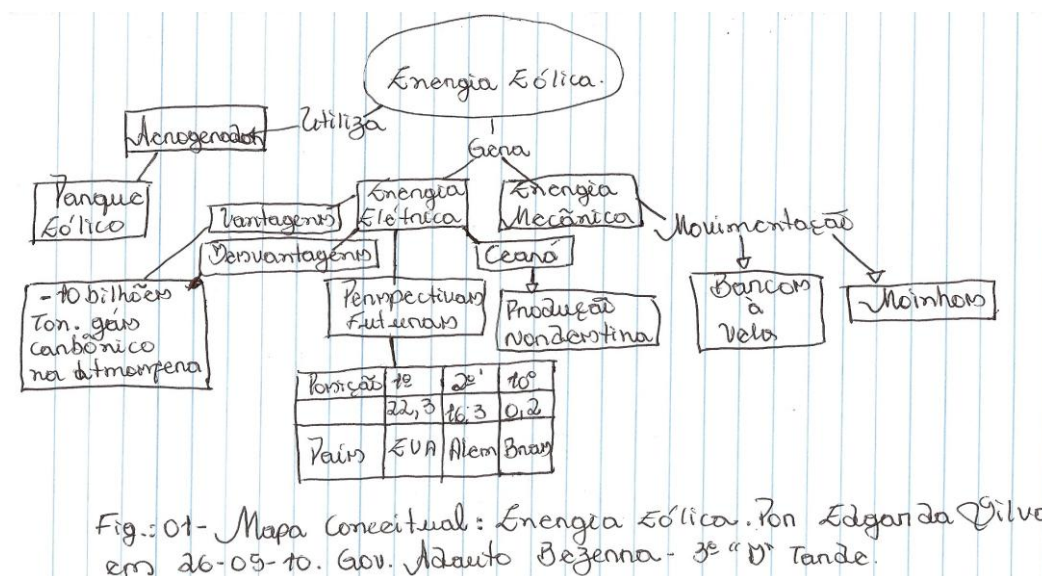


Figura 12: Mapa conceitual sobre energia eólica, construído pelo aluno ED.

Ficamos surpresos com a desenvoltura do aluno “ED” que, diferente de alguns colegas, fez a apresentação sem utilizar anotações. O mapa consistiu em uma ferramenta que orientou e direcionou de forma associativa os seus pensamentos. Surgiram muitas perguntas e complementações dos colegas da turma, sendo um momento significativo. Mas ao mesmo tempo motivo de preocupação em pensar na complexidade da realização das transcrições, apesar de termos reduzidos para sete apresentações. O aluno ED ultrapassou bastante o tempo estipulado.

Descrevemos abaixo a defesa realizada pelo estudante ED de seu mapa e desta forma externalizando percepções sobre o tema energia eólica.

“Bom meu nome é ED. Tá gravando tá. Nosso estudo é energia eólica, a energia eólica é a energia obtida através da força do vento, ela gera energia elétrica e energia mecânica, essa energia mecânica o que isso quer dizer, que antigamente o vento era usado pra mover barcos a vela, então eles produziam movimento, então era energia mecânica” (ED)

Na medida em que o aluno ED explanava foi interpelado pelos seus colegas estudantes da turma como forma de incrementar informações, vejamos,

“Barcos a vela, hoje os barcos são a motor, a maioria” (LE).

“Não, ainda tem tem.” (RA)

“Tem. Os veleiros né” (DI).

Após as intervenções segue novamente a defesa de seu mapa,

“Outros...eram os moinhos que eram usados pra moer farinha e bombear a água. O moinho funcionava da seguinte forma, o vento atingia as pás, girando em torno do eixo e impulsionando a bomba, e a bomba fazia é a...a...puxar a água pra, por exemplo, drenagem ela é muito usada. Ela é transformada em energia elétrica através de um aerogerador, o aerogerador. Não ficou parecendo não mais parece...ele é uma...ele é uma...vamos dizer assim uma réplica do moinho, só que, como é que eu posso dizer, mais atualizada, ele é e funciona igual o moinho só que a única diferença entre ele, é que é as hélices do aerogerador é a aerodinâmica igual às asas do avião, por isso que ele tem mais eficácia que o moinho, nessa parte aqui é onde fica o gerador de eletricidade, é assim mesmo. Agora vamos aqui, a localidade aonde se encontra esses aerogerador é chamada de parques eólicos ou fazenda eólica, a unidade de medida para energia é o mega watts hora. As vantagens da energia eólica, em um ela não produzem gases que afetem o meio ambiente, e outra que é, que tem um...um retorno rápido, você investe e após algum período, ele já ta retornando o lucro, a outra coisa, é dados que mostram se continuar crescendo a energia eólica no mundo, em 2020 nós teremos menos de 20 bilhões de toneladas de gás carbono lançados na atmosfera, ou seja, é um, um meio de preservação da natureza.” (ED)

“As desvantagens, a pior delas é o preço, um custo muito elevado que varia de 60 a 70% maior do que, por exemplo, uma hidrelétrica, outra desvantagem é que ela não pode ser fixada em qualquer lugar, vou citar um exemplo, se ela é é...implantada numa área onde há migração dos pássaros, aí vai atrapalhar. Se for numa área mais próxima a florestas, como ela produz uma frequência sonora, um ruído, pode atrapalhar os animais e espantar, uma coisa assim. Outra coisa é a localidade, pessoas que moram perto de fazenda eólicas, elas sentem que há uma, como é que eu posso dizer...uma interferência no sinal da televisão.” (ED)

Em um momento o aluno ED usa um lado do quadro para esquematizar através de um desenho o significado de um aerogerador na preocupação de que não estava sendo compreendido apenas com a forma verbal da apresentação. Também é interessante que destaca a unidade da energia elétrica o kWh e enfatiza como desvantagem da usina eólica o preço de instalação e de poluição sonora que provoca.

No sentido da utilização desta fonte de energia nos estados brasileiros, peculiarmente o estado do Ceará destaca,

“Aí vamos aqui pro Brasil, o Brasil ele aumentou sua potencia em 77,6 % e chegou a 20 Megawatts por ano, é considerando tudo o que foi produzido no Brasil são 91 a 92 Megawatts e apenas 20 de energia eólica. A maior, vamos dizer assim, potencia, que vem a ser o Ceará, é onde é produzida a maior parte do...da energia. Tem uma idéia que o nordeste ou a faixa litorânea do Brasil, ela é mais propício a terem fazendas eólicas por causa

dos ventos que vem da África...da África. Então toda faixa litorânea ela tem uma melhor proporção pra receber essa fazenda, no caso os estados que foram influenciados pelo Ceará foram Paraná, Minas Gerais, Santa Catarina se não me engano e eles prometem. No Ceará vão investir 8 milhões de reais no Ceará para que possa produzir 1500 Megawatts, vão ser responsáveis pelo consumo da metade do estado.” (ED)

A aluna FR questiona a possibilidade do uso de um gerador para residências tomando como fonte a energia eólica e o estudante ED replica que,

“Foi desenvolvido um projeto atual que um cientista criou uma turbina eólica pra casa. Você pode colocar a turbina na frente da casa, em cima do telhado, na caixa d’água, e ela tem um valor que não é muito...2500 euros a 3500 euros é o valor dessa turbina. O único custo que tem na energia eólica é você produzir, porque uma das vantagens que eu esqueci de falar que o vento é uma fonte de energia inesgotável, entendeu. Então essa coisa que você iria gastar não seria gastar e sim investir é na turbina.” (ED)

O aluno ED sentiu-se motivado para dividir com os colegas e o professor toda investigação conceitual que realizou, assim gerou fecundas discussões e emergiu significativos questionamentos dos colegas, havendo atenção de todos e uma maior interação.

Concordamos com o argumento de Moreira e Buchweitz (1987, p. 59) quando dizem que “na medida em que o aluno explica, por escrito ou oralmente, seu mapa, esse será um instrumento de avaliação muito mais valioso para o professor”. Insistimos em dizer que em se tratando de um recurso importante a ser considerado no processo de ensino e aprendizagem, o uso dos mapas conceituais será mais relevante como instrumento de avaliação, quando explicado por quem o faz.

É neste sentido que verificamos a importância deste recurso, pois poderá constituir um elemento de grande valia para oportunizar os estudantes a expressarem suas atribuições de significados ao conhecimento científico no nível escolar. Assim valorizando a dialogicidade entre os sujeitos envolvidos no processo de educação, problematizando o conteúdo e superando a concepção bancária da educação.

Estamos cientes da necessidade da abertura de espaço para os alunos expressarem suas idéias, valorizando a argumentação. Assim, iremos descrever a seguir a apresentação do aluno JB, fechando o processo de apresentações e concluindo a investigação planejada.

7º Apresentação: Aluno JB – Energia Térmica

Podemos verificar abaixo a construção do mapa conceitual do aluno ZB que discute o conteúdo sobre Energia Térmica,

Notamos que o aluno insere em seu mapa conceitual o uso de equações, desta forma discutindo o tema com ênfase em aspectos conceitual e algorítmico, visível nas relações apresentadas.

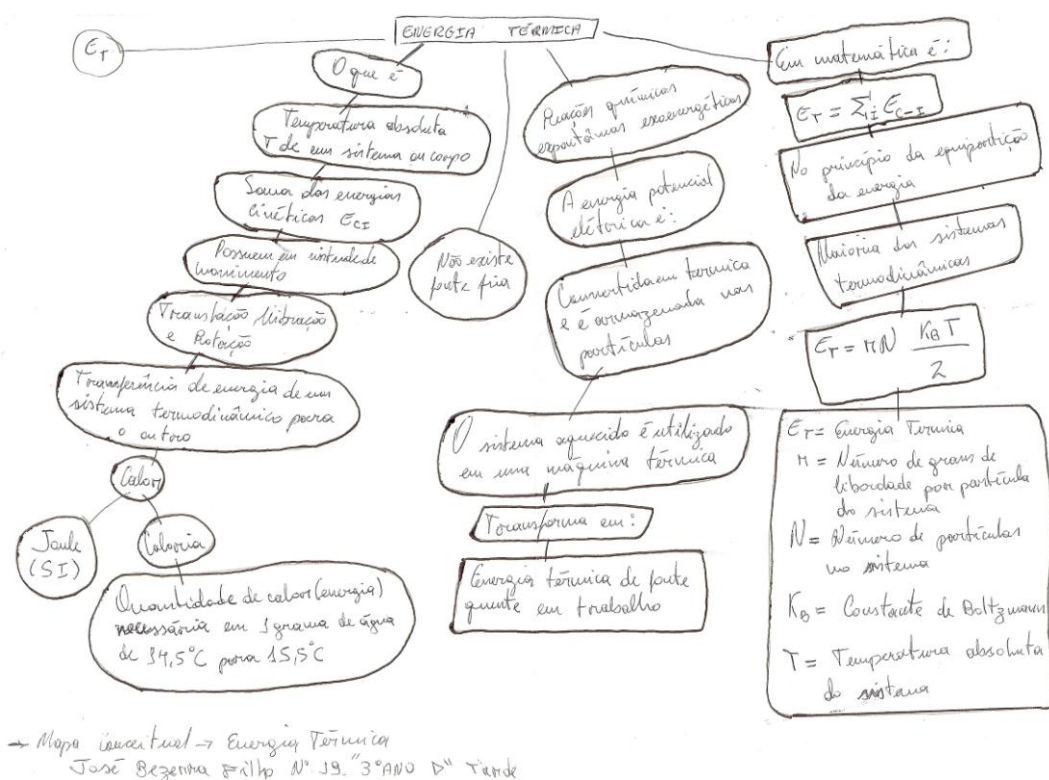


Figura 13: Mapa conceitual sobre energia térmica, construído pelo aluno JB.

Podemos dizer que a sequência do conteúdo de Termodinâmica adotada pelo aluno de certa maneira se distancia da perspectiva ausubeliana. Pois, de acordo com Moreira e Masini (2001) para se levar em conta o princípio da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora os conceitos de entropia e 2º Lei da Termodinâmica, deveriam ser introduzidos no início da sequência para em seguida ser diferenciados.

Acreditamos que a organização conceitual defendida pelo aluno JB pode ter sofrido influência da forma convencional de organização deste tópico presentes na

maioria dos livros didáticos de Física, ou seja: Temperatura; Calor; 1º Lei da Termodinâmica; Teoria Cinética dos Gases; 2º Lei da Termodinâmica e Entropia.

Suas explicações relacionadas ao mapa conceitual construído são as seguintes:

“Bom, agente vai começar falando sobre a energia térmica, não dar pra gente ver todo o conteúdo, porque num dá, vamos lá. Energia térmica o que é? A energia térmica ela é a temperatura absoluta do sistema de qualquer corpo. E como é que você pode representar energia térmica? Na termodinâmica a energia térmica, ela é representada por R vezes n , vezes K_b , vezes T sobre 2, aí o que é a energia térmica, vai ser igual a R é igual ao grau de, número de grau. “ n ” vai ser igual ao grau de partículas, já b é a constante de Boltzman, foi ele que criou a teoria da termodinâmica, e também tem a temperatura absoluta representada por T , só que na matemática a energia térmica pode ser representada pela soma da energia cinética dos corpos, aí fica a soma da energia cinética, então a movimentação da energia térmica ela se propagando através de um corpo ela pode ser representada por um movimento de translação, de rotação e de vibração. Aí o que vai acontecer, a partir deste movimento ele vai passar por uma energia potencial elétrica, e ela vai ser transferida, ela vai ser convertida e armazenada em fontes de trabalho, ou seja, se você quer trabalhar com energia térmica, você pode ter fontes de trabalhos entre ela, como é que você vai ter uma coisa térmica absoluta, uma coisa quente né. Aí o que é que vai acontecer, quando é convertida em térmica e armazenada na partícula, no fim ela é aquecida e utilizada em uma máquina térmica, essa máquina térmica vai transformar essa energia térmica em fonte quente de trabalho” (JB).

Notamos que o estudante JB valoriza sua discussão do tema sobre os conceitos de Energia Térmica através de um modelo matemático, diferentemente das explicações dos outros alunos que apresentaram seus mapas centrando especificamente em uma abordagem conceitual do tema.

É interessante quando expressa sua compreensão do que seja o conceito de energia térmica, concluindo que é o resultado da soma das energias cinéticas das partículas, não esclarecendo se poderia ser uma média, explicitando as formas de movimento possíveis para as partículas “translação, rotação e vibração”. Também em sua atribuição de significados demonstra entender que a energia pode estar armazenada conforme a posição da partícula e que será útil para esta forma de energia ser transformada em um trabalho útil, acreditando que tratava da produção de vapor que seria útil para geração da eletricidade. Então finaliza,

“A transferência de energia termodinâmica para um outro pode ser transformada em calor, e a fonte de calor tem o Joule que usado no sistema internacional de trabalho e tem o de caloria. Só que a forma de caloria, vocês podem pensar que caloria vai queimar a estrutura é...não tem nada a ver, caloria o que é que vai ser, vai ser a quantidade de calor necessária em

um grama de água pra poder transformar 14,5° térmicos em 15,5° térmicos, ou seja vai elevar um grau. Por isso que tem aí o nome você vai queimar caloria, por que vai aumentar a temperatura para aumentar em um grama de água em um grau Celsius. E o que é que vai acontecer...pronto aí tem só essas duas equações que é só o do sistema termodinâmico e do sistema matemático.” (JB)

Em seu argumento descreve a unidade de calor e as diferenças entre as unidades Joule e a caloria, explicando seus significados. Assim a partir de um tópico de estudo sugerido o aluno pôde fazer relações com outros conceitos da Física e também resgatar conceitos científicos que presentes em seu cotidiano, como por exemplo, quando fala “é por isso que tem aí o nome você vai queimar caloria”. É neste contexto que defendemos uma abordagem não fragmentada dos conteúdos de Física.

Neste cenário implicamos insistentemente que os recursos de mapas conceituais podem constituir em recursos potenciais para uma valorização da argumentação dos alunos e para o estímulo ao mundo da investigação. Sendo também uma ferramenta importante para o professor no sentido de servir de orientação de seus alunos na seleção de informações que estão presentes na rede mundial de computadores, pois poderá solicitar uma pesquisa de um determinado tema e pedir para que os alunos construam um mapa conceitual que será defendido e discutido com a turma, desta forma evitaria o problema da simples cópia.

No capítulo seguinte iremos descrever novas questões que emanaram a partir dos resultados encontrados nesta investigação quando abordamos o contexto das TIC no ensino da Física vinculada as discussões no campo da Teoria da Aprendizagem Significativa. Também esboçaremos as principais reflexões que surgiram no sentido de discutir as questões levantadas na introdução, assim elaboramos as considerações finais desta pesquisa.

CAPÍTULO 5

Conclusões

5. Considerações finais

Na introdução apresentamos três questões relevantes que foram pensadas como referências norteadoras para os fins desta investigação que demonstram alguns dos nossos anseios que emergem no campo prático educacional como professor de Física do ensino básico, que foram: Como introduzir e acomodar Tecnologias como o celular, games e simulações no planejamento escolar? E como incorporar à rotina do pensar e do fazer do professor? De que modo o uso das tecnologias no ensino de ciências poderia proporcionar uma Aprendizagem Significativa de conceitos no ensino de Física no Nível Médio?

Acrescentamos que com a introdução dos recursos de simulações e animações valorizamos na relação didática a participação dos estudantes. Abrindo espaço para suas reflexões, numa espécie de negociação de significados, imbuídos por uma concepção dialética. Esta possibilidade tem relação com um dos princípios da promoção da Aprendizagem Significativa Crítica que diz respeito à valorização da interação social e do questionamento, preconizando a perspectiva do ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.

Com relação ao uso do vídeo podemos apontar pelas análises efetuadas que foi útil para reforçar o estudo do conteúdo em um viés de abarcar outras dimensões do estudo dos conceitos envolvidos deste tópico, por exemplo, a ênfase aos aspectos da História e Filosofia da ciência, a uma compreensão pelos alunos das interferências exteriores na construção do conhecimento científico. Assim, para que o professor possa inserir esta possibilidade é necessário que o mesmo venha selecionar um material de qualidade em um oceano de possibilidades, desta forma terá que reservar um tempo para este planejamento, ter que detectar a relação do vídeo com a abordagem do conteúdo a ser trabalhado. É neste pensamento de organização e planejamento que poderá ser viável o uso do vídeo no ensino de Física, no sentido de provocar os educandos para o estudo de um determinado

conteúdo, evidenciando uma forma de despertar o interesse dos educandos para um posterior tratamento mais lógico do assunto.

Novamente insistimos sobre a importância da necessidade do professor fazer reflexões na/da ação de sua prática quando levar em consideração os recursos das TICs, pois consideramos que jamais encontrará técnicas e métodos prontos, como receitas de como trabalhar as tecnologias para auxiliar no tratamento do conteúdo, mas as respostas emergirão do pensar de sua ação.

Este último pensamento nos remete a lembrar um questionamento ocorrido no II Congresso de Educação do Cariri na cidade de Juazeiro do Norte/CE em 2009 organizado por uma empresa privada. Após ter concluído um seminário de uma hora que tínhamos para apresentação sobre a temática “A perspectiva das novas tecnologias da informação e comunicação: o relato de uma experiência em um curso de formação inicial” um dos ouvintes, funcionário de uma secretaria de educação de uma cidade do interior, não recordando o nome, pergunta-nos se depois deste estudo se já tínhamos elaborado algumas técnicas e soluções de uso do computador para ser entregue e seguido pelos professores do ensino fundamental. A nossa argumentação foi dizer que o professor, precisaria de uma formação inicial e continuada de qualidade que dialogasse sobre essa perspectiva, mas que jamais deveria existir receitas prontas e sim que cada professor pudesse inserir esses recursos de acordo com seu planejamento e investigar se há melhoria de aprendizagem de seus alunos. O fato é que no auditório tinha cerca de mais de cem professores, dentre muitos do ensino fundamental, que manifestaram nos ínfimos 10 minutos que tinham para perguntas um forte anseio para esta abordagem. Alguns contribuíram com suas experiências exitosas e também de dificuldades encontradas com o uso dos recursos computacionais, geralmente em escolas distantes dos centros urbanos. Em fim sentimos um desamparo por muitos deles para lidar com esta abordagem, em suas falas atacaram principalmente as lacunas deixadas pelos cursos de formação que freqüentaram.

Foram significantes os simuladores, as animações e o vídeo para despertar o interesse e disponibilidade dos estudantes para o estudo do conteúdo, o desenvolvimento do pensamento crítico e a valorização da argumentação. Respeitamos mais um dos princípios da Aprendizagem Significativa Crítica que

considera o aprendiz como perceptor/ representador, distanciando do modelo convencional onde o aluno é um agente passivo no processo educacional.

A utilização dos recursos de mapas conceituais foram essenciais no sentido de permitir um novo modo de refletir sobre o conhecimento e de estimular a externalização de saberes incorporados, considerando ser um fator complexo para nós professores compreender como se configura o conhecimento na estrutura cognitiva do estudante. Então a ênfase aos recursos de mapas conceituais nesta pesquisa revelou ser importante, pois permitiram um incentivo aos estudantes para representar sua compreensão do conteúdo, ou atribuição de significado, entendido aqui por catarse. Como já defendemos, concepções essas que se tornam impossíveis de serem percebidos por professores apenas pela realização de provas escritas. Assim insistimos na crença de ser esse recurso um instrumento potencial, principalmente podendo ser um guia para nortear a avaliação escolar que, embora seja debatida ainda permanece valorizando os testes e adestramento dos alunos para um único objetivo, a preparação mecânica para os exames competitivos dos vestibulares, deformando os jovens para atuarem de forma individualizada no mundo e distorcendo o fascínio para aprendizagem de ciência.

Esta experiência de reflexão na ação revelou ser uma oportunidade que despertou um olhar diferente no sentido do pensar a/na prática de outra forma. Insistimos na busca do despertar para o prazer de aprender ciência pelos jovens estudantes, e conseqüentemente na busca da melhoria do aprendizado do saber escolar. Por isso adotamos a pesquisa pedagógica, como agente atuante do processo de ensino e aprendizagem, e conhecedor de pormenores deste espaço complexo. Diferente de um método de pesquisa em que o investigador desempenha um papel de um observador externo e tenta compreender a realidade educacional através de seu recorte e afastado dela. Claro, compreendemos que imprimimos nas entrelinhas do texto desse trabalho alguns fragmentos de uma realidade que sabemos ser muito maior, mas é importante dizer que fomos privilegiados por estarmos contagiados por um contexto pedagógico que está fundado nos anos de experiência que até então estamos envolvidos.

O enfoque da pesquisa qualitativa nesta investigação permitiu-nos compreender que as enunciações dos estudantes a respeito do conteúdo energia, conservação e transformação, auxiliadas pelos recursos da tecnologia, estão

assentadas em concepções subjetivas incorporadas em sua estrutura cognitiva. Concepções estas influenciadas pelo cotidiano, geralmente, como tivemos a oportunidade de observar em suas argumentações, emergindo e persistindo em uma linguagem de senso comum que relutantemente prevalece em detrimento ao contexto da linguagem científico. Mas que confessamos que as enunciações espontâneas dos estudantes que colaboraram neste estudo não podem ser mensuradas, quantificáveis, como sugere as formas de avaliação persistentes pelas autoridades que regem os programas curriculares, pois as formas de pensar e agir dos estudantes consideramos piamente ser entidades qualitativas. Daí, compreendemos fortemente os desafios do processo de avaliar pelos professores. Mas salientamos que esta discussão sobre avaliação escolar no ensino de Física caberia outro trabalho de dissertação.

Especulamos que os resultados revelados nesta intervenção poderão colaborar para alargar o debate sobre possibilidades e limitações das TIC no espaço de uma sala de aula de Física e acrescentar uma compreensão epistemológica na prática profissional sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa. Temos a crença de que as idéias geradas neste trabalho poderão constituir em uma pedra fundamental em defesa da necessidade dos professores, em sua práxis, refletir sobre sua ação, peculiarmente o professor como investigador de sua realidade na tentativa de compreender as implicações desta abordagem para o processo de ensino e aprendizagem de sua disciplina.

O estudo foi relevante, pois possibilitou perceber uma disposição e interação dos educandos para o estudo do conceito de energia, conservação e transformação, utilizando os recursos de simulação, animação vídeo. Mas reafirmando que deve ser enfatizado como uma atividade complementar ao o processo de ensino e aprendizagem desta disciplina, e em um sentido de pensar o ensino de Física hoje com a presença dos recursos das tecnologias em um sentido crítico e de maximização de suas vantagens. Estivemos contagiados pela compreensão de que esta realidade tecnológica, de algum modo, invade a realidade dos educandos. Conseqüentemente, fora do contexto escolar os estudantes estão em contato direto com a realidade midiática e digital.

É fundamental destacarmos que as considerações elencadas dos conhecimentos prévios dos educandos que colaboraram nesta investigação, o incentivo ao diálogo, a interação com os colegas e o professor no momento da

realização da aula no laboratório e da entrevista realizada tende a uma aproximação da promoção da Aprendizagem Significativa, pois um dos seus princípios fundamentais é que levemos em primazia os conceitos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, devendo ser o ponto de partida e referencia para o ensino de conceitos novos.

E quanto à reformulação do papel do professor? Será mais uma tarefa a ter que incrementar na sua exaustiva já carga horária? Este estudo foi relevante para que possamos refletir a importância do professor de Física, e também de outros colegas de profissão de outras tantas disciplinas que compõem a grade curricular dos estudantes do ensino médio. Neste cenário das tecnologias no meio educacional imerso nesta realidade, percebendo o quanto os recursos computacionais e o uso do vídeo pode apoiar o entendimento dos conteúdos pelos alunos, mas pensando como um meio dentre outras possibilidades de materiais instrucionais.

Em resumo o professor deixa de estar no centro do processo para tornar-se um atento mediador da relação tríade professor, aluno e conhecimento, e com o auxílio das tecnologias como veículo colaborador na construção do saber. Insistimos na crença de que a relutância dos professores para investigar as possibilidades dos recursos das tecnologias na escola pode se constituir mais um elemento que contribuirá para garantia da elevação da exclusão digital dos alunos da escola pública. É neste sentido que destacamos que uma das propostas da presidenta da república em um de seus pronunciamentos é o fornecimento de banda larga para o fácil acesso a internet no meio escolar. Verificamos nesta investigação o quanto é problemático o uso da internet, motivado pela lentidão da abertura de softwares quando enfatizamos os recursos de simulação e animações. Além disso, encontramos dificuldades de disponibilidade de computadores, no laboratório da escola tinha apenas 20 computadores para atender um universo de aproximadamente 3000 alunos. Diante desta realidade pressupomos que é necessária uma urgente intervenção para garantia do direito ao uso da Internet com qualidade para que professores e alunos possam realizar pesquisas mais refinadas. Defendemos ser necessário um maior incentivo por parte dos responsáveis para aquisição de computadores no sentido de que o uso deste instrumento possa se tornar uma tecnologia invisível no processo de ensino e aprendizagem. Portanto

essas dificuldades podem ser consideradas um entrave para esta abordagem pelos professores.

Também não estamos alheios a questão preocupante de que os recursos das tecnologias inserem-se na escola geralmente com ausência da participação dos professores neste debate, existindo em nosso pensar certa imposição ideológica para sua adaptação, cabendo muitas vezes para técnicos desenvolverem programas educacionais. Como vimos nesta investigação os softwares instalados nos computadores das escolas da rede estadual do Ceará são impostos, existindo extrema dificuldade de instalação de outros programas pensados pelos professores. Por exemplo, existe uma norma de não instalação do sistema *Windows*, apenas é liberado o *Linux Educacional*. Tudo bem o *Linux* é um software livre, portanto sem muito ônus. A limitação percebida é que neste já se encontram softwares de simulações e animações prontos, pensados não sabemos por quem. Além disso, existe um técnico em informática na CREDE 19 para monitorar todas as escolas, instituindo senhas de acesso, assim negando a participação do professor caso queira investigar em sua prática o uso de outros softwares educacionais. O que queremos chegar é que infelizmente o professor nesta realidade geralmente é um espectador e executor de funções pensadas por pessoas distantes do ambiente escolar. Estamos cientes que essa discussão exige uma análise mais aprofundada e fundamentada que não adentraremos, mas que também poderá se constituir em um objeto de estudo para outra pesquisa.

Desde o início do desenvolvimento desta pesquisa possuímos o desejo de compartilhar os resultados com os colegas professores/educadores da disciplina de Física que atuam na região do Cariri, para que se inteirassem deste debate e que também tivessem a oportunidade de refletir em sua ação pedagógica. Assim desenvolvemos um manual guia anexado a esta dissertação, onde provocamos uma breve discussão sobre a abordagem das TICs no ensino de Física, peculiarmente tratando dos recursos de simulação, animações e vídeos. Também destacamos os endereços dos sites utilizados nesta investigação e outros sobre os recursos de simulações e animações e indicações de outros sites de pesquisas no campo do ensino das ciências disponíveis, por exemplo, em revistas eletrônicas, que poderão ser pensados em sua prática. Além disso, sucintamente discutimos também neste manual os fundamentos epistemológicos da Teoria da Aprendizagem Significativa

como embasamento para as reflexões de como se especular ser o processo de aquisição e retenção do conhecimento, aludindo principalmente para o ensino de Física. Também esclarecemos neste manual o uso do programa *Cmap Tools*²⁰ como software livre que pode auxiliar a construção de um mapa conceitual.

Achamos imprescindível destacar inserir no manual uma discussão sobre a possibilidade do uso do recurso mapas conceituais, principalmente por sentirmos um desconhecimento por professores e alunos na região do Cariri para esta ferramenta bastante utilizada no ensino de Física, facilitador da Aprendizagem Significativa. Como recurso fundamental para o planejamento didático e como instrumento de avaliação.

Também as discussões geradas neste trabalho de dissertação poderá se constituir em referência para nortear orientações sobre as TICs no ensino, a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Construção de Mapas Conceituais em cursos, oficinas e seminários para os professores do nível básico nas escolas da região.

A construção deste manual como produto deste trabalho deverá ser divulgado e discutido com os professores do ensino médio. Nesta perspectiva, especulamos que estamos atendendo uma das finalidades do Mestrado Profissional, que é o desenvolvimento de ações consolidadas em uma dimensão prática e que gere alternativas que promovam mudanças para alavancar a qualidade do ensino de Ciências no ensino médio em nosso país. Assim, permitindo a formação continuada do professor em exercício, podendo compartilhar as alternativas encontradas com seus pares. O intuito da construção de um manual e de diálogo com os professores através de cursos, oficinas ou seminários é motivado pela preocupação de que este trabalho não seja apresentado e posteriormente arquivado no meio acadêmico, mas que chegue às mãos dos professores do ensino básico, tanto os que possuem formação na área como os que são de áreas afins. Assim temos o pressuposto de que com uma maior divulgação desta discussão sobre os recursos das TICs no ensino de Física com os agentes desse processo poderemos juntos pensar suas vantagens e desvantagens, assim reagirmos para não deixarmos essa função legada a profissionais que estão distante do ambiente educacional e, portanto desconhecem suas particularidades.

²⁰ Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/>. Acesso em 15 set 2008.

É neste sentido que permitimos nesta pesquisa compreender a indissociação entre a relação teoria e prática, e superar a idéia positivista presente na maioria dos cursos de formação de que existem momentos distintos para a ocorrência da prática e a da teoria. Esta reflexão produz uma nova questão de pesquisa que pode ser: Como será a concepção entre teoria e prática dos professores de Física ao lidarem com os recursos das tecnologias no ensino de Física?

Destacamos ainda que este estudo contribuiu para aflorar mais interrogações que certezas para a possibilidade do uso das TICs no ensino de Física e do pensar sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa. Indagações que podem ser norteadoras para a realização de novos estudos e de reflexão para os professores que desejam investigar sua prática. Por exemplo, quais outros conteúdos de Física seriam relevantes o apóio das simulações e animações? Que implicações para as práticas educativas dominantes existem quando o professor faz uso dos recursos das Tecnologias? Quais as concepções dos professores de Física nesta região para esta abordagem?

Acreditamos também que esta investigação poderia ser continuada em um sentido mais amplo para um maior refinamento dos argumentos na tentativa de buscarmos soluções provisórias para as questões sugeridas. Destacamos que realizamos em um tempo ínfimo de estudo da realidade de uma aula de Física escolar, podendo, por exemplo, em outro estudo considerar um tempo de intervenção que abarcasse um ano letivo, e que estendêssemos as realizações das entrevistas para todos os alunos da turma, que como percebemos realizamos com apenas sete alunos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rubens. **Conversas com quem gosta de ensinar**. São Paulo: Cortez, 1993

_____, **A escola com que sempre sonhei sem imaginar que pudesse existir**. Campinas, SP: Papyrus, 2001.

ARAÚJO, Verônica Danieli de Lima. A inserção das TIC's no cenário educacional brasileiro: programas e ações da SEED. In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORTE E NORDESTE, 19., 2009, João Pessoa. **Comunicações orais...**João Pessoa: UFPB, 2009.

ASSMANN, Hugo (Org). **Redes Digitais e Metamorfose do Aprender**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

_____, A metamorfose do aprender na sociedade da informação. **Ci. inf.**, Brasília, v. 29, n.2, p. 7-15, maio/ago. 2000.

_____. Pedagogia da qualidade em debate. **Impulso**, Revista de Ciências Sociais da Unimed. Piracicaba, n. 16, p. 8-42, 1994.

AUSUBEL, David. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Portugal: Plátano Edições Técnicas, 1º ed., traduzido por Lígia Teodoro, 2003.

BACHELARD, G. A. **A formação do espírito científico: uma contribuição para a psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BAÑAS, Carlos. MELLADO, Vicente. RUIZ, Constantino. Los libros de texto y lãs ideas alternativas sobre La energia Del alumnado de primer ciclo de educaión secundaria obligatoria. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, Santa Catarina, v. 21, n. 3, p. 296-312, dez. 2004.

BARBOSA, João Paulino Vale. BORGES, Antonio Tarciso. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 23, n. 2, p. 182-217, ago. 2006.

BELL, J. **Projeto de pesquisa: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais**. 4 ed. Porto Alegre, 2008.

BEHRENS, Marilda Aparecida. Projetos de Aprendizagem Colaborativa num Paradigma Emergente. In: MORAN, José Manuel. MASETTO, Marcos. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papyrus, 2000.

BOGDAN, Roberto. BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Porto editora, LDA: Portugal, 1994.

BRASIL. **PCNM, ENSINO MÉDIO: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Secretaria de educação média e tecnológica - Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

CANDOTTI, Ennio. Ciência na Educação Popular. In MASSARANI, L. MOREIRA, I. C. BRITO, F. **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil.** Rio de Janeiro: casa da ciência, UFRJ, 2002.

DELCIN, Rosemeire Carvalho do Amaral. A metamorfose da sala de aula para o cibe espaço. In ASSMANN, Hugo (Org). **Redes Digitais e Metamorfose do Aprender.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

DELEUZE, Gilles. GUATARI, Félix. Mil platôs: Capitalismo e esquizofrenia. Tradução de Aurélio Guerra Neto e Celia Pinto Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1995.

DELIZOICOV, Demétrio. ANGOTTI, José André. PERNANBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2002.

DESLAURIERS, Jean-Pierre. KÉRISIT, Michèle. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: POUPART (et. al). **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

DOMÉNECH, J. L. GIL-PÉREZ, D. GRAS, A. GUIASOLA, J. MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. SALINAS, J. TRUMPER, R. VALDÉS, P. La enseñanza de la energia: una propuesta de debate para um replanteamiento global. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, Santa Catarina, v. 20, n. 3, p. 285-311, dez. 2003.

FEYNMAN, Richard. **Física em seis lições.** Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

FIOLHAIS, Carlos. TRINDADE, Jorge. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.3, p. 259-273, 2003.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GASPAR, Alberto. **Física**, v. único. São Paulo: Editora Ática, 2001.

GARCÍA, Carlos Marcelo. A formação de Professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In: NÓVOA, Antonio *et. al.* **Os professores e a sua formação.** Instituto de Inovações Educacionais, Lisboa, 1995.

GATTI, Bernadete. **Os agentes escolares e o computador no ensino.** São Paulo: FDE/SEE, Acesso, ano 4. Dez, 1993.

GERMANO, Marcelo Gomes. Popularização da Ciência Como Ação Cultural Libertadora. In: V COLÓQUIO INTERNACIONAL PAULO FREIRE, 2005, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Centro Paulo Freire, set.2005. Disponível em:

<http://www.paulofreire.org.br/pdf/comunicacoes_orais/POPULARIZAÇÃO>. Acesso em 22 ago. 2009.

GREEF, **Grupo de Reelaboração do Ensino de Física**, v. 1-5. Instituto de Física da USP, Junho de 1998.

HEWIT, Paul G. **Física conceitual**. Bookman, 9º ed, Porto Alegre, 2002.

KENSKI, Vani Moreira. O ensino e os recursos didáticos em uma sociedade cheia de tecnologias. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro (org.). **Didática: O ensino e suas relações**. Campinas, SP: Papirus, 1996.

_____, Novas tecnologias: o redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 08, set./jun./Ago. 1998.

LANKSHEAR, C. KNOBEL. **Pesquisa Pedagógica: do projeto à implementação**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

LEVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**. Rio de Janeiro: Ed.34, 1993.

LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora? Novas exigências educacionais e profissão docente**. São Paulo: Cortez, 7 ed., 2003.

LOPES, Rosana Pereira. Um novo professor: novas funções e novas metáforas. In: ASSMANN, Hugo (org.). **Redes Digitais e Metamorfose do Aprender**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

MARTINS, André Ferrer Pinto. **Ensino de ciências: desafios à formação de professores**. Depto. de Educação, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, UFRN, 2005.

Disponível em: < <http://www.ccsa.ufrn.br/ccsa/docente/andreferrer/ftp/2005-ArtigoEducaçãoemQuestão.pdf>.> Acesso em: 28 fev. 2011.

MASSARANI, L. MOREIRA, I. C. BRITO, F. **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002.

MASETTO, Marcos T. Mediação pedagógica e o uso da tecnologia. In: MORAN, José Manuel (*et. al*). **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2000.

MASINI, Elcie F. Salzano. MOREIRA, Marco Antonio Moreira. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrências e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Vetor, 2008.

MÁXIMO, Antônio. ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**, v.1 e v.2. São Paulo: Scipione, 2000.

_____, **Física: volume único**. São Paulo: Scipione, 1997.

MEDEIROS, Alexandre. MEDEIROS, Cleide Farias. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre/RS, v. 24, n. 2, p. 79, 2002.

MOITA, Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro. Games: contexto cultural e curricular de “saberes de experiências feitas”. In SILVA, Eliane de Moura (Orgs.) [et al.]. **Jogos Eletrônicos: construindo novas trilhas**. Campina Grande: EDUEP, 2007.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. Campinas, SP: Papirus, 2007.

MORAN, José Manuel. Ensino e Aprendizagem Inovadores com Tecnologias Audiovisuais e Telemáticas. In _____, José Manuel. MASETTO, Marcos. BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2000.

MOREIRA, Ildeu de Castro. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil. **Revista Inclusão Social**, Brasília, v. 1, nº 2, p. 11-16, abr./set. 2006. Disponível em: <
<http://www.ibict.br/revistainclusãosocial/viewarticle.php?id=29&layout=html>>. Acesso em: 15 set. 2009.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Ed. Adriana Toigo, 2005.

MOREIRA, Marco Antonio. MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. In MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Vetor, 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. BUCHWEITZ, Bernardo. **Mapas Conceituais: instrumentos didáticos, de avaliação e de análise de currículo**. São Paulo: Editora Moraes, 1987.

_____, Mapas Conceituais e aprendizagem Significativa. Artigo adaptado e atualizado de um trabalho com o mesmo título publicado em O ENSINO, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística, Pontevedra/ Galícia/ Espanha, Nº 23 a 28: 87-95, 1988.

_____, O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de ciências. **Em aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, out/dez. 1988.

NARDI, Roberto. **Pesquisa no ensino de física**. São Paulo, Escritura Editora, 2 ed., 2001.

OKADA, Alexandra. OKADA, Saburo. SANTOS, Edmea. **Cartografia cognitiva: mapas do conhecimento para pesquisa, aprendizagem e formação docente.** Cuiabá: Editora KCM, 2005.

OLIVEIRA, André Luís Belini. A tecnologia de informação e comunicação como instrumento de apoio ao ambiente acadêmico. **Anuário de Produção Acadêmica Docente**, v. III, nº 4, 2009.

OLIVEIRA, Inês Barbosa. ALVES; Nilda (orgs.). **Pesquisa no/do cotidiano das escolas: sobre redes de saberes.** Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

PEREIRA, Maria Zuleide da Costa MOITA, Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro. **Educação , tecnologia e Comunicação: Os jogos eletrônicos e as implicações curriculares.** In SILVA, Eliane de Moura (Orgs.) [et al.]. **Jogos Eletrônicos: construindo novas trilhas.** Campina Grande: EDUEP, 2007.

PENTEADO, Paulo Cesar. TORRES, Carlos Magno. **Física: Ciência e Tecnologia**, v.1 e v.2. São Paulo: Moderna, 2005.

PIMENTA, Selma Garrido. Professor Reflexivo: construindo uma crítica. In _____, Selma Garrido. GHEDIN, Evandro (Orgs.). **Professor Reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito.** São Paulo: Cortez, 2005.

POLATO, Amanda. Tecnologia mais Conteúdos é igual a Oportunidades de ensino. **Revista Nova Escola**, São Paulo, ano XXIV, v. 223, p. 50-56, jun./jul. 2009.

PONTE, João Pedro. Investigar a nossa própria prática. In GTI (Org.). **Refletir e investigar sobre a prática profissional.** Lisboa: APM, p. 5-28, 2002.

PRETO, N. L. Desafios para educação na era da informação: o presencial, à distância, as mesmas políticas e o de sempre. In: BARRETO, R. G. (org). **Tecnologias educacionais e educação à distância: avaliando políticas e práticas.** Rio de Janeiro: Quartet, p. 29-53, 2001.

SALVADOR, César Coll *et. al.* **Psicologia do ensino.** Porto Alegre: Atmed: 2000.

SANCHO, Juana Maria. HERNÁNDEZ, Fernando *et. al.* **Tecnologias para transformar a educação.** Porto Alegre: Artmed, 2006.

SANTOS, Boaventura Sousa. **Um discurso sobre as ciências.** São Paulo: Cortez, 6. ed., 2009.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, set./dez. 2007.

SAMPAIO, José Luiz. CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da Física**, v.1 e v.2. São Paulo: Atual, 2005.

SAYÃO, Rosely. AQUINO, Julio Groppa. **Em defesa da escola**. Campinas, SP: Papyrus, 2004.

SCHLEMMER, Eliane. O trabalho do professor e as novas tecnologias. **Revista Textual**, Porto Alegre, SINPROS-RS, v. 1, nº 8, set. 2006.

SCHON, Donald. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, Antonio *et. al.* **Os professores e a sua formação**. Instituto de Inovações Educacionais, Lisboa, 1995.

SILVA, Rejane Maria. FERNANDEZ, Márcia Aparecida. Recursos Informáticos Projetados para o ensino de Ciências: Bases Epistemológica Implicadas na Construção e desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem. In: **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**/Organização: Carmem Lúcia Prata, Anna Christina de Azevedo Nascimento. Brasília : MEC, SEED, 2007.

SILVIA, Eliane de Moura. MOITA, Filomena M^a Gonçalves da Silva. SOUSA, Pequeno de Sousa. **Jogos Eletrônicos: construindo novas trilhas**. Campina Grande: EDUEP, 2007.

TARDIF, Murice. **Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério**. Revista Brasileira de Educação, [S. l.], n.13, jan. 2000. Disponível em: <http://www.anped.org.br/rbe/rbedigital/RBDE13/RBDE13_05_MAUURICE_TARDIF.p df>. Acesso em: 18 fev. 2010.

TAVARES, Romero. RODRIGUES, Gil Luna. ANDRADE, Mariel *et. al.* Objetos de Aprendizagem: Uma Proposta de Avaliação da Aprendizagem Significativa. In: **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**/Organização: Carmem Lúcia Prata, Anna Christina Aun de Azevedo Nascimento. Brasília : MEC, SEED, 2007-a.



_____, Construindo mapas conceituais. **Revista Ciência e Cognição**. Rio de Janeiro, v.12, p. 72-85, 2007-b.

VIANNA, D. M. ARAÚJO, R. S. Buscando elementos na internet para uma nova proposta pedagógica. In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa a prática**. São Paulo: Ed. Pioneira Thomson Learning, 2006.

ZEICHNER, Ken. Novos caminhos para o *practicum*: uma perspectiva para os anos 90. In: NÓVOA, Antonio *et. al.* **Os professores e a sua formação**. Instituto de Inovações Educacionais, Lisboa, 1995.

ANEXOS

Anexo 01: Questionário para explorar os conceitos prévios dos alunos sobre energia

		<h2>Questionário1</h2>
<p>Nome: _____</p>		
<p>01. <i>Um dos conceitos fundamentais no estudo da Física é o da energia, “compreendê-la não é tarefa fácil, pois não podemos ver, cheirar e tocar. Pessoas, lugares e coisas possuem energia, mas geralmente observamos a energia apenas quando ela está sendo transferida ou transformada”. (Paul Hewit: 2002, p. 114)</i></p>		
<p>Procure descrever abaixo o que você pensa sobre o que é energia e o princípio de conservação?</p>		
<p>02. Além da energia elétrica poderia citar outras formas de energia que é manifestada no funcionamento de muitos aparelhos de seu cotidiano?</p>		
<p>03. <i>“A maior parte da energia elétrica utilizada no Brasil provém de usinas hidrelétricas. Nessas usinas a água é represada por meio de barragens, que têm a finalidade de proporcionar um desnível de água capaz de movimentar enormes turbinas. As turbinas são formadas por conjuntos de pás ligadas ao eixo do gerador de eletricidade, que é posto a girar com a passagem da água.” (GREEF, 1998)</i></p>		
<p>Quais outras maneiras de geração de energia elétrica que você conhece, além das usinas hidrelétricas?</p>		
<p>04. Com relação à energia elétrica gerada nas usinas hidrelétricas e outras formas de produção que citou na questão anterior, poderia dizer argumentando quais causam problemas de poluição agredindo o meio ambiente, ou quais são consideradas uma forma de “energia limpa”?</p>		
<p>05. Como você pensa que é gerada a corrente elétrica que chega aos fios condutores de sua residência.</p>		

ANEXO 02: TEXTO “A ENERGIA EM NOSSAS VIDAS” DA REVISTA CIÊNCIA HOJE

TEXTO 01

Texto extraído da revista Ciência Hoje, fragmentos da discussão “**A energia em nossas vidas**”. Por: Adilson de Oliveira, publicado em 20/02/2009.

Energia em transformação

Uma das características mais importantes da energia: o fato de ela se conservar, ou seja, durante os processos, ela pode adquirir diversas formas, mas a sua quantidade total ainda permanece constante.

Infelizmente, outra característica da transformação da energia é que nem sempre ela se transforma em outro tipo de energia útil. É o que acontece com o calor gerado na combustão, que se dissipa no motor do carro, ou o produzido pelo nosso próprio organismo, que é simplesmente liberado para o meio externo.

A energia, enquanto grandeza física é mensurável. Contudo, não podemos medi-la de maneira absoluta, apenas relativa. Sempre estamos medindo a sua variação. O valor que recebemos na conta de energia elétrica, por exemplo, expressa a potência (em watts) gasta durante certo intervalo de tempo (hora). A potência é definida como a taxa de transformação da energia por unidade de tempo. Por sua vez, a unidade de energia definida como padrão é o joule. O termo calorias, muito comum para quantificar a energia de alimentos e para formular dietas, equivale a 4, 184 joules.

Podemos compreender a energia como algo que pode modificar a matéria e transformá-la nas mais diversas formas. Essas transformações ocorrem devido à ação das interações fundamentais da natureza, como a força gravitacional (que nos mantém presos sobre a superfície da Terra e faz com que as galáxias se movam através do espaço), a força eletromagnética (responsável pelas interações entre os átomos e moléculas, bem como pela existência da luz), a força nuclear forte (que confere estabilidade ao núcleo atômico) e a força nuclear fraca (que controla processos de decaimento radioativo).

Diante da variedade de forma que a energia pode assumir, podemos chegar a uma simples conclusão sobre sua definição. Embora esse termo que tanto utilizamos tenha diferentes significados, em sua essência ele indica sempre a mesma coisa: um processo de transformação.

ANEXO 03: TEXTO “A HIDRELÉTRICA DO RIO MADEIRA E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA ELETRIFICAÇÃO NO BRASIL”, REVISTA CIÊNCIA HOJE.

TEXTO 02

Fragmentos do artigo “**As hidrelétricas do rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil**”, Edição 265, novembro de 2009.

Produção da nossa eletricidade

Na matriz de energia elétrica brasileira, em 2008 (já incluídas as importações), a geração hidrelétrica respondeu por 80% da oferta, a termelétrica por 19,9% e a eólica por 0,1%. Na termelétrica, o percentual pode ser dividido conforme o combustível usado na geração: gás natural (6,6%), biomassa (lenha, bagaço de cana e outros – 5,3%), deriva dos de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Esses dados são do Balanço Energético Nacional, do Ministério das Minas e Energia. Portanto, enquanto os governos afirmam que a matriz elétrica brasileira é ‘limpa’, os dados mostram que essa definição não é verdadeira. A geração a partir da biomassa e dos ventos, métodos mais limpos (o carbono liberado na queima de material vegetal é compensado pela absorção desse elemento no crescimento), correspondem a apenas 5,4% da matriz, enquanto a geração a partir da energia hídrica e de combustíveis como gás, petróleo, material nuclear e carvão chega a um total de 94,6%. A hidreletricidade não deve ser considerada uma fonte ‘limpa’ porque, segundo estudos, as emissões de metano (CH₄) das hidrelétricas seriam comparáveis às emissões de CO₂ das termelétricas, em termos de impacto na aceleração do efeito estufa. Outra importante questão, quando se fala no sistema elétrico brasileiro, é a das perdas na transmissão e na distribuição. Em uma comparação com outros países, verifica-se que o desperdício no Brasil é muito elevado: enquanto aqui as perdas atingiram, em 2007, 20,28% do total gerado, na União Europeia a média da perda dos países-membros chegou a 6,5%. Mesmo na América do Sul, as perdas no Chile (5,6%), no Peru (9,3%), na Argentina (9,9%) e na Colômbia (11,5%) são bem inferiores às brasileiras. Esses dados são de uma auditoria do setor elétrico realizada em outubro de 2008 pelo Tribunal de Contas da União.

Questões orientadoras na elaboração de um texto pelo grupo de alunos (cada grupo irá ter um momento para discutir o resultado de sua pesquisa entregando o texto em seguida)

1. Baseado na leitura do texto 1 construa um texto de pesquisa sobre o princípio de conservação da energia e sua transformação, procure argumentar com suas palavras. Devem produzir um texto (não copiar) justificando aspectos conceituais como: “a quantidade total ainda permanecer constante”, “ela nem sempre se transforma em energia útil”. Procure também dar exemplos de seu cotidiano onde observa as diferentes formas de energia.

2. Baseado na leitura do texto 2 construa um texto de pesquisa sobre as diferentes formas de geração da energia elétrica, escrevendo um texto respondendo as questões como: Vantagens e desvantagens referentes aos impactos ao meio ambiente do funcionamento dos processos de geração de energia elétrica citado por você, justificando o que seria uma fonte limpa de energia; pesquisando onde é gerada a energia elétrica que usamos em nossa cidade e que forma de energia é utilizada.

3. Considere a frase “Outra importante questão, quando se fala no sistema elétrico brasileiro, é a das perdas na transmissão e na distribuição.” Podemos gastar, ou perder energia? Justifique.

ANEXO 04: SINOPSE DO VÍDEO “A GUERRA ELÉTRICA”²¹”

“A guerra elétrica”. Este vídeo trata do início do desenvolvimento da produção da energia elétrica na disputa travada no fim do século XIX e início do século XX entre Thomas Edison que foi eleito como o maior cientista do século e o seu rival George Westinghouse pelo controle da eletricidade. O cientista do século resolveu apostar na corrente contínua CC que foi a primeira a ser utilizada na geração de energia elétrica. O industrial George Westinghouse e seu engenheiro Nikola Tesla apostaram na corrente alternada CA que se mostrou mais eficiente por poder ser distribuída a longa distância. Neste filme o aluno poderá perceber a existência de uma forma única de energia que pode se manifestar de diferentes formas na natureza como energia potencial, cinética, mecânica, térmica, eólica, sonora, eletromagnética e elétrica. Também neste contexto o filme possibilitou a compreensão pelos educandos de que existem vários meios de geração de energia elétrica e provoca a formação de uma consciência crítica sobre os impactos ambientais das diferentes formas de produção desta.

²¹ Disponível na Internet em <<http://www.fisicanet.com.br>>

ANEXO 05: QUESTÕES NORTEADORAS PARA A 1º ENTREVISTA APÓS A UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS DE SIMULAÇÃO E ANIMAÇÃO

1. Qual a finalidade dos dois simuladores vistos?



2. Pelas observações das animações explique quais as fontes de energia são utilizadas para gerar a energia elétrica?

3. Quais são consideradas “uma fonte limpa” de energia?

4. Quais provocam maiores impactos para o meio ambiente e constitui uma ameaça para os seres humanos? Justifique

5. De que forma as turbinas podem ser movimentadas e por que precisam girar?

6. A energia pode ser gasta ou consumida? Justifique.

7. Do ponto de vista da Física, em uma usina hidrelétricas poderia citar os processos de transformação da energia, a partir do ponto em que a água é represada?(DELIZOICOV; ANGOTI; 1992, p. 39)

ANEXO 06: QUESTÕES GUIAS PARA 2º ENTREVISTAS SOBRE A AULA UTILIZANDO O RECURSO DE VÍDEO

1. O que percebeu no vídeo “a guerra elétrica” que achou mais interessante?

2. Que tipos de energia foram comentados no vídeo?

3. Na apresentação foi colocado que:

“Quanto maior a distancia que a eletricidade tenha que percorrer maior é a perda de energia”, justifique esta afirmação.”

“Um tubo de prata pura está sendo utilizada para produzir um cabo condutor, o que parece ser um procedimento simples é tecnologia de ponta. Um a nova mistura de cerâmica no centro deste cabo obtêm-se propriedade revolucionaria de transmissão sem perda de energia eram chamados de supercondutores (a corrente era transmitido com 0% de perda). Nos condutores convencionais de cobre as perdas eram enormes nas transmissões com corrente contínua.”

Então a energia pode ser gasta ou consumida? Justifique.

4. Por que o projeto de Thomas Edson para implantação de uma distribuição de energia elétrica através da corrente contínua não foi sustentada no contexto histórico.

5. Fale sobre a geração da corrente alternada, em que um dos seus precursores foi o jovem Nicola Tesla.