



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS

RUI GUILHERME DOS SANTOS MONTEIRO

UMA ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO
ENSINO ATRAVÉS DE TEMAS

Belém
2015

RUI GUILHERME DOS SANTOS MONTEIRO

**UMA ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO
ENSINO ATRAVÉS DE TEMAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação de Ciências e Matemáticas, do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI), da Universidade Federal do Pará (UFPA), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas.

Área de concentração: Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito

Belém
2015

Dados Internacionais de Catalogação – na – Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFPA

Monteiro, Rui Guilherme dos Santos, 1968-
Um análise dos princípios da aprendizagem
significativa no ensino através de temas / Rui
Guilherme dos Santos Monteiro. - 2015.

Orientador: Prof. Dr. Licurgo Peixoto de
Brito .

Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Educação
Matemática e Científica, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências e
Matemáticas, Belém, 2015.

1. Psicologia da aprendizagem. 2.
Pesquisa-ação em educação. 3. Abordagem
interdisciplinar na educação. 4. Física - estudo
e ensino. 5. Prática de ensino. I. Título.

CDD 22. ed. 370.15

RUI GUILHERME DOS SANTOS MONTEIRO

**UMA ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO
ENSINO ATRAVÉS DE TEMAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação de Ciências e Matemáticas, do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI), da Universidade Federal do Pará (UFPA), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas.

Área de concentração: Educação em Ciências.

Data: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito
Presidente, PPGECM/IEMCI/UFPA

Prof. Dr. Alexandre Guimarães Rodrigues
Membro externo, ITEC/UFPA

Profa. Dra. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida
Membro interno, PPGECM/IEMCI/UFPA

Às três mulheres de minha vida:

Gabriela, Vitória e Elane; às minhas irmãs; aos
meus irmãos e aos meus pais (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me proporcionado fé e coragem para seguir em frente diante dos obstáculos que surgiram.

Ao meu orientador Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito, que muito se esforçou desde o início para realização desse sonho e acreditou em mim desde o ingresso no mestrado.

À equipe de Física da Escola de Aplicação da UFPA, que muito me incentivou antes, durante e agora no término dessa etapa.

Em especial ao mestre Alexandre Valente pelas suas contribuições em alguns momentos difíceis que passei durante a realização desse curso.

Ao meu coorientador Rogério Sousa, por suas importantes contribuições ao longo desse trabalho.

Aos meus colegas de mestrado Ricardo Carvalho e Semille, que muito me incentivaram durante o curso.

À UFPA e à EAUFPA, que me proporcionaram suporte para me qualificar como professor de Física.

Ao IEMCI, pela sua existência.

A todos os professores do IEMCI, em especial aqueles com os quais tive o privilégio de cursar disciplina.

Ao Grupo de Estudos em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, pelas grandes contribuições durante as discussões realizadas em seus encontros.

À Profa. Dra. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida, por suas importantes contribuições durante o meu exame de qualificação e defesa desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Alexandre Guimarães Rodrigues, por seu interesse e participação na defesa desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Cícero Régis, por suas contribuições durante o meu exame de qualificação.

À Secretaria de Estado de Educação do Pará, pelas condições possibilitadas ao desenvolvimento da pesquisa.

À turma EJA-C turno da noite, do ano de 2013 da escola que acolheu a experiência pedagógica que possibilitou esta pesquisa.

Aos meus amigos da Comunidade Evangélica que frequento: Ronaldo, Eduardo, Rosana e Regiane.

À minha querida amiga Gorete Ripardo e ao amigo Kledson Ripardo.

E, em especial, à minha esposa Elane Monteiro, e às nossas duas lindas filhas, Gabriela e Vitória, que são incentivo para as conquistas em nossa vida.

“O ato de ensinar não se encerra em si mesmo, pois a finalidade do ensino é o aprendizado por parte do aluno”.

David Ausubel

RESUMO

Esta dissertação é o registro de uma pesquisa com objetivo geral investigar como as relações entre aprendizagem significativa e abordagem temática se estabelecem e como contribuem para o processo de ensino-aprendizagem de ciências. A pesquisa se desenvolve a partir da Abordagem Temática de Delizoicov et al. e da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, cujo pilar central é o ensino a partir do conhecimento prévio do educando. Uma experiência pedagógica de ensino de Física fundamentada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov et al. foi desenvolvida em uma escola pública da rede estadual de ensino da cidade de Ananindeua-PA, em que participaram inicialmente 25 alunos de uma turma da Educação de Jovens e Adultos durante um bimestre. Esta pesquisa qualitativa apoiou-se em questionários, observações diretas, rodas de conversa e relatos escritos dos educandos gerando o material empírico que possibilitou a identificação de princípios da Aprendizagem Significativa em cada um dos três momentos pedagógicos. Na Problematização Inicial, foi possível identificar dois princípios da teoria de Ausubel: Diferenciação Progressiva e Consolidação; na Organização do Conhecimento evidenciamos a Diferenciação Progressiva, a Reconciliação Integrativa, a Organização Sequencial e a Consolidação; enquanto que na Aplicação do Conhecimento destacamos a Consolidação. As análises feitas nesta dissertação fornecem subsídios teóricos e didático-pedagógicos a educadores e pesquisadores visando o favorecimento da Aprendizagem Significativa em contexto escolar.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Ensino de Física. Abordagem Temática.

ABSTRACT

The general objective of this dissertation is to investigate how the relationship between Meaningful Learning and the Thematic Approach are established and how they contribute to the science learning-teaching process. The research develops from the thematic approach of Delizoicov et al. and the theory of Meaningful Learning from David Ausubel which central part is the teaching based on the previous knowledge of the learner. A pedagogical physics teaching experience based in the three education moments of Delizoicov was made in a public school of Ananindeua – Pará in which, twenty five students from the Education of Youngs and Adults participated during two months. This qualitative research was based on questionnaires, direct observations, conversations, written reports, generating an empirical material, which enabled the identification of meaningful learning principles in each of the three pedagogical moments. In the Initial Problematization, it was possible to identify two principles from Ausubel's theory; Progressive Differentiation and Consolidation; in the Organization of Knowledge we found evidence of the Progressive Differentiation, Integrative Differentiation, Integrative Reconciliation, Sequential Organization and the Consolidation; whereas in the Application of Knowledge we highlight the Consolidation. The analysis made in this dissertation provides a theoretical pedagogical foundation for educators and researchers meant to favor meaningful learning in school context.

Keywords: Meaningful Learning. Physics Teaching. Thematic Approach.

LISTA DE SIGLAS

EJA – Educação de Jovens e Adultos

EM – Energia Mecânica

EAUFPA - Escola de Aplicação da Universidade Federal do Pará

GECTSA – Grupo de Estudos em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

IEMCI – Instituto de Educação Matemática e Científica

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

M. Sc. – Mestre em Ciências

PA – Pará

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PPGECM – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e
Matemáticas

UFPA – Universidade Federal do Pará

SI – Sistema Internacional de Unidades

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 PALAVRAS INICIAIS | 13 |
| 2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA | 20 |
| 2.1 O que é a teoria da aprendizagem significativa? | 20 |
| 2.2 Aprendizagem mecânica versus aprendizagem significativa | 22 |
| 2.3 Tipos de aprendizagem na visão de Ausubel | 26 |
| 2.4 Tipos de aprendizagem significativa | 27 |
| 2.5 Como se processa a aprendizagem significativa | 28 |
| 2.6 Organizadores prévios ou antecipatórios | 30 |
| 2.7 Condições para que ocorra a aprendizagem significativa | 31 |
| 2.8 Como se verifica se a aprendizagem é significativa..... | 32 |
| 2.9 Princípios da aprendizagem significativa relativos à programação eficiente de um conteúdo | 33 |
| I Diferenciação progressiva..... | 34 |
| II Reconciliação integrativa | 35 |
| III Organização sequencial | 38 |
| IV Consolidação | 40 |
| 3 O ENSINO ATRAVÉS DE TEMAS | 41 |
| 3.1 Aulas com temas: fundamentação teórica | 41 |
| 3.2 Proposta temática de Paulo Freire: temas geradores | 45 |
| 3.3 Proposta temática de Brito | 47 |
| 3.4 Proposta temática de Delizoicov | 50 |

| | |
|--|-----------|
| 4 PERCURSOS DA INVESTIGAÇÃO | 57 |
| 4.1 Local da pesquisa | 57 |
| 4.2 Apresentação da proposta do trabalho à turma | 58 |
| 4.3 Características dos educandos | 59 |
| 4.4 Tipo de pesquisa utilizada como estratégia metodológica | 61 |
| 4.5 Experiência pedagógica: descrição e análise | 65 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 91 |
| REFERÊNCIAS | 96 |
| APÊNDICES | 98 |

1 PALAVRAS INICIAIS

Diante de um mundo em processo de globalização, no qual as tecnologias de informações nos proporcionam uma maior capacidade de questionar os saberes, tornam-se necessárias discussões sobre a melhoria das práticas educacionais com o intuito de aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem e de adequá-lo ao novo perfil de sociedade que se configura atualmente.

Percebemos que a concepção de ensino ainda é muito centrada na figura do professor, proporcionando ao educando, muitas vezes, uma aprendizagem mecânica, que se fundamenta em transferência de informações por parte do educador e pouco estímulo à capacidade de questionamento e criticidade do educando. Nesse contexto, buscar e analisar métodos que contribuam com a melhoria do ensino é um desafio de todos os envolvidos no processo educacional.

Quando se fala em fracasso escolar alguns culpados aparecem tais como: deficiência dos alunos, o seu desinteresse, a falta de recursos por parte do governo. Contudo, cabe nesse momento refletirmos sobre que concepções de ensino norteiam nossas práticas pedagógicas?

Será que diante de nossas posturas em sala de aula não enfatizamos que o conhecimento científico é inquestionável e deve ser apenas assimilado, contribuindo assim para o fracasso da aprendizagem?

Pode ser que nossas práticas metodológicas de certa maneira estejam contribuindo para o fracasso escolar e, ao se concluir isto, cabe-nos ter a coragem de mudar, buscando métodos que fundamentem essas mudanças.

A ideia da pesquisa surgiu após minhas inquietações sobre os questionamentos dos educandos com relação à aplicabilidade e à importância da

disciplina Física na vida deles, bem como o desejo de contribuir através de relação entre teoria e estratégias para o processo ensino-aprendizagem das diversas disciplinas de ensino de Ciências diante de uma inquietação de nossa sociedade com referência ao chamado fracasso escolar.

Entendo que o ensino em geral acontece por meio de interações, técnicas, métodos e estratégias com o objetivo de contribuir para a facilitação do aprendizado do educando no processo de Aprendizagem Significativa. O fracasso na aprendizagem é um indicador de que as estratégias de ensino não têm sido eficientes para a aprendizagem significativa.

No Brasil os educadores vêm buscando aplicar algumas estratégias de ensino na tentativa de facilitar o aprendizado, com intuito de torná-lo mais prazeroso e significativo. Uma das tentativas foi o lançamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), pelo Ministério da Educação (MEC), em 2002, com objetivo de orientar o educador sobre as suas práticas de sala de aula.

Nessa proposta o professor tem a liberdade de sair das aulas tradicionais para aquelas nas quais os estudantes se sintam mais envolvidos no processo, desse modo podendo fazer uso de novas estratégias metodológicas que tornem as aulas mais dinâmicas, motivacionais e facilitadoras para o aperfeiçoamento do processo ensino-aprendizagem.

No meu dia a dia sou questionado pelos educandos sobre a importância de se estudar Física, haja vista que alegam não enxergar de que maneira essa disciplina influenciaria em seu cotidiano e em sua futura vida profissional.

Para um educador isso é frustrante e até desestimulante e como profissional da área busco mostrar-lhes a importância do uso da Física em seu dia a dia, ou seja, a

preocupação inicial da maioria deles é apenas com as notas para concluir o ensino médio e nada mais.

Em minha vida profissional tive a oportunidade de trabalhar com o ensino por meio de temas em meu local de trabalho, a escola de aplicação da UFPA, no ano de 2008, quando desenvolvemos a temática Física nos acidentes de trânsito. Desde aquela oportunidade me senti estimulado a aprofundar essa estratégia de ensino por perceber sua ação motivadora tanto no educador quanto nos educandos.

Assim, naquele momento percebi que a partindo de situações cotidianas dos educandos para as de sala de aula, aumenta o interesse pelas aulas que se tornaram melhores então, comecei a observar que o educador deve se preocupar com aspectos sociais e culturais que cercam a vida dos educandos bem como tentar resgatar os seus conhecimentos e experiências pessoais (conhecimentos prévios) para fazer uso no processo de ensino-aprendizagem.

A teoria da aprendizagem significativa e o ensino por meio de temas são abordagens metodológicas que visam proporcionar ao educando a capacidade de contribuir para a construção do conhecimento de maneira mais participativa e autônoma, aproveitando as suas experiências de vida em seu aprendizado.

Buscamos nesta dissertação analisar se os princípios da aprendizagem significativa estão presentes em aulas temáticas através de uma experiência pedagógica e suas contribuições ao processo de ensino-aprendizagem.

Esta pesquisa foi feita por meio de experiência pedagógica que desenvolvi com alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), com base na teoria de Ausubel e da proposta temática de Delizoicov et al, aonde busco evidenciar a presença de tais princípios através da minha própria prática de sala de aula, em uma pesquisa-ação.

Segundo Moreira e Masini (1982), quando uma nova informação não é apreendida de maneira significativa, ela é apreendida de maneira que Ausubel chamou de mecânica, onde não se leva em conta os conhecimentos prévios que o aluno traz em sua estrutura cognitiva, e a informação é apropriada pelo educando de maneira arbitrária. Esta forma de aprendizagem ainda é muito presente em estratégias de ensino centradas no professor. Em minha prática docente tenho vivenciado situações que expõem a aprendizagem mecânica e sua contraposição com o que Ausubel denominou de aprendizagem significativa.

De acordo com Moreira e Masini (1982), Ausubel estabelece que os princípios relativos à programação de um conteúdo com base em sua teoria são: Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integrativa, Organização Sequencial e Consolidação.

Esses princípios sugeridos por Ausubel para elaboração de um conteúdo programático serviram como referencial do experimento pedagógico que apliquei junto à turma de trabalho, conjuntamente com a proposta temática de Delizoicov et al. (2009).

A teoria da Aprendizagem Significativa visa a contribuir para o aprimoramento do processo ensino-aprendizagem e uma maneira seria levarmos em conta ao programarmos nossas aulas, os princípios relativos à programação eficiente de um conteúdo, conforme mencionado por Ausubel, que são os princípios citados anteriormente.

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a facilitação da aprendizagem é a própria finalidade do ensino. O ato de ensinar não encerra em si mesmo, pois a finalidade do ensino é a aprendizagem por parte dos estudantes. Na

visão ausubeliana, a aprendizagem por parte do educando é uma condição para o professor avaliar se o método que ele utilizou foi adequado.

No pensar de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a motivação, embora não indispensável à aprendizagem limitada a curto prazo, é absolutamente necessária para o tipo de aprendizagem continuada envolvida na tarefa de dominar o tema de uma disciplina dada. Seus efeitos são amplamente mediados por meio de variáveis intervenientes tais como focalização da atenção, persistência e crescente tolerância à frustração.

Na perspectiva da aprendizagem significativa toda fundamentação do trabalho se ancorou em David Ausubel onde em sua teoria conforme suas palavras:

se eu tivesse que reduzir toda psicologia educacional a um princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos (AUSUBEL; NOVAK, HANESIAN, 1980, p.ix).

Desse modo, percebemos que as experiências pessoais de cada educando são extremamente importantes na facilitação da aprendizagem significativa, tornando-se um ponto chave no processo de ensino-aprendizagem.

Quanto às aulas temáticas, os autores que fundamentaram a pesquisa foram Paulo Freire (2011), Brito (2004) e Delizoicov et al. (2009). Paulo Freire foi o pioneiro em aulas temáticas com os temas geradores. Todas as outras propostas temáticas tiveram como base a proposta de Freire.

Essas propostas temáticas são detalhadas no texto. A proposta de aulas com temas adotada para o desenvolvimento dessa dissertação foi a de Delizoicov et al. (2009). Ela é composta de três momentos, chamados de momentos pedagógicos, e

são eles: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

Esses três momentos pedagógicos foram utilizados como recurso pedagógico na aplicação da estratégia de ação metodológica.

A pesquisa foi feita em uma escola estadual de ensino médio, fundamental e EJA que funciona em dois turnos (tarde e noite), localizada no bairro da Guanabara, Ananindeua/PA.

Para efeito de recurso metodológico usei questionários na Problematização Inicial e na Aplicação do Conhecimento. Já a Organização do Conhecimento ocorreu por meio de discussões com os educandos, com o intuito de melhor mapear e identificar a evolução da pesquisa.

Após a colocação das ideias iniciais da pesquisa neste primeiro capítulo, no segundo capítulo desenvolvi os pressupostos teóricos da pesquisa, ou seja, as teorias referentes à Aprendizagem Significativa e às Aulas Temáticas.

No capítulo três, trabalho a metodologia aplicada à pesquisa, e no capítulo quatro fizemos as análises e discussões, assim como suas contribuições ao processo ensino-aprendizagem.

Na fase de levantamento bibliográfico não identifiquei pesquisas nessa perspectiva, assumindo portanto que elas ainda não tinham sido feitas, o que sem dúvida foi elemento dificultoso no processo. No entanto, serviu de desafio motivacional a construção da mesma.

Ao relacionar nesta pesquisa a teoria de Ausubel com aulas temáticas, assumo, *a priori*, que essa relação existe e busco o objetivo geral caracterizar como as relações

entre Aprendizagem Significativa e Abordagem Temática se estabelecem e como contribuem para o processo de ensino-aprendizagem de Física.

Desse modo, busco contribuir para um processo mais significativo de ensino-aprendizagem, no entanto, sem perder o foco em meus objetivos específicos que são:

1 - desenvolver uma experiência pedagógica com abordagem temática buscando identificar princípios da aprendizagem significativa; 2 - caracterizar a relação entre os princípios da aprendizagem significativa e o ensino por meio de temas; e 3 - e identificar o potencial que os princípios da aprendizagem significativa possuem para contribuir ao processo ensino-aprendizagem no ensino por meio de temas.

2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Para entender o contexto de nossa proposta, torna-se necessária uma breve abordagem sobre a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Dessa teoria farei uso de todos os princípios sugeridos por Ausubel para a programação eficiente de um conteúdo, pois entendo que tais princípios podem proporcionar uma melhoria no processo ensino-aprendizagem.

2.1 O que é a teoria da aprendizagem significativa?

Segundo Moreira e Masini (1982), a aprendizagem significativa proposta por David Ausubel é um processo pelo qual uma nova informação interage com aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. Tal teoria baseia-se no fato de que mais importante para a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, o conhecimento prévio dos educandos tem grande influência sobre a aprendizagem de novos conhecimentos. Desse modo, a aprendizagem pode se tornar significativa, se houver uma preocupação com a sequência lógica no aprendizado.

Assim, para Ausubel, a nova informação é então apresentada de maneira não arbitrária e substantiva, devido à estrutura cognitiva humana em seu entendimento ser tradicionalista e organizada, desse modo a facilitação da aprendizagem significativa se fundamenta no conhecimento adquirido em sua experiência de vida.

Desse modo, os educadores devem propor estratégias metodológicas que levem em consideração esse conhecimento prévio. A esse conhecimento que o educando já possui em sua estrutura cognitiva, Ausubel chama de conceitos subsunçores ou conceitos facilitadores e na medida em que esses subsunçores vão se desenvolvendo, maior facilidade ele terá para aprender informações futuras.

A teoria de Ausubel tenta esclarecer como atuam os mecanismos internos da mente humana com relação aos processos de aprendizagem, porque a teoria se baseia no fato de que a mente do ser humano possui uma estrutura organizada e hierárquica de conhecimentos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Para Moreira e Masini (1982), Ausubel considera a Psicologia Educacional como uma ciência utilizada com grande valor social, nesse caso interessado não em leis de aprendizagem, mas em propriedades de aprendizagem, que dessa maneira possam contribuir para mudanças na estrutura cognitiva.

Assim, no estudo do processo de aprendizagem, é fundamental considerar o local onde o educando se situa; sendo este um importante ponto de partida para a facilitação da aprendizagem significativa.

Dessa maneira, o valor social da ciência aplicada que possibilita a aprendizagem significativa se processa num duplo sentido (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 88).

1º- lida com pessoas num contexto social, respeitando seus significados, e não com leis abstratas gerais de aprendizagem;

2º- dá condições para que as pessoas participem ativamente de seu processo de aprendizagem e colaborem de forma consciente para as necessidades sociais que passam a perceber.

Verificamos que Ausubel tinha uma preocupação básica com a Psicologia Educacional, fundamentalmente com o processo de aprendizagem e com a importância da aplicação da ciência na sociedade em que o aprendiz se localiza, para dessa maneira se tornar uma aprendizagem com significados para a vida do indivíduo que aprende (MOREIRA; MASINI, 1982).

Assim sendo, entendemos que a teoria ausubeliana tem fortes elementos afetivos por se ancorar ou interagir com o aprendizado que o ser que aprende traz de

suas vivências de vida e na maneira própria de cada indivíduo se comportar durante a aquisição de novos significados.

A predisposição de aprender é um dos elementos básicos para a consolidação da aprendizagem significativa com relevância para o educando, haja vista que o educando só aprende significativamente se quiser aprender, sendo, portanto, esta e os conhecimentos prévios as duas condições para a aprendizagem se tornar significativa.

2.2 Aprendizagem mecânica versus aprendizagem significativa

Quando a aprendizagem não se ancora em subsunçores específicos, ela é caracterizada como aprendizagem mecânica ou automática, assim não há uma relação lógica na estrutura cognitiva do aprendiz que se relacione com o novo conhecimento. A nova informação atua praticamente de maneira arbitrária, sob outras motivações.

Eventualmente, caso não haja conceitos subsunçores na estrutura cognitiva do educando para receber a nova informação a aprendizagem se dará de maneira mecânica. Essa nova informação servirá no futuro de ancoragem para outras aprendizagens se tornarem significativas, haja vista que na visão ausubeliana a aprendizagem mecânica e a significativa são na verdade um *continuum*.

Ainda na ausência de conceitos subsunçores para a nova informação, o professor poderá se valer-se de uma recomendação dada por Ausubel para a aprendizagem se tornar significativa que é a utilização de organizadores prévios.

Os organizadores prévios são na verdade materiais introdutórios a serem apresentados antes do material a ser aprendido e que servirão de âncoras ou pontes cognitivas entre o que o educando já sabe e o que irá aprender.

Como comentado acima, os organizadores prévios, para se tornarem eficientes, precisam ser trabalhados antes da nova informação ser apresentada ao educando e devem ser apresentados didaticamente para realmente exercerem sua função que é a de ser um facilitador para a aprendizagem se tornar significativa. Devido a sua importância metodológica os organizadores prévios têm sido objeto de muita pesquisa na teoria ausubeliana.

Tendo em mente que do ponto de vista ausubeliano, sempre aprendemos mais facilmente a partir do que já sabemos, percebemos que nas escolas esse princípio nem sempre é explorado, pois os conteúdos normalmente são trabalhados sem levar em consideração o que o educando traz em sua estrutura cognitiva, ou seja, praticamente “jogados na cabeça” do mesmo.

Notamos que a aprendizagem mecânica tem sido muito utilizada nas escolas principalmente no ensino de Ciências e Matemática. No entanto, na maioria das vezes ela só serve praticamente para aquele momento específico. Podemos identificar como exemplo nesse contexto, o exame para ingresso numa universidade, onde a aprendizagem mecânica apresenta algumas qualidades que ajudarão no processo seletivo.

Não gostaríamos de afirmar que a aprendizagem mecânica é a vilã das práticas educacionais e que a aprendizagem significativa é a salvadora dos problemas metodológicos; embora, os resultados apresentados pelos educandos, quando

solicitados, nos mostrem que o conhecimento mecânico é muitas vezes transitório relativamente à outra aprendizagem.

A aprendizagem mecânica tem seus “benefícios” como, por exemplo, na prática de resolução de exercícios de Física, Química e Matemática nas escolas e cursos preparatórios para ingresso numa universidade conforme já comentado acima, por memorização de algoritmos e fórmulas, chegando até a **alcançar** seu objetivo para aquele momento específico.

No entanto, após esse momento os resultados dessas mesmas disciplinas, ao serem cursadas nas universidades onde há necessidade de utilização dos conceitos básicos das mesmas, parecem não existir na estrutura cognitiva do educando. Resultando em certos momentos na impressão de nunca terem sido estudadas, fazendo-nos refletir sobre a utilização dessas práticas no ensino-aprendizagem.

Entendemos que por meio da aprendizagem significativa é que novas informações apreendidas ficarão por mais tempo na estrutura cognitiva do aprendiz para que no momento que ele precise, essas ideias se manifestem devido estarem melhor sedimentadas.

É importante ressaltar novamente que para a aprendizagem se tornar significativa requer: disposição do educando para aprender, material potencialmente significativo e conhecimento(s) prévios(s). Com esses requisitos, é possível reorganizar a estrutura cognitiva do educando, daí porque conhecimentos adquiridos por aprendizagem significativa são muito resistentes a mudanças, por ficarem profundamente marcados na nova estrutura cognitiva de quem aprende dessa maneira.

A estratégia metodológica no ensino de Ciências, que em sua maioria prioriza o ensino tradicional praticado nas escolas, em que o professor escreve ou fala, e o estudante copia e tenta memorizar para reescrever nos seus exames, tem todas as possibilidades de se constituir em uma aprendizagem mecânica.

Podemos entender também que o fato do aprendiz copiar, memorizar e reescrever o que o professor trabalhou, não assegura que a aprendizagem se torne mecânica, pois se o indivíduo estiver disposto a aprender e possuir algum conhecimento prévio esse aprendizado pode se tornar muito significativo em sua vida. Na verdade, conforme já comentado a aprendizagem mecânica e a significativa são um *continuum* e certamente muitas das propostas metodológicas utilizadas nas escolas se encaixam entre elas.

Concordamos com Masini e Moreira (2008), ao afirmar que a maior parte da aprendizagem da educação formal no ensino fundamental e médio, assim como nas universidades, ocorre no âmbito da aprendizagem mecânica.

Estamos de pleno acordo com os citados autores ao perceber que nas três esferas de ensino é muito estimulada a aprendizagem mecânica em detrimento da aprendizagem significativa e talvez esse seja um dos motivos do atual fracasso escolar. Sendo que muitas das vezes é creditado ao educando pela sua falta de conhecimentos prévios e, desinteresse pelas disciplinas.

Devemos lembrar que a forma como ensinamos tem grande influência na aprendizagem, portanto os educadores precisam rever suas práticas pedagógicas para se sentirem motivados nas suas ações de sala de aula.

2.3 Tipos de aprendizagem na visão de Ausubel

Na visão ausubeliana, a aprendizagem pode se dar por *recepção* ou por *descoberta*, sendo que na aprendizagem por recepção a informação é apresentada em sua forma final ao educando, não se exigindo qualquer descoberta por parte do mesmo. Enquanto que na aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser trabalhado necessita ser descoberto pelo educando e mais, essa aprendizagem parte do pressuposto que o educando descubra o conhecimento com base em seus conceitos subsunçores já existentes em sua estrutura cognitiva.

Nesse contexto concordamos com Moreira e Masini (1982), ao dizer que a aprendizagem por descoberta só é significativa quando o conteúdo descoberto ancorar-se em conceitos subsunçores já presentes na estrutura cognitiva do ser que aprende.

De acordo com a visão ausubeliana a aprendizagem, tanto por descoberta quanto por recepção, só é significativa a partir do momento em que a nova informação se incorporar de maneira não arbitrária à estrutura cognitiva do ser que aprende.

Na verdade, Ausubel destaca que a relação custo-benefício da aprendizagem por descoberta não oferece grandes vantagens exceto, no caso restrito de uma atividade mais complexa, isso quando o aprendiz está numa fase inicial no campo de determinado conhecimento (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Vale ressaltar que, em consonância com Ausubel, se o educando toda vez que fosse estudar um novo conteúdo tivesse que descobrir o conteúdo principal, não haveria tempo suficiente para tal e os esforços seriam altíssimos para essa empreitada. Não queremos aqui dizer que a aprendizagem por descoberta deva ser

desprezada. É possível em alguns momentos utilizar esse recurso pedagógico como suporte para determinado tipo de conteúdo.

Segundo Moreira e Masini (1982), na aprendizagem de crianças na idade pré-escolar, é viável a utilização da aprendizagem por descoberta. Destacamos, porém, que, ao se atingir a idade escolar, a maioria das crianças já possuem um conjunto adequado de conceitos que as permite aprender significativamente por recepção.

A aprendizagem receptiva e por descoberta eventualmente podem ocorrer num *continuum* entre a aprendizagem significativa e a mecânica numa mesma tarefa de aprendizagem. Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), uma ideia muitas vezes difundida, porém equivocada, é a de que a aprendizagem receptiva é invariavelmente automática (mecânica) e que a aprendizagem por descoberta é inerente e necessariamente significativa.

Nesse caso seria mais coerente dizer que tanto a aprendizagem receptiva como a por descoberta podem ser automáticas ou significativas dependendo das condições sob as quais a aprendizagem ocorre.

É importante nesse momento atentar que, em geral, grande parte dos conteúdos trabalhados em sala de aula são adquiridos por recepção, enquanto que os problemas cotidianos são resolvidos por meio da aprendizagem por descoberta, embora ambas as aprendizagens possam ser trabalhadas em sala de aula, conforme a estratégia metodológica usada e conforme o conteúdo a ser trabalhado.

2.4 Tipos de aprendizagem significativa

A aprendizagem significativa divide-se em três tipos básicos: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional.

1 - Aprendizagem significativa representacional: representa o modo inicial de aprendizagem dos seres humanos referindo-se ao significado de palavras e assimilação de símbolos unitários. O sujeito relaciona o objeto ao símbolo que o representa sendo essa aprendizagem que mais se identifica com a aprendizagem mecânica.

2 - Aprendizagem significativa conceitual: os conceitos representam unidades genéricas ou ideias categóricas e são também representados por símbolos particulares. Desse modo, podemos dizer que a aprendizagem representacional constitui o marco inicial para a aprendizagem conceitual. Assim, as duas tem muitos pontos em comum e a aquisição de conceitos é devido às experiências marcantes e cotidianas do sujeito, tendo um caráter puramente próprio para cada ser que aprende.

3 - Aprendizagem significativa proposicional: Esse tipo de aprendizagem significativa refere-se aos significados expressos por grupos de palavras combinadas em proposições. No caso de se aprender o significado da proposição verbal, temos que aprender primeiramente o significado de cada um dos termos componentes. Nesse contexto podemos dizer que esse tipo de aprendizagem significativa pode se tornar complexa, se comparada à aprendizagem representacional e conceitual.

Sendo assim, o tipo de aprendizagem significativa presente no processo educacional depende fundamentalmente da faixa etária em que se está trabalhando e da estratégia metodológica que está se adotando.

2.5 Como se processa a aprendizagem significativa

Com a finalidade de explicar melhor o processo de aprendizagem significativa, Ausubel criou a Teoria da Assimilação. De acordo com essa teoria, o novo conhecimento **a** âncora-se no conhecimento prévio **A**. A interação dos dois na estrutura cognitiva faz com que o aprendiz desenvolva uma combinação **a'A'** em que **a'** é a maneira particular com que ele percebe o novo conhecimento e **A'** é o conhecimento prévio modificado pela interação. A nova entidade **a'A'** forma um todo

na estrutura cognitiva e pode funcionar como subsunçor para novas aprendizagens. O conceito de assimilação é a base da aprendizagem significativa.

Cumprindo-se os requisitos para a Aprendizagem Significativa, a teoria ausubeliana admite que a aprendizagem pode se dar por subordinação (correlativa ou derivada), superordenada e combinatória.

A aprendizagem subordinativa derivada é aquela em que o novo material de aprendizagem é assimilado como um exemplo específico de conceitos previamente estabelecidos na estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa forma, o novo conhecimento deriva diretamente de conhecimentos pré-existentes. Para Martins (2006), o significado do novo material emerge rápido e relativamente sem esforço, pois é derivável de um conceito mais inclusivo já existente.

Moreira e Buchweitz (1987) comentam sobre campos de temperatura, campo de energias e campo de pressões como exemplo de aprendizagem subordinada derivativa no caso de alunos com o conceito de campo bem definidos na sua estrutura cognitiva, pois precisamente o campo escalar.

Outro tipo de aprendizagem subordinativa é a correlativa onde o processo mais geral de aprendizagem de novos conceitos ocorre quando uma nova ideia é um exemplo que favorece para aumentar o significado de uma ideia já estabelecida. Por exemplo, ao se aprender o conceito de força como aquela que possui como característica intensidade, direção e sentido, ficam mais fácil a assimilação de que força elétrica e magnética se correlacionam e pertencem ao mesmo grupo da grandeza força inicialmente aprendida.

Segundo Moreira (2000), de uma maneira geral para aprendizagem subordinada derivativa os atributos do conceito subsunçor não se alteram. No entanto, os novos podem ser reconhecidos como relevantes. Já para aprendizagem subordinativa correlativa, os atributos subsunçores podem ser estendidos ou modificados no processo de subsunção.

A aprendizagem superordenada se processa à medida que novos conceitos vão se formando, os anteriores tornam-se subordinados, a nova aprendizagem apresenta uma relação ordenada de superioridade, *superordenada*, na estrutura cognitiva do aprendiz.

Segundo a teoria ausubeliana, a aquisição de significado superordenado ocorre geralmente na aprendizagem conceitual e não na aprendizagem proposicional. Por exemplo, quando um educando desenvolve o conceito de baleia, cão, morcego, e leão e logo em seguida observa que todos esses são subordinados ao conceito de mamífero.

Outro tipo de aprendizagem é a combinatória na qual, o novo conceito a ser aprendido não se relaciona com conceitos subordinados ou superordenados existentes na estrutura cognitiva, mas que pode se relacionar a um conteúdo genericamente relevante na estrutura cognitiva.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a grande maioria das generalizações novas que os educandos aprendem em ciências e matemática constitui exemplo de aprendizados combinatórios, por exemplo, relações entre massa e energia, demanda e preço.

Na visão ausubeliana, os conceitos na aprendizagem combinatória são adquiridos com mais dificuldade em relação a aprendizagem subordinada e superordenada, mas, uma vez adequadamente formulados, manifestam estabilidade na estrutura cognitiva.

2.6 Organizadores prévios ou antecipatórios

A utilização de organizadores prévios ou antecipatórios se dá quando o sujeito não dispõe em sua estrutura cognitiva de conceitos subsunçores para se ancorarem as novas aprendizagens ou ainda quando esses subsunçores, ainda que estejam

presentes em sua estrutura, não são claros e bem definidos para desempenharem a função de ancoradouro de novos conhecimentos.

Eventualmente esses dispositivos podem desenvolver a função de ativadores de conceitos subsunçores que estão presentes na estrutura cognitiva, porém adormecidos até o momento da nova aprendizagem.

De acordo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), estes organizadores são normalmente utilizados antes do próprio material a ser aprendido pelo aprendiz sendo facilitadores da aprendizagem seguinte. Os organizadores antecipatórios ajudam o aprendiz a reconhecer que elementos dos novos materiais de aprendizagem podem ser significativamente aprendidos relacionando-os com aspectos especificamente relevantes da estrutura cognitiva existente.

Em síntese, a principal função de um organizador prévio consiste em ocupar o espaço que existe entre aquilo que o educando já sabe e o que precisa saber para depois poder aprender de maneira significativa.

Temos como exemplo de organizadores prévios o uso de filmes, fotografias, visitas a empresas, desenhos, textos, mapas conceituais, uso de apresentações em palestras etc.

Conforme observamos, os organizadores prévios são estratégias pedagógicas que podem ter também uma função motivacional e afetiva. O objetivo dos organizadores é despertar no educando o interesse para o novo conteúdo a ser trabalhado com a finalidade de facilitar a aprendizagem significativa.

2.7 - Condições para que ocorra a aprendizagem significativa Conforme já comentado e de acordo com a teoria ausubeliana, algumas condições devem ser observadas para se conseguir a aprendizagem significativa, são elas:

a) Não arbitrariedade e substantividade do material

Em sua natureza, o material a ser aprendido deve se mostrar atrativo para o aprendiz mantendo uma sequência lógica não arbitrária e não aleatória para que

possa interagir com a estrutura cognitiva do educando, haja vista que sempre se deve observar os conceitos subsunçores presentes na estrutura do mesmo.

b) Disponibilidade do educando para a aprendizagem.

O aspecto motivacional é fundamental, pois mesmo que o material seja potencialmente significativo, se o educando não estiver disposto a tornar esse material significativo em sua vida, a aprendizagem se tornará mecânica, se ocorrer.

O contrário também é verdadeiro, caso o aprendiz esteja disposto a aprender, mas se o material não for potencialmente significativo, então o processo de ensino estará sujeito ao fracasso. Portanto, se o educando estiver disposto a apenas memorizar a informação contida no material de maneira arbitrária e aleatória, então essa aprendizagem se tornará mecânica e não significativa para o educando.

c) A existência de conhecimentos prévios ou organizadores prévios

Esses elementos que servirão de âncoras para o novo conhecimento devem estar presentes na estrutura cognitiva do educando e podem ter sido formados por aprendizagem mecânica ou por aprendizagens significativas anteriores.

A falta de qualquer um desses elementos impossibilita a aprendizagem significativa.

2.8 Como se verifica se a aprendizagem é significativa

Uma maneira de se verificar a ocorrência da aprendizagem significativa é propor ao educando situações problemas nas quais ele possa expressar a posse dos conceitos trabalhados sempre associando a subsunçores já existentes em sua estrutura cognitiva. Daí, é importante nessas propostas sempre ligar conceitos anteriormente trabalhados sequencialmente dependentes um do outro.

Quando o conhecimento é aprendido de maneira significativa, ele tem a facilidade de se exteriorizar em vários sentidos. Vale lembrar que na teoria de Ausubel

a estrutura é entendida como um sistema organizado na mente de quem aprende que o possibilita organizar informações de maneira hierárquica.

Sendo assim, pode-se dizer que a teoria ausubeliana tem fortes laços afetivos porque busca de início descobrir conhecimentos que o aprendiz traz de suas vivências, para a partir de aí trabalhar o conteúdo sempre supondo um interesse do aprendiz pelo novo conteúdo e aí sim a aprendizagem pode se tornar significativa.

2.9 Princípios da aprendizagem significativa relativos à programação eficiente de um conteúdo

De acordo com a teoria de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), e que foi primeiramente propagada no Brasil por Moreira e Masini (1982) numa organização do conteúdo a ser ministrado, o primeiro desafio é identificar os conceitos básicos fundamentais e de que maneira eles serão estruturados.

A partir desse momento, podemos idealizar alguns princípios relacionados a uma programação eficiente de um conteúdo. Logo, esses princípios visam tornar os materiais pedagógicos mais significativos para os educandos e, quando necessário, devemos recorrer aos organizadores prévios ou antecipatórios para facilitar a aprendizagem.

Na teoria ausubeliana devemos sempre ter em mente que o princípio básico e norteador é aquilo que o educando já sabe de suas experiências de vida, onde devemos descobrir o que sabe e ensiná-lo de acordo com essa informação.

A aprendizagem significativa possui princípios que a legitimam como uma proposta metodológica eficiente como estratégia para o ensino escolar. Tais princípios são:

I Diferenciação progressiva

De acordo com a teoria de Ausubel, uma das possibilidades de organização é que um conteúdo a ser trabalhado deva inicialmente ser apresentado de uma maneira mais geral, para depois ser progressivamente diferenciado em suas particularidades, sendo na sequência aprimorado em situações problemas na forma de exercícios com intuito de alcançar a aprendizagem significativa para o educando.

Essa sequência de apresentação da nova informação caracteriza uma maneira adequada para assimilação de um novo conteúdo pelos seres humanos, pois respeita e valoriza as suas potencialidades cognitivas.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 159), uma maneira mais explícita de se apresentar a mesma proposição é afirmar que as novas ideias e informações são aprendidas e retidas mais eficientemente quando ideias mais inclusivas e específicas já estão disponíveis na estrutura cognitiva para desempenhar um papel subordinador ou para oferecer esteios ideacionais.

De acordo com Moreira e Masini (1982, p. 21), Ausubel ao propor isso se baseia em duas hipóteses:

- a) É mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas;
- b) A organização do conteúdo de uma certa disciplina, na mente de um indivíduo, é estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas estão no topo da estrutura e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados.

Assim sendo, princípio pelo qual um novo conteúdo ao ser trabalhado com o educando precisa ser desenvolvido primeiramente de maneira mais geral para em seguida ser estudado progressivamente em suas particularidades, caracteriza a

diferenciação progressiva como sendo compatível com princípio da programação de um conteúdo.

Claro que para obter sucesso quando da aplicação desse princípio da diferenciação progressiva na programação de um conteúdo no ensino escolar, o papel do educador é fundamental, pois é ele que organiza e sequencia a forma de se trabalhar em sala de aula. Desse modo, é preciso estar motivado e comprometido com essa maneira de desenvolver o novo conteúdo, pois muitas vezes o ensino atual de Ciências e Matemática ainda se pauta na maneira automática devido envolver, em certos casos, fórmulas, gráficos etc.

Os próprios livros didáticos se comportam dessa maneira mecânica, o que é um incentivador dessa estratégia defasada de se ensinar Ciências e Matemática. O próprio sistema educacional brasileiro por meio dos métodos de ingresso nas universidades públicas, com exames tradicionais onde se privilegia a memorização de fórmulas e dados conceituais, reforça tal ensino.

Nesta dissertação estudamos por exemplo, os vários tipos de energia à partir de seu princípio geral chamado de princípio da conservação da energia e depois cada particularidade desse princípio.

II Reconciliação integrativa

Além de partir dos aspectos gerais para os mais específicos, como sugere a diferenciação progressiva, quando se trabalha um novo conteúdo; podemos também observar durante a programação do conteúdo escolar as relações entre conceitos, assim como suas diferenças, interseções e integração de ideias relacionadas, sempre que estejam encontradas em contextos diferentes.

Ao se proceder dessa maneira, trabalhamos em cima do que Ausubel chama de reconciliação integrativa que sugere relacionar ideias e conceitos já trabalhados, sendo na verdade uma forma de revisão do que já foi ministrado em classe. Dessa maneira, podemos dizer que a reconciliação integrativa está presente na aprendizagem significativa superordenada.

Vale lembrar que a maioria dos livros didáticos utilizados em sala de aula usam a estratégia de dividir um assunto em vários tópicos específicos como se não houvesse um *continuum* e nem relações entre eles, daí a reconciliação integrativa aparece como uma crítica à disposição dos conteúdos nesses livros.

Nesse contexto, Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 161) afirmam que o princípio da reconciliação integrativa da estrutura cognitiva, quando obtida por meio da programação de materiais instrucionais, pode melhor ser descrito como antitético à prática usual dos escritores de livros-textos de compartimentalizar e segregar ideias ou tópicos particulares dentro de seus respectivos capítulos e subcapítulos.

Na verdade, não percebemos esforço expressivo por parte dos elaboradores dos livros-textos em prepararem materiais que relacionem ideias, caracterizem semelhanças, diferenças significativas e reconciliem inconsistências reais ou aparentes.

Ausubel, Novak e Hanesian estabelecem que algumas das consequências indesejáveis desta prática ultrapassada são:

1. Termos múltiplos são utilizados para representar conceitos que são intrinsecamente equivalentes, exceto para uma referência contextual, gerando dessa forma uma tensão e confusão cognitivas incalculáveis, assim como encorajando a aprendizagem mecânica;
2. Barreiras artificiais são erigidas entre tópicos relacionados, obscurecendo importantes aspectos comuns, e assim tornando impossível a aquisição de discernimentos dependentes do reconhecimento destas comunidades;
3. Não se faz um uso adequado de ideias relevantes, previamente aprendidas como uma base para subordinar e incorporar nova informação relacionada;
4. Conceitos aparentemente similares cujas diferenças não foram tornadas claras e explícitas são muitas vezes percebidas e retidas

como sendo idênticas, apesar de suas diferenças significativas. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN,1980, p. 161).

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), para que a aprendizagem de novas ideias não familiares ocorra, as ideias devem ser adequadamente discriminadas daquelas estabelecidas. Caso contrário, os novos significados serão tão imbuídos de ambiguidades, concepções errôneas, confusões que serão parcialmente ou completamente não existentes de direito próprio.

Ausubel postula que a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa na condição de princípios programáticos de um conteúdo estão intimamente envolvidas no processo cognitivo do ser que aprende. A estrutura cognitiva humana busca simultaneamente diferenciar progressivamente e reconciliar integrativamente as informações adquiridas. Certamente esses dois princípios quando levados em consideração se tornam facilitadores da aprendizagem significativa.

Uma programação de um conteúdo escolar com base no princípio da reconciliação integrativa pode utilizar como recurso metodológico os organizadores prévios, pois, de acordo com Moreira e Masini (1982, p. 23), os organizadores podem, também, ser utilizados de acordo com o princípio da reconciliação integrativa, desde que se indique, explicitamente, de que forma as ideias relacionadas, aprendidas previamente na estrutura cognitiva, são essencialmente similares e/ou diferentes das novas ideias e informações a aprender.

Os organizadores devem mobilizar todos os conceitos válidos da estrutura cognitiva potencialmente relevantes para desempenharem papel de subsunçor em relação ao novo material. Este recurso permite grande economia de esforço na aprendizagem, evita o isolamento de conceitos similares e desencoraja a proliferação

de esquemas múltiplos e confusos para representar ideias essencialmente equivalentes.

Os organizadores aumentam ainda a discriminabilidade em favor das diferenças genuínas. Este segundo processo, pelo qual os organizadores promovem uma reconciliação integrativa, é útil quando as características distintivas do material não são evidentes desde o início e não servem para discriminar em relação a ideias já estabelecidas.

Assim, um organizador deveria em primeiro lugar delinear de modo claro, preciso e explícito as principais semelhanças e diferenças entre os novos conceitos e princípios subordinados a serem aprendidos, de um lado, e, de outro, entre ideias similares estabelecidas na estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 163).

Assim, podemos entender que a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos que ocorrem em consonância com a aprendizagem significativa, ou seja, a reconciliação integrativa na verdade é um *continuum* da diferenciação progressiva, ambos apoiados pelos subsunçores e organizadores prévios.

III Organização sequencial

Constitui um dos princípios programáticos relativos à programação eficiente de um conteúdo com objetivo educacional. A Organização sequencial, estabelece que os tópicos de um capítulo em estudo devem ter sempre uma sequência lógica e didático - pedagógica, levando em consideração os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, atentando naturalmente para as interações entre os conteúdos a serem ministrados.

Na organização sequencial os tópicos dos conteúdos devem ser organizados de maneira mais coerente se possível verificando constantemente as relações existentes entre eles e observando, como já comentado, os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), na aprendizagem escolar sequencial, o conhecimento do material que aparece previamente na sequência desempenha mais ou menos o papel de um organizador prévio em relação ao material na sequência. Desta forma, o princípio da organização sequencial de um conteúdo pode ser muito eficiente, uma vez que cada novo incremento de conhecimento serve como ponto de esteio para a aprendizagem subsequente.

Na visão ausubeliana, outra vantagem da organização sequencial quando na programação de um conteúdo é a cuidadosa sequência do grau de dificuldade, que garante a cada novo aprendizado um fundamento adequado e atua como suporte para a aprendizagem e retenção dos conteúdos seguintes. Uma programação correta de um conteúdo deve também levar em consideração aspectos como lucidez e organização e capacidade explanatória e integrativa do conteúdo.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 164), a organização sequencial das tarefas de aprendizagem se apoia, em parte, no efeito facilitador geral da disponibilidade de ideias de esteio relevantes na estrutura cognitiva sobre a aprendizagem significativa e a retenção. Para cada tópico dado, contudo, há o problema da averiguação acerca de qual sequência particular é mais eficiente.

Isto envolve considerações da análise lógica da tarefa, diferenciação progressiva, nível evolutivo do funcionamento cognitivo, reconciliação integrativa e hierarquias de aprendizagem (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

IV Consolidação

A consolidação se caracteriza como o quarto princípio programático relativo à programação eficiente de um conteúdo com objetivo educacional e nos lembra que devemos sempre observar para a continuação do conteúdo, se o educando está

dominando a parte já trabalhada, ou seja, se ele está com conhecimentos prévios exigidos, pois, para seguirmos os passos de maneira segura e estável, precisamos estar certos de que o aprendizado se tornou significativo.

Uma boa maneira de se aplicar a consolidação é propor atividades com um método de ensino que favoreça a associação dos conceitos do conteúdo com a utilização de conceitos subsunçores do educando, facilitando com isso, a aprendizagem significativa e uma estratégia interessante de se fazer é a resolução de problemas e questões na tentativa de fortalecer os conceitos já trabalhados antes da apresentação de novos conhecimentos.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.165), se assim não for, a aprendizagem dos passos seguintes é posta em perigo. Desse modo, um material novo na sequência nunca deveria ser introduzido até que todas as etapas prévias tivessem sido completamente dominadas.

Esses quatro princípios relativos à programação eficiente de um conteúdo, na visão ausubeliana, possibilitam a aprendizagem se tornar significativa, se forem levadas à risca, pois podem em muito contribuir para uma melhor aprendizagem do educando proporcionando-lhe segurança. Sendo assim, contrário à aprendizagem mecânica, onde quando o aluno buscar por esses conhecimentos, percebe que os mesmos praticamente só serviram para aqueles momentos quando foram trabalhados sem, portanto, lhes oferecer reais significados para sua vida.

3 O ENSINO ATRAVÉS DE TEMAS

Para continuarmos na busca ao entendimento desse trabalho apresento agora o ensino por meio de temas e suas contribuições ao processo ensino- aprendizagem. Relato algumas propostas temáticas que apareceram em nosso cenário educacional, sendo que ao final do capítulo detalho especificamente a proposta temática de Delizoicov et al. (2009), esta adotada metodologicamente na presente dissertação.

3.1 Aulas com temas: fundamentação teórica

A educação é entendida como uma prática social e um processo claro de emancipação. A busca por novas metodologias de ensino visa a construção coletiva de alternativas capazes de contribuir, cada vez mais, para o desenvolvimento de uma educação de qualidade para todos.

Nesse contexto de busca, minha experiência profissional me levou ao conhecimento da abordagem temática para o ensino de Física. Segundo Brito (2004), o ensino por meio de temas possui a capacidade de motivar os educandos e apresenta como características principais: transversalidade, interdisciplinaridade, contextualização e fortalecimento da cidadania. Essas características estão de acordo com os PCN que estruturam o currículo da educação fundamental em temas transversais que estariam contidos em todos os programas das disciplinas.

Em minhas observações preliminares constatei que a abordagem temática proporciona aos estudantes a possibilidade de tomada de decisão com ênfase em valores sociais e motivacionais logo após se apropriarem do novo conhecimento que se processa de maneira mais autônoma em relação às maneiras tradicionais de ensino. Daí a minha motivação principal para a escolha dessa estratégia metodológica como objeto de pesquisa.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), as habilidades básicas na área de ciência e tecnologia têm como objetivo formar cidadãos críticos em seu cotidiano e com senso de valores.

Diante desse contexto, aprender de maneira significativa para a vida é um direito escolar de qualquer aluno, sendo que a experiência pessoal vivenciada pelo educando passa a ter grande relevância para as práticas pedagógicas, e ministrar um conteúdo para atingir esse objetivo é um desafio para qualquer educador.

Alguns estudiosos desenvolveram novas propostas metodológicas com o objetivo de se criar motivação, sentido e significados ao processo de ensino-aprendizagem. Dentre essas várias propostas metodológicas que surgiram está o ensino por meio de temas, defendido por pesquisadores como Freire, Delizoicov, Angotti, Brito e George Snyders.

Os educadores Paulo Freire (1921-1997) e George Snyders, pioneiros no ensino por meio de temas, propõem uma abordagem temática que possibilite a ocorrência de rupturas durante a formação do educando valorizando duas linhas de conhecimento: o científico e do senso comum, esta última, presente no conhecimento prévio do aluno. Os dois autores concordam que os conhecimentos escolares não devem ser tratados como pastilhas a serem engolidas e que os conhecimentos não devem ser depositados na cabeça dos alunos, como se esta supostamente estivesse vazia, como se fosse vasilhame a ser preenchido (DELIZOICOV et al., 2009).

Dessa maneira, a estratégia pedagógica cuja referência é o tema gerador, apresenta a valorização do aluno, do processo de aprendizagem, da realidade social do mesmo e possibilita uma mudança de consciência política do educando.

Tais temas articulam-se a uma análise sobre as contradições sociais e, por sua importância, emergência e universalidade, balizam, durante

a elaboração do conteúdo programático escolar, a inserção de conhecimentos universais sistematizados – ou da cultura elaborada, na denominação do educador -, da qual fazem parte os conceitos modelos e teorias produzidas pelas ciências. Segundo as considerações que faz, é mediante a cultura elaborada que se tornaria possível uma melhor compreensão dos temas e uma atuação na perspectiva das transformações (DELIZOICOV et al., 2009, p. 210).

Segundo Delizoicov et al. (2009), as práticas pedagógicas, cuja referência é o tema gerador, têm suas bases teóricas na pedagogia de Paulo Freire que surgiu na década de 1960 e como fonte principal o clássico “Pedagogia do oprimido”.

Os temas geradores foram idealizados como um objeto de estudo que compreende o fazer e o pensar, o agir e o refletir, a teoria e a prática, pressupondo um estudo da realidade em que emerge uma rede de relações entre as situações significativas: individual, social e histórica (DELIZOICOV et al., 2009).

Para Delizoicov et al. (2009, p. 166), por sua natureza, os temas geradores têm como princípios básicos:

- ✓ Uma visão de totalidade e abrangência da realidade;
- ✓ A ruptura com o conhecimento no nível do senso comum;
- ✓ Adotar o diálogo como sua essência;
- ✓ Exigir do educador uma postura de crítica, de problematização constante, de distanciamento, de estar na ação e de se observar e se criticar nessa ação;
- ✓ Apontar para a participação, discutindo no coletivo e exigindo disponibilidade dos educadores.

As aulas com base em temas geradores possuem a seguinte fundamentação: é proposto um tema gerador que normalmente é escolhido pelo próprio professor levando em consideração aspectos sociais, culturais e éticos dos educandos. Uma

das principais características das aulas temáticas no processo de ensino-aprendizagem é a relevância dos conhecimentos prévios dos estudantes com base em suas experiências pessoais em seu cotidiano.

É importante enfatizar que o tema gerador não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homens-mundo (FREIRE, 2011).

Ainda segundo Freire (2011, p. 136), investigar o tema gerador é investigar, repitamos, o pensar dos homens referido à realidade, é investigar seu atuar sobre a realidade, que é sua práxis.

Assim, a investigação temática se faz com um esforço comum de consciência da realidade sendo o ponto de partida do processo educativo, ou da ação de caráter libertador.

De acordo com Delizoicov et al. (2009), as pessoas instigadas pelas relações sociais ou por fatores naturais, aprendem por necessidades, interesses, vontade, enfrentamento e aprendem não só tópicos e assuntos, mas também habilidades manuais e intelectuais ao longo de toda vida.

Normalmente os educandos tentam memorizar uma grande quantidade de conhecimentos sem relacioná-los com conhecimentos prévios, e daí os mesmos fracassam em seu processo de aprendizagem. Dessa maneira, educadores, ou escola como instituição, costumam atribuir esse fracasso à deficiência dos educandos, ao seu desinteresse, à falta de base, à sociedade atual e à falta de recurso (MOREIRA; MASINI, 2008).

Diante disso, a forma como se ensina normalmente não aparece como vilã do fracasso escolar e na oportunidade, devemos reavaliar nossas práticas pedagógicas,

pois, podemos de maneira não intencional, estar dificultando o aprendizado dos educandos. Assim, o educador precisa ter coragem para mudar, rompendo com paradigmas que traz desde sua nossa formação acadêmica.

Para Moreira e Masini (2008), assim como a predisposição para aprender é condição para a aprendizagem significativa, a predisposição para mudar é condição para a mudança representacional da prática docente.

A proposta temática tem atraído muitos educadores em diversas áreas de ensino, pois tende a romper com as práticas tradicionais de ensino onde nessa estratégia metodológica os conteúdos a ser trabalhados é que passam a ser subordinados ao tema e não os conteúdos estarem à frente de qualquer outro elemento do processo. Em outras palavras, o conteúdo está em função do tema e não o tema em função do conteúdo.

A seguir, abordaremos as principais propostas de alguns pesquisadores com relação à estratégia metodológica de ensino por meio de temas.

3.2 Proposta temática de Paulo Freire: temas geradores

Essa proposta desenvolvida por Paulo Freire teve como objetivo inicial a alfabetização de camponeses sendo bastante conhecida e utilizada como ponto de apoio para educadores que decidem optar pela proposta temática como metodologia de ensino. Esse processo denominado investigação/temática é constituído por cinco etapas, conforme mostrado a seguir.

1ª) Levantamento preliminar: Nessa etapa faz-se o levantamento das condições do educando tais como sua localização, a sociedade em que vive e seus

aspectos culturais, ou seja, consiste em reconhecer o ambiente em que vive o sujeito, seu meio, e seu contexto.

Essa primeira aproximação é feita por meio de conversas informais e outras fontes secundárias. Com isso, consegue-se conhecer uma grande parte do universo dos educandos e a partir desse encontro começam a surgir sugestões para os temas geradores. Esse procedimento é coerente com o pensamento de Paulo Freire ao estabelecer uma relação íntima entre a base curricular e a realidade local, ou seja, considera uma interligação bem peculiar entre o “universo escolar” e o “universo da vida”.

2ª) Análise das situações e escolha das codificações: Nessa etapa, faz-se a escolha de situações que sintetizam as contradições vividas juntamente com a preparação de suas codificações que serão utilizadas na etapa seguinte. Todo esse processo é feito a partir de diálogos entre educadores e educandos, destacando-se principalmente nestes seus direitos e deveres, seus aspectos sociais e culturais para a partir da criação das chamadas fichas de cultura se fazer anotação e desenhos com o intuito de se relacionar a seus cotidianos.

3ª) diálogos descodificadores: a partir desses diálogos, obtém-se os temas geradores, com base no resgate de vida dos participantes.

4ª) redução temática: consiste do trabalho de uma equipe multidisciplinar com o objetivo de se identificar, selecionar e elaborar o programa com o intuito de se caracterizar quais conhecimentos disciplinares são necessários para o entendimento dos temas.

5ª) trabalho em sala de aula: após a conclusão das etapas anteriores, com o programa definido, material pedagógico preparado é que ocorre o desenvolvimento dos trabalhos em sala de aula.

Segundo Delizoicov et al. (2009), os temas geradores foram idealizados como um objetivo de estudo que compreende o fazer e o pensar, o agir e o refletir, a teoria e a prática, pressupondo um estudo da realidade em que emerge uma rede de relações entre situações significativas individual, social e histórica.

Em síntese, os temas freireanos são basicamente constituídos de situações locais presentes no cotidiano social dos educandos, buscando sempre desenvolver uma cultura de participação para a facilitação do aprendizado. Essa participação da comunidade escolar objetiva-se contemplar no processo ensino-aprendizado as experiências pessoais já vividas pelo ser que aprende.

Os pressupostos freireanos possibilitam romper com a clássica divisão por áreas de conhecimento entre ciências humanas e exatas, o que facilita a sua aplicação por educadores nas mais diferentes disciplinas.

3.3 Proposta temática de Brito

O desenvolvimento dessa proposta de ensino foi idealizado após Brito ministrar um curso de Física básica para formação de professores de Ciências (Licenciatura Plena em Ciências Naturais da Universidade Federal do Pará) no município de Breves-PA, onde percebeu a grande dificuldade que os alunos apresentavam devido a sua formação anterior em interpretar conceitos elementares de Física e Matemática.

Na verdade, a maioria desses alunos tinham formação de magistério em nível médio e atuavam como professores – leigos de 1ª a 4ª séries do ensino fundamental, e precisavam, portanto, regularizar sua função trabalhista haja vista que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) Lei 9.394/96 exige que todos os professores tenham formação a nível superior para atuar no magistério.

Para então contribuir na superação das dificuldades acadêmicas apresentadas pelos professores/educandos foi proposta por Brito a criação de uma disciplina chamada Física conceitual com o objetivo de se trabalhar conceitos físicos por meio de situações temáticas presentes no cotidiano dos alunos, ou seja, sem necessariamente tratamento matemático.

Para Brito (2004), essa estratégia traria duas vantagens: reduziria o bloqueio que os estudantes com esse perfil têm em relação à Física, devido sua linguagem matemática, e permitiria avanços nas disciplinas de Matemática facilitando o aprofundamento posterior no estudo da Física com os cálculos necessários.

A abordagem temática na visão de Brito tem como fonte principal a motivação, pois no seu entendimento os alunos ficam melhor estimulados em aprender e construir novos conhecimentos quando esses partem de situações vividas em seus cotidianos do que quando se partem daqueles formalismos conceituais tradicionais normalmente apresentados em livros-textos e seguidos pela maioria dos educadores.

Brito (2004) apresenta duas situações comparativas. Uma em que o professor propõe a turma estudar Física começando por descrever qualitativamente e quantitativamente os movimentos, depois suas causas, em seguida, energia dos corpos em movimento, suas transformações etc. Enquanto na segunda situação propõe estudar Física começando por entender como ocorrem os raios, os relâmpagos e os trovões, como funciona a visão humana etc.

Parece-nos realmente que a segunda proposta é muito mais atrativa principalmente para aqueles que estão no início do estudo da disciplina Física. Conforme percebemos na proposta de Brito, o aproveitamento dos conhecimentos

vivenciados pelos educandos em seus cotidianos é de extrema importância e relevância para o bom desempenho do processo ensino-aprendizagem.

A proposta metodológica de Brito (2004) obedece a três momentos específicos conforme veremos a seguir:

Primeiro momento (Apresentação): Nesse momento educador e educando sugerem temas, cabendo ao educador enfatizar que a escolha do tema deve estar atrelada ao currículo daquele nível de ensino e também aos aspectos sociais e culturais dos educandos. No entanto, a escolha do tema é feita pelos educandos sob orientação do educador.

Nesse primeiro momento o objetivo é dar ao educando uma visão geral do tema, sem entrar em detalhes científicos para despertar dúvidas e curiosidades que possam ser provocadas pelo educador ou pelo educando a partir da necessidade de se apropriar de novos conhecimentos científicos numa esfera local ou universal.

A estratégia para provocar a motivação dos educandos pode ser: uma visita a um local produtivo como uma fábrica, o contar uma história, a apresentação de um filme, uma palestra, etc. Nessa etapa cabe ao educador fazer a estimulação entre as primeiras curiosidades científicas e os conceitos físicos em questão.

Segundo momento (Aprofundamento): Nesse momento é feita uma ligação entre o tema apresentado e sua contextualização com os conceitos científicos que são tratados de maneira detalhada, com o intuito de explicar e responder cientificamente as referentes dúvidas da etapa anterior sem, no entanto, esgotar o detalhamento científico e o seu formalismo. Nesse momento o educando tem a possibilidade de verificar as alternativas que o tema pode lhe proporcionar para o seu aprendizado.

Terceiro momento (Produção-avaliação): Nesse momento ocorre a produção do conhecimento pelos educandos objetivando analisar se os mesmos se apropriaram adequadamente dos conhecimentos, ou seja, se os conhecimentos científicos absorvidos respondem de forma crítica reflexiva os questionamentos da primeira etapa.

A produção do conhecimento por parte dos educandos é feita com a ajuda do educador, livros, internet e de outros recursos disponíveis. Assim, é nesse momento que o educando torna-se responsável pela construção do conhecimento. Aqui os educandos produzem textos, vídeos, entre outros, que servirão de base para compreensão e formalização dos conceitos físicos ligados ao tema.

A produção nesse momento deve representar o conhecimento físico construído coletivamente e de acordo com as exigências curriculares.

Certamente com todos esses elementos disponíveis, o educando tem maior possibilidade de sucesso em seu aprendizado e o educador possui mais elementos para uma avaliação do desenvolvimento do educando durante o processo

Dessa maneira, busca-se também mostrar a importância social e cultural da ciência Física em nossa sociedade e a aprendizagem para o educando se torna mais significativa e motivacional.

3.4 Proposta temática de Delizoicov

Particularmente ao ensino no Brasil, a proposta de se ensinar física por meio de temas sofreu grande avanço a partir de 1992 com o lançamento do livro “Física”, de Demétrio Delizoicov e José André Angotti, uma publicação que se desenvolvia com a temática “produção, distribuição e consumo de energia elétrica”.

Este livro foi idealizado inicialmente para ser utilizado com alunos do curso de licenciatura em Física, especialmente ao cursarem as disciplinas Instrumentação para o Ensino, Metodologia e/ou Prática de Ensino, bem como aos professores de Física do 2º grau (hoje ensino médio).

Nessa obra a preocupação dos autores é subsidiar um programa e um trabalho didático-pedagógico que permitam tanto a apreensão dos conceitos, leis, relações da Física e sua utilização, bem como a sua aproximação com fenômenos ligados a situações vividas pelos alunos, sejam as de origem natural, sejam as de origem tecnológica (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).

Nesse livro, Delizoicov e Angotti (1992) propõem orientações gerais para o ensino de Física no ensino médio contemplando aspectos pedagógicos necessários ao bom desenvolvimento metodológico do conteúdo e o educador poderá seguir as indicações, roteiros e instruções para o desenvolvimento do seu curso, sem, contudo deixar de introduzir elementos que interessem ao seu grupo de educandos, determinado pelas condições locais e regionais onde esteja atuando.

A proposta pedagógica desenvolvida pelos autores no livro “Física” se caracteriza pelo que tem sido denominado de momentos pedagógicos, onde os mesmos são bem distintos e diferenciados entre si. A seguir faremos uma análise para esses três momentos:

Primeiro momento (Problematização inicial): Nesse momento são apresentadas questões e/ou situações para discussões com os alunos e mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e

presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 29).

Para os autores, a problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos: o primeiro na possibilidade do educando relacionar os conhecimentos novos com os conhecimentos já adquiridos na própria escola ou fora dela. Essa relação pode ou não estar pautada em conhecimentos científicos, assim representando o que se tem chamado de “concepções alternativas” ou “conceitos espontâneos” dos alunos.

No segundo sentido da problematização, o aluno pode sentir necessidade de se apropriar de novos conhecimentos que ainda não possui motivando-o dessa maneira a solucionar a questão ou situação proposta.

Segundo Delizoicov et al. (2009), esse momento é organizado de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre a situação.

Inicialmente, a descrição feita pelos educandos prevalece, sendo essa uma maneira do educador conhecer o que eles pensam. O objetivo é problematizar o conhecimento que os educandos vão apresentando, com base em algumas questões referentes ao tema e às situações significativas, que são inicialmente discutidas num pequeno grupo, para em seguida, serem exploradas as posições dos vários grupos com toda a classe, no grande grupo.

Nesse momento a função coordenadora do professor concentra-se mais em questionar posicionamentos até mesmo fomentando a discussão das distintas respostas dos alunos e lançar dúvidas sobre o assunto do que em responder ou fornecer explicações.

Em síntese, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno, ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussões (DELIZOICOV et al., 2009, p. 201).

Para Delizoicov et al. (2009), o ponto-chave da problematização é fazer que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado.

Percebemos nas obras de Delizoicov e Angotti (1992), e Delizoicov et al (2009), que há uma forte tendência de ruptura com a estrutura curricular tradicional para o ensino de Ciências, mas sempre tendo a preocupação de se trabalhar com os tópicos fundamentais do currículo para a série em questão.

Notamos também que as obras de Delizoicov et al., caracterizam-se por estar de acordo com os PCN que estruturam o currículo da educação fundamental em temas transversais que estariam contidos em todos os programas das disciplinas concomitantemente com as propostas da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) Lei 9.394/96 (BRASIL, 1996).

Segundo momento (Organização do conhecimento): Nesse momento os conhecimentos científicos de Física tão necessários à compreensão das situações problematizadas, inicialmente em função do tema, serão estudados sob a orientação do professor, ou seja, toda parte científica apresentada superficialmente na problematização será detalhada em todos os seus aspectos tais como definições, conceitos, relações e leis.

Segundo Delizoicov e Angotti (1992), agora será feito um estudo tradicional por parte do professor que pode apoiar-se nas mais diversas atividades tais como:

- Exposição pelo próprio professor, de definições, propriedades, unidades do Sistema Internacional (SI), ordem de grandezas etc.;
- Em livros textos;
- Exercícios;
- Texto previamente preparado;
- Trabalhos extraclasse, necessário e compatível com a disponibilidade dos alunos;
- Formulação de questões, não necessariamente ao final do tópico, mas sempre em número adequado e em grau crescente de dificuldade;
- Revisão e destaque dos aspectos fundamentais de cada tópico;
- Experiências realizadas pelos alunos (em classe ou fora dela) e pelo professor (demonstração), que devem ser previamente preparadas e atender tanto às habilidades fundamentais do trabalho prático em Ciências como à adequação ao conteúdo do tópico.

Percebemos aqui as mais variadas estratégias que podem ser utilizadas pelo professor para explicar as situações científicas apresentadas na problematização inicial e satisfazer as necessidades dos educandos.

Nesse momento, a resolução de variados tipos de exercícios, como aqueles propostos em livros-textos didáticos, exercem grande contribuição na apropriação de conhecimentos que estão se trabalhando especificamente.

Terceiro momento: (Aplicação do conhecimento): Nesse momento, os educandos vão retornar aos questionamentos que surgiram na problematização inicial para então resolvê-los e ainda outras situações que aparecerem, pois assim eles poderão ter uma dimensão do conhecimento de que se apropriaram.

Segundo Delizoicov e Angotti (1992)

Esse momento destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (p. 202.).

Didaticamente, o procedimento aplicado a esse momento é o mesmo do segundo. Assim, o professor novamente sugere atividades para serem desenvolvidas nesse momento.

Dessa maneira, percebemos que a apropriação do conhecimento científico é o que se objetiva nesse momento, haja vista que uma das metas a ser atingida no processo de ensino-aprendizagem de ciências é o uso integrado da estrutura do conhecimento científico com as situações significativas, envolvidas nos temas ou seja, a base teórica proporcionada pela ciência é que está em pauta neste momento.

Essa proposta de Delizoicov e Angotti (1992), no livro “Física”, bem como a obra dos mesmos autores em (2009), o livro “Ensino de Ciências: fundamentos e métodos”, serão utilizados como ancoragem para o desenvolvimento de nossa proposta metodológica.

Entendemos que essa estratégia temática pode ser aplicada não só para o ensino da Física, mas também para qualquer disciplina científica podendo contemplar plenamente os conteúdos programáticos adotados para cada série.

Torna-se claro na proposta temática a quebra do modo tradicional de se ensinar Ciências com o intuito de tornar o ensino mais prazeroso e com possibilidades de proporcionar ao educando subsídios para um bom uso da ciência e tecnologia e outros saberes em seu cotidiano pautando-se na tomada de decisão com relevância nos valores éticos e sociais.

Esta proposta é um dos pilares dessa dissertação e a escolhi por ter tido envolvimento com a mesma. Tive contato com ela na Escola de Aplicação da UFPA por meio de trabalhos desenvolvidos com colegas naquela instituição de ensino, presenciar defesa de trabalhos com essa proposta no grupo de estudos em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente da UFPA e pela acessibilidade a livros-textos, e bem como a publicação de artigos em instituições reconhecidas. Isso me deu maior segurança para o desenvolvimento da pesquisa, tanto na parte teórica quanto na experiência pedagógica.

4 PERCURSOS DA INVESTIGAÇÃO

4.1 Local da pesquisa

A pesquisa foi feita em uma escola pública localizada no município de Ananindeua, na Região Metropolitana de Belém-PA.

A escola pertence à rede estadual de ensino, subordinada à Secretaria de Estado de Educação do Pará, e funciona nos turnos da tarde com ensino fundamental, médio, EJA e à noite somente com ensino médio e EJA.

Na verdade essa escola, que funciona desde fevereiro de 2002, é um grande galpão que foi alugado pelo governo do estado do Pará e adaptado para funcionar como escola e vem funcionando em condições precárias ao longo desses 12 anos de funcionamento.

A escola não possui laboratório de Ciências. Já tentei implementar o laboratório de Física, mas a direção me informou que o laboratório só poderia ser instalado na escola se a mesma estivesse localizada em prédio próprio, ou seja, como o prédio é alugado não seria possível a instalação do laboratório. Desse modo, quando o professor deseja realizar algum experimento ele o faz em sala de aula ou apenas mostra em vídeos.

Vale ressaltar que a escola possui biblioteca que começou a funcionar com livros doados pela comunidade que constitui a escola e laboratório de informática, ambos também funcionando em condições adversas para um bom desempenho no processo ensino-aprendizagem.

Durante esses 10 anos que trabalho na escola verifiquei o enorme desafio de professores, alunos, direção e equipe técnica para proporcionarem o bom

funcionamento da mesma, haja vista que o governo, por meio da Secretaria de Educação do Pará, não oferece condições adequadas.

4.2 Apresentação da proposta do trabalho à turma

Inicialmente expliquei à turma que se tratava de meu trabalho do curso de mestrado que estava realizando na Universidade Federal do Pará (UFPA) e que gostaria que eles participassem de maneira voluntária; imediatamente eles concordaram, mas também começaram a ficar curiosos e com isso vieram os questionamentos sobre as suas participações no mesmo. No Apêndice A, encontra-se o termo de consentimento preenchido pelos educandos.

Uma aluna me perguntou se teria Física nessa participação deles; então expliquei que se tratava de uma proposta de se ensinar Física de maneira diferente daquelas que eles estavam acostumados onde partiríamos de um tema que fosse de conhecimentos de todos em seu dia a dia, para depois estudarmos os tópicos de Física daquele período letivo.

Dessa maneira aproveitei o momento para informar que o tema escolhido por mim seria “transporte” por ser um tema de conhecimento geral de todos os educandos, com o intuito de proporcionar a facilitação do processo de ensino-aprendizagem, no contexto da aprendizagem significativa. Desse modo, seus conhecimentos prévios sobre o tema seriam bem relevantes contemplando assim uma característica fundamental para a aprendizagem se tornar significativa que é a utilização subsunçores dos educandos.

A ideia do tema surgiu por entendermos que o mesmo contempla as experiências que eles trazem de suas vidas diárias bem como algo de relevância para toda sociedade em seus diferentes níveis.

Outro fator importante da escolha do tema era a possibilidade que o mesmo proporcionava devido a seus diferentes aspectos ao desenvolvimento dos conteúdos da ciência Física. Além disso, eu já havia trabalhado esse tema na Escola de Aplicação junto com colegas professores, o que facilitava a identificação das relações entre o tema e a aprendizagem significativa.

Mostrei à turma que a partir desse tema buscava ensinar física para o seu nível de ensino numa sequência tal que os tópicos do conteúdo programático iriam aparecer à medida que as discussões sobre o tema fossem feitas por nós.

Na proposta freireana e em algumas experiências de ensino por meio de temas, a escolha do tema é feita pelos alunos, o que entendo ser muito válido. Porém, com o objetivo de conciliar o tema com o conteúdo a ser desenvolvido, optei por definir previamente o tema, o que está de acordo com a proposta de Delizoicov et al. (2009). Desse modo, a escolha do tema seguiu o princípio das vivências diárias dos educandos e da geração de conteúdos específicos de Física inseridos no currículo.

4.3 Características dos educandos

Sou o único professor de Física da escola, portanto trabalho com turmas do turno da tarde e da noite, períodos em que a escola funciona. Apliquei a estratégia metodológica escolhida para a minha dissertação no primeiro semestre de 2013. Com isto tive bastante tempo para escolher a turma que desejaria trabalhar, ou seja, aquela que na minha concepção apresentava características desejáveis para desenvolver a metodologia escolhida para o trabalho tais como: responsabilidade, interesse e

comprometimento com o trabalho de classe. Dessa maneira tive que optar entre os educandos do ensino médio regular ou os da EJA.

Naquele momento entendi que para alcançar êxito na minha dissertação seria melhor trabalhar com uma turma da EJA, pois, a escolha desse nível de ensino ampara-se também nos anos que trabalho com elas, possibilitando-me refletir, que tais alunos possuem uma enorme carga de experiências e vivências. No entanto, apresentam uma baixa motivação escolar, daí o desafio, haja vista que as aulas temáticas possuem como umas de suas características a ação motivadora. Mesmo diante das adversidades, percebi que a turma EJA-C do turno da noite apresentava as características mais próximas daquilo que pretendia para aplicação da estratégia metodológica.

A turma do EJA-C turno da noite iniciou a ano letivo de 2013, em março, com 35 alunos matriculados. No entanto, a turma foi sofrendo evasões de tal modo que quando iniciei os trabalhos de aplicação metodológica da pesquisa, estava com apenas 25 alunos e em seguida após a entrega da carteira da meia passagem ficou em 15 alunos, o que para realidade do EJA não se caracteriza como uma anormalidade. A minha experiência de trabalho tem mostrado que durante os anos de funcionamento da escola essa característica tem se repetido.

Assim, continuamos com a turma para aplicação da estratégia metodológica, pois, apesar de lamentarmos a perda da oportunidade de envolver um maior número de educandos, entendemos que com a turma com números de educandos reduzido proporcionaria melhor oportunidade de aprofundamento e atenção aos educandos, conseqüentemente maior envolvimento para o desenvolvimento das atividades que

seriam propostas. Isto possibilitaria uma melhor qualidade de vivência da abordagem metodológica, por parte dos educandos, facilitando dessa maneira as observações em detalhes da pesquisa.

4.4 Tipo de pesquisa utilizada na estratégia metodológica

A teoria de Ausubel, Novak e Hanesian (1980) está baseada no pressuposto de que as pessoas pensam com conceitos. Um conceito comunica o significado de alguma coisa, o que revela a importância desta teoria para a aprendizagem. Deste modo, a teoria ausubeliana pode ser e utilizada na sala de aula com o objetivo de facilitar a aprendizagem do educando.

O mesmo é notado na proposta metodológica de Delizoicov et al. (2009), pois, esta nos fornece a possibilidade de uma ação docente mais dinâmica no processo de ensino-aprendizagem. Os conhecimentos prévios são suscitados na problematização inicial, por meio de diálogos entre educador e educando, com intuito de proporcionar ao mesmo uma maior autonomia e criticidade durante a construção dos conhecimentos a serem trabalhados.

Cada momento pedagógico de Delizoicov et al. (2209), serve como elemento de ligação entre o que o educando sabe de sua experiência de vida e os novos conhecimentos que estão sendo estudados. Esses três momentos pedagógicos permitiu-me uma riqueza de trocas e desafios, assim acarretando uma maior motivação facilitando a construção de novos conhecimentos por parte do educando e de como esses conhecimentos influenciam seus cotidianos.

Essa discussão possibilita observar duas importantes interseções entre uma abordagem temática e a teoria da aprendizagem significativa: ambas podem

aproveitar como recurso pedagógico as experiências cotidianas dos educandos e elas podem proporcionar ao educando uma maior motivação ao aprendizado.

Vale destacar que no ensino por meio de temas o conteúdo a ser ministrado passa a ser em função do tema e não o tema em função do conteúdo, favorecendo uma maior postura crítica tanto do educador quanto do educando, podendo assim facilitar o processo de aprendizagem significativa.

Nesse contexto, fazemos uma análise do uso dos princípios da aprendizagem significativa com os três momentos pedagógicos de Delizoicov et al. (2009), em seus aspectos conceituais, caracterizando as relações entre eles, com intuito de identificar de que maneira suas ações conjuntas são facilitadores do processo de ensino-aprendizagem.

Na pesquisa ora desenvolvida busco uma aproximação teórica de uma experiência pedagógica. Assim, percorri os caminhos da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, identificando e estudando suas características e, ao desenvolver a experiência pedagógica baseada nos três momentos de Delizoicov et al. (2009), assumindo como hipótese que as características da aprendizagem significativa podem ajudar a organização do trabalho didático, pretendendo estabelecer as conexões entre a teoria e a proposta metodológica em estudo.

As pesquisas em educação e em outras áreas das ciências humanas e sociais é normalmente qualitativa. Esse tipo de pesquisa se caracteriza pelo fato que, na análise da produção de conhecimento sobre fenômenos humanos e sociais, interessa muito mais compreender seus conteúdos do que explicá-los ou descrevê-los (TOZONI-REIS, 2005, p.10).

Particularmente a esse trabalho que ora desenvolvi e pelas suas características peculiares optei pela pesquisa qualitativa na modalidade pesquisa-ação.

A modalidade de pesquisa-ação relaciona a produção do conhecimento com a ação educativa, dessa maneira, propõe a investigação e o enfrentamento dos problemas com uma profunda ação educativa. Segundo Thiollent (2003), a pesquisa-ação tem como marco inicial a relação entre a produção do conhecimento para conscientização dos sujeitos e solução de problemas socialmente significativos.

De acordo com Thiollent (2003, p. 14), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação a uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Desse modo, podemos entender que a participação das pessoas implicadas nos problemas investigados é absolutamente necessária.

Para Thiollent (2003, p. 16), a pesquisa-ação é uma estratégia metodológica da pesquisa social na qual:

- a) Há uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada;
- b) Desta interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta;
- c) O objeto da investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontradas nesta situação;
- d) O objeto da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada;

e) Há, durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda atividade intencional dos atores da situação;

f) A pesquisa não se limita a uma forma de ação (risco de ativismo): pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou o “nível de consciência” das pessoas e grupos considerados.

Assim, entendo que a experimentação pedagógica em que o professor-pesquisador e os estudantes como sujeitos que participam ativamente das etapas do processo, tendo consciência de suas funções em cada momento assim como do contexto e temática da pesquisa, justificam a pesquisa-ação como modalidade adequada de investigação.

Para a coleta de dados desta pesquisa foram adotados os seguintes instrumentos:

1 - Questionário: Que segundo Gil (1999), pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.” O objetivo inicial da aplicação do questionário foram as observações iniciais dos conhecimentos prévios e subsunçores dos educandos.

2 - Observações diretas: este recurso de coleta de dados baseia-se na habilidade de atuação do observador para obter informações. Essas observações podem ser feitas mesmo antes do início da pesquisa para caracterizar seu contexto e, principalmente, durante a pesquisa. O foco, neste caso, são atitudes e depoimentos dos sujeitos envolvidos na experiência pedagógica, ao longo de todo o processo, que possam indicar relações com a teoria e com os objetivos da investigação. Nesta

pesquisa as observações diretas foram feitas pelo professor-pesquisador tanto antes como durante a pesquisa e foram fundamentais para dar subsídios à análise.

3 - Rodas de conversas: Para Melo e Cruz (1999), a roda de conversa é um recurso metodológico para construção de um espaço de diálogos para o ensino. Uma de suas características como instrumento de investigação é a possibilidade de estabelecer foco em determinado assunto sobre o qual o pesquisador precise de compreensão mais detalhada. Foi com esse intuito que as rodas de conversa foram utilizadas nesta pesquisa, ao final de cada um dos três momentos pedagógicos. Os comentários dos estudantes nessas rodas favoreceram a observação da evolução e das dificuldades de aprendizagem e suas relações com os princípios da Aprendizagem Significativa que balizam este estudo.

4 - Relatos escritos dos educandos: Ao final do terceiro momento pedagógico, última etapa da experiência, solicitei aos estudantes que registrassem por escrito suas impressões sobre a vivência dessa proposta de ensino para verificar seus pontos de vista sobre a qualidade do aprendizado. Segundo Gatti (2005), essa estratégia vem ao encontro da pesquisa qualitativa pois possibilita a análise do universo de significados e do aprofundamento das relações. A análise feita adiante contém elementos apoiados nesses relatos.

4.5 Experiência pedagógica: descrição e análise

Para programar aulas de Ciências com base na teoria de Ausubel, iniciei pela identificação dos conceitos básicos da matéria a ser trabalhada e pela maneira que eles serão estruturados para que a aprendizagem possa se processar de maneira significativa.

Conforme discutido anteriormente, nos estudos de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), os princípios relativos à programação eficiente de um conteúdo de uma disciplina são: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação. Estes princípios conceitualmente já foram comentados nesta dissertação e de acordo com a teoria ausubeliana podem ser aplicáveis a qualquer campo da matéria de ensino.

Busco como objetivo da pesquisa caracterizar como as relações entre Aprendizagem Significativa e Abordagem temática se estabelecem e como contribuem para o processo de ensino-aprendizagem de Ciências. Essa proposta temática é composta de três momentos pedagógicos:

- Primeiro momento (problematização inicial);
- Segundo momento (organização do conhecimento);
- Terceiro momento (aplicação do conhecimento).

Esses três momentos já foram comentados nesta dissertação, daí apenas os citaremos assim, como fizemos com os princípios ausubelianos relativos à programação eficiente de um conteúdo.

A seguir, apresento o modo pelo qual apliquei os três momentos de Delizoicov et al. (2009) junto à turma e fiz uma análise da presença de princípios da aprendizagem significativa em cada um dos três momentos pedagógicos.

1º momento: problematização inicial

Nessa oportunidade fiz uma abordagem geral sobre a temática transporte em seus aspectos sociais e tecnológicos buscando observar nos alunos, a partir de seus comentários, que conhecimentos eles trazem de suas experiências de vida com esse tema. Em seguida, conforme orientação para esse momento pedagógico de Delizoicov et al., elaborei um questionário (Apêndice C), e apliquei junto aos alunos de maneira individual para, além de sistematizar a problematização, fazer as observações iniciais dos conceitos subsunçores. No Apêndice B, estabeleço para cada questão do questionário alguns objetivos básicos de cada pergunta.

Fica evidente, portanto, que o planejamento deste primeiro momento foi apoiado não só na teoria de Ausubel pela oportunidade de identificação de subsunçores como também na essência da proposta de Delizoicov et al. (2009) para esse primeiro momento que é a problematização, induzida pelos questionários e comentários.

Ressalto que os questionários não foram a única ferramenta de observação para análise, pois nessa oportunidade houve o momento de discussão em grupo que possibilitou a construção de reflexões sobre quais conhecimentos prévios os alunos possuíam naquele momento.

Embora as respostas dos questionários não estejam no nível esperado, devido à falta de habilidade de se expressarem de maneira científica, foi possível observar conhecimentos prévios nas respostas por eles fornecidas diante da problematização, neste sentido destaco algumas questões. Na questão 1 onde os educandos associam as suas percepções cotidianas aos tipos de energia por eles mencionadas. Na

questão 6 onde houve comentários de que a queima de combustível do motor faz calor, o álcool e a gasolina podem se tornar calor, o movimento do motor é por causa da energia mecânica que acaba se transformando em energia térmica. Na questão 7 eles relacionam trabalho realizado por corpos e não por uma força e o motor de um carro faz um trabalho para poder fazer o carro andar.

Portanto, levando em consideração que a turma EJA-C era formada por educandos que estavam há muito tempo fora do sistema escolar, como é característica das turmas do EJA, podemos plenamente compreender o nível das respostas que em muitos casos caracterizam os seus subsunçores. Respostas como as citadas acima nos animaram a caminhar na pesquisa.

O objetivo dessa etapa era mediar de forma a observar os relatos e as divergências de ideias dos alunos com relação ao tema transporte, identificando que os conhecimentos prévios (subsunçores) os mesmos possuem sobre o tema. Como o tema é muito abrangente em seus aspectos sociais e tecnológicos amarrei para o desenvolvimento da pesquisa os tópicos da Física chamados de trabalho e energia.

A atividade foi realizada em um encontro de 80 minutos com a turma, notamos as percepções que os alunos têm sobre o tema proposto, verificamos também os anseios que eles têm em suas relações com o tema.

Nesse momento de vivência com a turma, em uma análise preliminar, percebi que poucos tinham conhecimentos prévios sobre as perguntas elaboradas dos questionários, pois as respostas foram muito evasivas.

Relato, no Apêndice E, as respostas apresentadas pelos alunos no primeiro questionário aplicado. No entanto, percebi que as respostas dadas por eles eram mais em nível de senso comum de sua vida cotidiana; o que certamente concorda com o

nível de conhecimento científico deles, por se tratar de educandos da EJA. Assim, iniciamos os trabalhos a partir desses subsunçores, tais como: “A queima do combustível do motor faz calor?” “Por que a velocidade fornece uma energia?” “Tem que sempre carregar a bateria pra o motor funcionar?”

Para esse primeiro momento pedagógico de Delizoicov et al. (2009), o educador é o mediador do conhecimento e esse momento objetiva aproximar os conhecimentos prévios dos educandos com os conhecimentos científicos do tema. Dessa maneira, percebi que o princípio de diferenciação progressiva se inicia no primeiro momento pedagógico, pois, trabalhei os conhecimentos científicos preliminares com a turma de maneira geral para depois particularizá-los no segundo momento pedagógico.

Como os assuntos escolhidos para desenvolver o tema transporte foram energia e trabalho, os conceitos científicos dos mesmos não foram tratados de maneira profunda nesse primeiro momento pedagógico, conforme orientação do autor da proposta para essa etapa.

Na Problematização Inicial, é facilitador para o processo de ensino-aprendizagem a observância de conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do educando, que chamamos de subsunçores. Assim, nos diálogos iniciais dos educandos com educador o mesmo percebe o que os educandos trazem dessa linha de conhecimento. Desse modo, os educandos são estimulados a perguntar, relacionar e questionar as situações que eles conhecem de sua experiência de vida em relação ao tema.

Esse primeiro momento pedagógico tem como ponto culminante despertar no educando a necessidade de se apropriar de outros conhecimentos que provavelmente

ainda não possui, ou seja, procura-se motivar o mesmo a enfrentar os questionamentos levantados inicialmente nas discussões preliminares com o professor.

Em nossa época, muitos pesquisadores da área de Ciências e educação tem se utilizado da célebre frase de Ausubel “o fator isolado singular mais importante que influência a aprendizagem é o que o aprendiz já conhece, descubra-o e ensine-o de acordo”; como sustentação para as suas práticas de sala de aula. Essa proposta de Ausubel tem influenciado muitos educadores, em várias partes do mundo, estimulando-os a pesquisar quais conceitos os educandos trazem de suas experiências de vida para serem utilizadas como facilitadores à aprendizagem do que é ensinado ao mesmo.

Nesse contexto quando o educando não possui conceitos subsunçores sobre o que será estudado, se buscam estratégias (organizadores prévios) a serem utilizadas de ancoragem ao novo estudo. Dessa maneira, o conhecimento a ser estudado pode se apresentar de maneira significativa ao educando.

Assim, a consolidação também está presente na problematização inicial devido haver nesse momento uma investigação por parte do educador junto ao educando de seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo a ser estudado, mesmo não sendo esse conhecimento em nível científico, apenas de senso comum. E isso foi percebido por meio dos diálogos e do questionário aplicado à turma, podendo ser exemplificado numa resposta dada a segunda pergunta do questionário que foi: “A bateria armazena energia química e ela faz um motor de carro funcionar por meio da energia elétrica?”

A consolidação é o elemento da aprendizagem significativa que nos alerta que sempre se deve observar para a continuação do conteúdo, se o educando está

dominando a parte já trabalhada, ou seja, se ele está com os conhecimentos prévios exigidos para lhe possibilitarem a facilitação da aprendizagem de conhecimentos seguintes.

De acordo com Moreira e Masini (1982), insistindo na consolidação do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, assegura-se contínua prontidão no conteúdo de ensino e sucesso na aprendizagem sequencialmente organizada.

2º momento: organização do conhecimento

Nessa etapa apliquei o segundo momento pedagógico de Delizoicov et al. (2009), que é a organização do conhecimento. Nesse momento as definições, os conceitos, as relações, as leis e os conhecimentos de Física tão necessários para compreensão do tema central são aprofundados solidamente.

A seguir apresento um resumo da maneira e na sequência em que desenvolvi os trabalhos com a turma para o ensino dos conhecimentos científicos necessários, com o intuito de satisfazer as situações apresentadas na problematização inicial. Esse momento foi desenvolvido em 4 (quatro) encontros com a turma sendo que o tempo gasto em cada encontro foi de 80 minutos. O detalhamento das atividades que apresento e analiso aqui encontra-se no Apêndice H.

1 O que é energia?

Para apresentar o conceito de energia com a turma trabalhei com um texto extraído do paradidático “Energia nossa de cada dia” (MONTANARI, 2003, p. 08),

mais especificamente o texto “Consumindo energia”. Nesse texto o autor mostra que apesar de ser um tema muito falado por todos em nosso cotidiano, “ninguém sabe direito o que é energia”. Assim, no diálogo do texto é feita uma pesquisa em livros didáticos se obtendo pelo menos 04 conceitos diferentes para energia em que normalmente os professores se utilizam para ministrar suas aulas e são eles:

Livro A – Energia é a capacidade de produzir movimento.

Livro B - Energia é a capacidade de realizar trabalho.

Livro C – A energia relaciona-se diretamente com o trabalho.

Livro D – Energia é um conceito difícil de ser definido.

Após a apresentação dessas definições extraídas de livros didáticos, usualmente utilizados por professores, segue a pergunta, afinal, que conclusão conceitual eu tiro dessa tal energia?

Na verdade em nosso cotidiano todo mundo usa energia, as pessoas conhecem seus efeitos, no entanto ninguém sabe exatamente dizer o que é. O conceito mais amplo de energia foi dado pelo físico-químico letoniano Wilhelm Ostwald (1853-1932):

Energia é aquilo de que se necessita para realizar qualquer tarefa ou trabalho.

No entanto, o conceito de energia segundo fontes históricas já em 1807 teria sido estabelecido pelo médico inglês Thomas Young (1773-1829) que formulou o seguinte conceito para energia que é bem parecido com o de Ostwald.

Energia é a capacidade para realizar trabalho.

Para fins metodológicos trabalhei com a turma o conceito de Thomas Young por ser esse conceito para energia que venho trabalhando durante o período que exerço a minha profissão de professor de Física e pelo fato de ser esse conceito de fácil acesso pelos educandos nos livros textos.

Optei por iniciar a organização do conhecimento pelo conceito de energia porque no questionário foi identificado a presença desse subsunçor ainda na forma de senso comum assim podemos favorecer a aprendizagem significativa com a utilização de material potencialmente significativo na forma de texto contextualizado, diferentes conceitos extraídos de livros didáticos e notas históricas.

2 Tipos de energia

Nesse momento trabalhei com a turma os conhecimentos científicos de energia que frequentemente aparecem no tema transporte. Esses tipos de energia (mecânica, elétrica, térmica, sonora e química), surgiram após eu iniciar com a turma, as discussões introdutórias sobre o tema na problematização inicial e também depois da aplicação do primeiro questionário aonde busquei observar conceitos subsunçores dos educandos.

A discussão sobre os diversos tipos de energia ocorreu de maneira dialógica com apresentação de exemplos no contexto dos transportes

O conceito de energia é um dos mais importantes na Física, estando presente em todas as nossas atividades diárias. Na sociedade atual somos totalmente dependentes de energia sendo difícil imaginar nossa vida sem ela. Qualquer que seja o meio de transporte, por exemplo, é necessário fornecer a ele certa quantidade de energia; obtida, por exemplo, da queima de um combustível, parte da qual é convertida como energia de movimento.

De acordo com Guimarães et al. (2014), as modalidades de energia são equivalentes, isto é, podem ser transformadas de uma modalidade em outra, tanto por meio de processos naturais como artificiais, sendo este processo fundamentado pelo princípio da conservação da energia.

Assim, os diferentes tipos de energia podem ser estudados na perspectiva da diferenciação progressiva, haja vista estudarmos os tipos de energia de uma maneira geral, ou seja, em suas diferentes manifestações e depois a particularizamos num único princípio que é o da conservação da energia.

Na visão ausubeliana ao se levar em consideração o princípio da diferenciação progressiva durante os trabalhos de sala de aula as chances da aprendizagem se tornar significativa aos educandos são maiores.

3 Princípio da conservação da energia

Esse princípio estabelece o seguinte:

A energia não pode ser criada e nem destruída, podendo apenas ser transformada de uma modalidade em outra.

Alicerçando-me nesse princípio mostrei para a turma o que acontece em uma usina hidrelétrica: nessa usina existe uma barragem que armazena uma grande quantidade de água, que está localizada a uma altura em relação ao nível que estão as turbinas e essas se movimentam a partir da queda dessa água sendo que a partir desse processo a energia chega até as nossas casas e a utilizamos conforme o desejado.

Apresentei à turma uma sequência de como pode acontecer uma transformação de energia de uma modalidade em outra evidenciando o princípio da conservação da energia.

Inicialmente na hidrelétrica temos uma energia armazenada no sistema terra água, ou seja, energia mecânica depois segue uma sequência mostrada abaixo:

Energia elétrica – move os equipamentos eletroeletrônicos.

Energia térmica – geração de calor.

Energia sonora – barulho produzido pelo funcionamento dos equipamentos.

Energia química – elétrons energizando as placas de uma bateria.

Com essa simples ilustração busquei mostrar aos alunos como a energia se converte de uma modalidade em outra em nosso cotidiano, sem que muitas vezes percebamos o fenômeno acontecer, evidenciando desse modo o princípio da conservação da energia, sendo que esse princípio vale para qualquer processo de transformação de energia em outra que se tem conhecimento na natureza.

Essa ligação conceitual de elementos da mesma natureza-energia, porém com manifestações diferentes, exemplifica a diferenciação progressiva que abordei com o conceito de energia no contexto da teoria de Ausubel. Por outro lado, após uma visão ampliada de energia, vista pelas suas diferentes formas, como manifestações diferentes do mesmo ente, exemplifica o modo como foi feita a reconciliação integrativa de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Para se comentar a sequência de transformações que a energia sofreu ao longo do processo na situação apresentada anteriormente, foi necessário recorreremos à diferenciação progressiva e à reconciliação integrativa, pois, ao se perceber que uma modalidade de energia vai se convertendo em outra, observamos a naturalidade de ligação conceitual entre elas.

Na visão de Ausubel, a reconciliação integrativa é uma combinação de elementos existentes na estrutura cognitiva de um educando e na sua teoria, a

reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva são aspectos da aprendizagem significativa.

Dessa maneira, os conceitos subsunçores dos educandos sempre são provocados a se manifestarem para o bom andamento dos trabalhos tendo em vista a facilitação da aprendizagem significativa.

4 O conceito de trabalho em Física

Para Cachapuz et al. (2011), é preferível uma introdução praticamente simultânea dos conceitos de trabalho e energia, pois trata-se de dois conceitos estreitamente relacionados.

Ao explorar com a turma este item deixei claro que em Física quem realiza trabalho (**T**) é sempre uma força e que para termos trabalho é necessário a existência de uma força (**F**) e um deslocamento (**d**). Como energia é a capacidade de realizar trabalho explorei também a ideia de que o trabalho é energia que transita ou em trânsito.

Segundo Delizoicov e Angotti (1992), geralmente os educandos tendem a fazer uma relação confusa do conceito de trabalho no sentido social e produtivo e sentido físico. Embora haja semelhanças, existem também diferenças e isso busquei dialogar com a turma.

A expressão que nos permite calcular o trabalho é:

$$\mathbf{T} = Fd \quad \text{para o caso de uma força paralela ao deslocamento.}$$

T = letra por nome **T**al do alfabeto grego que utilizamos para representar a grandeza física trabalho.

Trabalho da força peso que é aquele trabalho realizado para baixar ou erguer um objeto vencendo a ação da força gravitacional.

$$T_p = mgh$$

Quando iniciamos o estudo dessa grandeza física, buscamos primeiramente resgatar a noção que os educandos tinham da mesma, muitos a associavam com esforço físico, havendo ou não deslocamento. Então, tive que partir desse conceito subsunçor que é na verdade de senso comum para estudar este tópico, mas, com diálogos e exemplificações gerais pude desenvolver o conceito de trabalho. Aqui nos apropriamos da teoria de Ausubel, ao dizer que quando o educando não possui conceitos subsunçores específicos para a aprendizagem significativa, e devemos recorrer à aprendizagem mecânica e esta servirá de conceitos subsunçores para os estudos seguintes além do que a aprendizagem significativa é um *continuum* da aprendizagem mecânica na visão ausubeliana.

Os conceitos de força, deslocamento, velocidade e aceleração, já estudados no bimestre anterior, foram facilitadores nesse momento, pois, proporcionaram aos educandos uma visão geral do tópico em estudo, com objetivo de fornecer uma lógica nos conceitos aqui estudados. Assim, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa foram fundamentais para a organização da sequência de estudo, facilitando uma melhor organização cognitiva no educando para sua aprendizagem.

5 Energia mecânica (Em)

Mostrei aos alunos que a energia mecânica é a soma de duas parcelas de energia uma chamada de cinética (**Ec**) que se manifesta quando um corpo apresenta

velocidade (**v**) e outra chamada de potencial gravitacional (**Ep**) que se manifesta quando um corpo está a certa altura (**h**) em relação certo nível de referência adotado. Mais uma vez me vali da aprendizagem mecânica, porém busquei associar exemplos cotidianos para exemplificar cada manifestação de energia tais como: um carro em movimento, um tijolo caindo do alto de uma casa e um avião voando tendo como referencial o solo.

$$Em = Ec + Ep \quad \text{onde} \quad Ec = mv^2/2 \quad \text{e} \quad Ep = mgh$$

Na oportunidade comentei sobre a energia que se manifesta em sistemas elásticos tais como em molas, e que é chamada de energia potencial elástica (Ee).

$$Ee = Kx^2/2$$

As equações apresentadas servem para quantificar as grandezas que já foram conceituadas. Desse modo, a aprendizagem mecânica que essas equações representam, amplia o conhecimento e portanto pode facilitar posteriores aprendizagens significativas tornando-se subsunçores.

6 Teorema da energia cinética (TEC)

Aqui discutimos com os alunos o trabalho realizado e a variação da energia cinética de um corpo em movimento que é representado pela energia cinética final menos a energia cinética inicial.

$$W = Ecf - Eci$$

Ao comentarmos sobre a energia cinética e o teorema da energia cinética, tornou-se necessário resgatar a noção que os educandos possuem de velocidade, massa, força e deslocamento; sendo agora essa noção os conceitos subsunçores

iniciais dos educandos. Como já havíamos trabalhado a definição geral de energia, estudar uma particularidade da mesma caracterizou o uso da diferenciação progressiva, assim como o estudo das diferentes formas de energia, ao ser revisitado pelo princípio da conservação da energia caracteriza a reconciliação integrativa.

Comentamos com a turma que ao mudarmos a posição vertical de um corpo, para cima ou para baixo, estamos alterando sua energia potencial. Desse modo, o aumento da energia potencial está associado à realização de trabalho e o sistema corpo-terra armazena essa energia na forma potencial. Quando uma força age ao longo de um deslocamento e acarreta variação de energia, dizemos que ela realizou trabalho caracterizando uma medida das transformações de energia.

Percebemos naturalmente conceitos buscando conceitos, se diferenciando e integralizando, para o favorecimento da aprendizagem significativa, o que evidencia a teoria de Ausubel.

Assim, ao se apropriar da teoria ausubeliana, deve-se partir, na aprendizagem escolar, das ideias mais inclusivas e mais gerais para ideias mais particulares que, progressivamente, se vão subordinando às primeiras.

7 Conservação da energia mecânica

Busquei nesse momento mostrar aos alunos que para um sistema mecânico ausente de forças externas como atritos e resistência do ar a energia mecânica como um todo se conserva, ou seja, permanece constante ao longo de todo o processo. Assim:

$$E_m (\text{antes}) = E_m (\text{depois})$$

Uma montanha russa constitui um bom exemplo da relação entre energia mecânica nas suas formas cinética e potencial. Na subida, armazenamento de energia

potencial em relação ao solo, ao longo da descida a energia cinética vai se tornando cada vez maior. Vemos manifestações de energia mecânica interagindo e relacionando em proporções inversas; uma aumenta e a outra diminui. Assim, a energia mecânica e sua conservação vão se interagindo do seguinte modo: energia cinética relacionada à velocidade, a potencial gravitacional relacionada à posição e a potencial elástica relacionada à deformação.

A conservação da energia mecânica possibilita utilizar novamente um conceito de Reconciliação integrativa a medida que os conceitos de energia cinética e potencial são vistos como aspectos de um mesmo conceito que é a energia mecânica. Similarmente, a conservação da energia serve ao mesmo propósito conforme discutiremos ao final desta subsecção. Porém, para possibilitar essa discussão passamos a expor como desenvolvemos os conceitos de outros tipos de energia.

8 Energia química

Sempre em diálogo mostrei à turma que a energia química é associada a uma reação química envolvendo recombinação de elementos e substâncias como as que ocorrem na bateria de um veículo ou na combustão da gasolina que explode no interior do motor acionando os pistões. O movimento destes é transmitido ao sistema mecânico do carro chegando à roda, fazendo com que o carro se movimente. Desse modo, a energia que estava acumulada no combustível, pelo princípio da conservação da energia, é transformada em energia de movimento ou cinética. Ela é útil e indispensável à vida humana, pois nos oferece calor e luz bem como está presente a reações internas que ocorrem em nosso corpo.

Ainda temos no cotidiano manifestações da energia química como as pilhas e baterias que produzem energia elétrica por reações químicas que ocorrem em seu interior.

As questões sobre poluição do meio ambiente, pelo uso da gasolina nos motores dos carros, foram levantadas devido à mesma possuir elementos químicos em sua composição que são altamente prejudiciais ao meio ambiente, enquanto que o álcool agride menos o ambiente.

9 Energia elétrica

Ao trabalhar esse tipo de energia com a turma, destaquei que essa energia talvez seja a mais presente em nossa vida cotidiana, embora os alunos não tenham conhecimento da maneira como ela age nos equipamentos. Normalmente a energia elétrica aciona os equipamentos e transforma-se em energia de movimento ou cinética.

Por ser de maior conhecimento regional dos alunos busquei exemplificar numa usina hidrelétrica a sequência que ocorre desde a produção até a utilização da energia elétrica em nossas residências. A sequência foi baseada no exemplo dado por GREF (2001, p. 131).

- 1- Armazenamento de água (represa) onde há energia potencial gravitacional.
- 2- Durante a queda da água esta energia se transforma em energia cinética de translação da água. Dessa energia, uma parcela se transforma em energia cinética de rotação na turbina e uma parte desta se transforma em energia elétrica no gerador.
- 3- Na fiação que vai que vai do gerador até os aparelhos eletrodomésticos, há uma transformação da energia elétrica em energia térmica e radiante.

4- Ao acionar um ventilador, a energia elétrica se transforma em energia cinética de rotação.

5- Ao acionar um rádio, a energia elétrica se transforma em energia sonora.

6- Ao acionar uma lâmpada, a energia elétrica se transforma em energia luminosa e térmica.

7- ao acionar um ferro elétrico, a energia elétrica se transforma em energia térmica.

Com esse exemplo, novamente busquei mostrar o princípio da conservação da energia em nossa vida.

No caso dos transportes, além dos veículos elétricos, utilizamos a energia elétrica para diversas utilidades como: acionamento de motor, acionamento de luzes em geral, buzina, som, entre outros.

10 Energia sonora

Aqui estudamos que a energia sonora é transportada por uma onda mecânica. Enfatizamos a representação de uma onda e seus elementos: comprimento de onda, amplitude e frequência e ainda lhes apresentamos a equação fundamental de uma onda que é representado pelo produto do comprimento de onda pela sua frequência.

Em nossos diálogos comentei que no interior de nosso sistema auditivo existe uma membrana chamada de tímpano que vibra de acordo com a intensidade do som, portanto se ficarmos expostos a sons muito fortes poderia ao longo do tempo acelerar o enfraquecimento dessa membrana e como resultado logo teríamos uma redução de nossa capacidade auditiva. Assim os meios de transportes também podem provocar prejuízo a nossa capacidade auditiva caso não usem dispositivos tecnológicos

próprios para redução desse barulho e vibração provocados quando em funcionamento e também quando não é realizada manutenção adequada nos meios de transporte.

Vale destacar que tive a preocupação de trabalhar com a turma apenas aspectos conceituais relacionados ao tema, sem formalismo matemático associado ao assunto estudado.

11 Energia térmica

Aqui enfatizamos o calor que é a energia térmica em trânsito que passa de um corpo para outro quando entre os mesmos existe uma diferença de temperatura.

Destaquei ainda que muitas vezes o aluno confunde o conceito de calor e temperatura. A partir do conceito de calor, que é energia em trânsito e o de temperatura que mede o nível de vibração molecular de um corpo, esclareci a diferença entre ambos para o perfeito entendimento e compreensão dos fenômenos cotidianos dos alunos.

Quanto ao calor gerado por um motor de um transporte em funcionamento, um carro, por exemplo, fiz uma leitura e um comentário do exemplo dado por GREF (2001, p. 23): no motor do carro, por exemplo, o combustível (álcool, gasolina), misturado com o ar, é injetado no interior do cilindro, onde, na presença de uma faísca, entra em processo de queima, que chamamos de combustão. Os gases liberados nessa queima estão em alta pressão e em alta temperatura e empurram o pistão, que acoplado a bielas e a um conjunto de engrenagens, promove a rotação das rodas. Os materiais das peças e da estrutura do motor devem ser resistentes à alta temperatura para que não venham a se fundir, danificando o motor. Para isso esses materiais

devem ser bons condutores de calor, de forma a dissipá-lo pelo sistema de refrigeração.

Assim, no caso do motor a explosão, a fusão das peças que o constituem é um processo que deve ser evitado, e o é a medida em que o processo de condução ocorre eficazmente, isto é, quando há troca de calor entre as peças do motor, que vão sendo aquecidas, e o ambiente.

Mais evidências da teoria de Ausubel no segundo momento pedagógico

Do exposto, evidenciamos a utilização de subsunçores, conceito básico da teoria de Ausubel, ao longo de todo o processo desenvolvido no segundo momento pedagógico de Delizoicov. Passamos a seguir a indicar mais detalhadamente a forma como se evidenciaram outros elementos da teoria como a Assimilação e os princípios da organização do conteúdo propostos por Ausubel: Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integrativa, Organização Sequencial e Consolidação.

A seleção e sequência do conteúdo foram feitas considerando as possibilidades de utilização dos referidos elementos da teoria ausubeliana. Dessa forma busquei favorecer a aprendizagem significativa, sem negar a necessidade de introduzir alguns conhecimentos por aprendizagem mecânica, como foi o caso das definições de trabalho mecânico, energia cinética e energia potencial gravitacional e elástica.

Assimilação

Há várias situações em que a Assimilação pode ocorrer ao longo do segundo momento pedagógico. Foco atenção em uma situação particular observada na seleção e definição da sequência do conteúdo visando favorecer a Assimilação. O conceito de energia foi identificado como subsunçor, no primeiro momento - problematização, porém com base no senso comum. Considerando esse conceito preexistente como subsunçor, representado por **A**, apresentei o conceito científico de energia como conhecimento novo, representado por **a**. Espera-se, de acordo com Ausubel, que haja interação do conceito científico de energia com o conhecimento prévio, ou seja, de **a** com **A**, de modo a compor um novo ente **a'A'** que represente o

que foi aprendido como novo conceito de energia. Este é o processo de Assimilação do conhecimento de energia. O símbolo ' significa que houve mudança tanto no conhecimento prévio **A** como no novo conhecimento **a** que passa a ser visto de modo particular pelo educando.

Posteriormente, o produto **a'A'** da Assimilação, que agora constitui o conceito de energia, diante de uma nova situação de aprendizagem, por exemplo do conceito de energia sonora, passa a ser subsumido em outro processo de Assimilação.

Sendo a Assimilação um processo presente em toda situação de aprendizagem significativa, ela permeia os princípios de organização de um conteúdo enunciados por Ausubel e apresentados a seguir.

Diferenciação Progressiva

Iniciando o segundo momento pedagógico de Delizoicov - Organização do Conhecimento - pelo conceito físico de energia busquei partir do conceito mais amplo para depois particularizar os tipos de energia como situações mais específicas. Essa estratégia é reconhecida na teoria de Ausubel como Diferenciação Progressiva.

Neste caso, formalizado o conceito físico de energia, ocorrem sucessivas diferenciações que levam aos conceitos de energia mecânica, sonora, térmica elétrica e química, que foram os tipos abordados nesta experiência de ensino.

Reconciliação Integrativa

A aprendizagem do Teorema da Energia Cinética ilustra este princípio de organização de conteúdo proposto por Ausubel. O conceito de trabalho é mobilizado para exprimir sua relação com a variação da energia cinética. Assim, conceitos que já possuíam certa interligação aparecem fortemente vinculados, inclusive com representação matemática, conferindo uma concepção mais integrada.

Outra situação em que se verifica a Reconciliação Integrativa é no terceiro tópico do segundo momento pedagógico que se refere à conservação da energia. Após a Diferenciação Progressiva aplicada na aprendizagem dos tipos de energia (tópico 2), a transformação de um tipo em outro, sem perda, remete à ideia de que os tipos de energia são apenas formas diferentes de manifestação de uma mesma entidade, a energia. Assim os conceitos dos diversos tipos de energia se reconciliam integrados a um só conceito.

Organização Sequencial

Desde o primeiro conceito apresentado, houve a preocupação em sequenciar o conteúdo a partir de subsunçores claramente estabelecidos. Utilizando o conceito de energia do senso comum apresentamos o conceito físico de energia. Em seguida, por diferenciação progressiva, vieram os tipos de energia. Depois, por reconciliação Integrativa construiu-se a conservação da energia. Conforme previsto na teoria de Ausubel, lancei mão da aprendizagem mecânica para conceituar e definir trabalho mecânico, que mais adiante, no teorema da energia cinética liga-se formalmente ao conceito de energia novamente. Assim, a organização sequencial apoiou-se claramente nos elementos da aprendizagem significativa.

Note-se que a sequência de conteúdos que programei difere pouco da sequência utilizada em livros didáticos, o que significa que, mesmo intuitivamente, a sequenciação de conteúdos usualmente praticada incorpora a noção de pré-requisitos. A diferença surge pela intencionalidade de considerar o subsunçor como elemento da estrutura cognitiva do educando quando tratamos de aprendizagem significativa.

Consolidação

Antes de cada novo conceito apresentado nesta etapa, houve a preocupação de verificar os subsunçores e consolidá-los para garantir que seriam capazes de ancorar o novo conhecimento. Esse procedimento foi feito por meio de diálogo com os educandos, sem que eu identificasse qualquer dificuldade para avançar no processo de aprendizagem.

3º momento: Aplicação do conhecimento

A utilização desse 3º momento pedagógico de Delizoicov et al. (2009), que é a aplicação do conhecimento, destina-se principalmente a observar se os conhecimentos discutidos com os educandos estão sendo incorporados à sua estrutura cognitiva para analisar e discutir tanto as situações iniciais abordadas na problematização inicial, quanto em outros questionamentos que não estejam ligados

diretamente àquelas situações, mas que podem ser perfeitamente explicadas pelo mesmo conhecimento.

O objetivo é que o educando perceba que o conhecimento que ele tem de sua experiência de vida sobre o tema é relacionável com o conhecimento científico estudado, daí ele se sinta capaz e motivado para se relacionar com os aparatos tecnológicos em seu cotidiano.

Como estratégia do terceiro momento pedagógico, apliquei dois questionários, o primeiro questionário foi usado na problematização inicial (Apêndice F), para observar se as respostas dadas pelos educandos estavam ancoradas em conhecimentos científicos já trabalhados com eles. O segundo com outras situações de Física, com o intuito de analisar se o conhecimento que eles se apropriaram estava lhes possibilitando resolver e analisar novas situações propostas relativas ao conteúdo trabalhado.

Como no primeiro momento, eu também, neste terceiro, fomentei uma discussão com a turma, objetivando identificar se os educandos haviam se apropriado dos conhecimentos científicos, a partir do que cada um possuía de conhecimentos prévios, e não apenas a padronização dos questionários.

Em minhas percepções iniciais verifiquei um pequeno avanço relativo às respostas apresentadas quanto à primeira aplicação.

Porém, em uma roda de conversa com os educandos, percebi que possuíam sim, nesse momento, um conhecimento mais científico que foi trabalhado no segundo momento, contudo apresentavam dificuldade de transcrever o raciocínio para o papel.

Os educandos estavam buscando por meio de suas respostas relacionar os seus conhecimentos cotidianos ao conhecimento científico que agora eles estão se

apropriando, evidente que muitas respostas precisavam de uma melhor fundamentação matemática e científica, no entanto isso é aceitável para o nível de conhecimento da turma. Notamos em algumas respostas situações tais como: “a bateria armazena energia química ela faz um motor funcionar por meio da energia elétrica e o calor produz energia térmica e movimento”.

Foi então nesse momento da ação pedagógica, que percebi também, a presença da consolidação no momento de aplicação do conhecimento, pois, ao retornarmos à problematização inicial, para resolvermos as pendências deixadas por falta de conhecimentos científicos dos educandos, sabíamos que somente se os mesmos tivessem se apropriado dos conceitos subsunçores desenvolvidos durante o processo de trabalho dos conceitos e conteúdos é que conseguiriam responder com propriedade as perguntas do questionário como também responderem a situações apresentadas em outro questionário proposto como estratégia para esse momento pedagógico .

Contudo, percebi que novamente os educandos apresentaram alguma dificuldade em se expressar de maneira escrita, embora isto seja uma característica do processo educacional geral, somente quando novamente dialoguei as situações do questionário é que percebi respostas mais científicas.

Como a avaliação do aprendizado do educando deve ser feita de maneira crítica e não por meio de um só instrumento avaliativo, entendo que o princípio consolidação da aprendizagem significativa está contemplada no terceiro momento pedagógico de Delizoicov et al. (2009), pois, ao se utilizar a máxima de que para avançar no conteúdo é necessário ao educando está dominando a parte já trabalhada

se mostrou facilitadora a aprendizagem significativa e isso foi percebido nas discussões relativas a esse momento pedagógico.

Percebemos que a utilização dos princípios da aprendizagem significativa requer uma preocupação com a diversidade dos educandos, assim, é fundamental nos determos de como os mesmos aprendem. Durante as atividades de sala de aula buscamos utilizar os princípios da aprendizagem significativa como elementos norteadores a utilização da estratégia temática. Entendemos que a utilização dos três momentos pedagógicos de Delizoicov et al. (2009) foram bem contemplados com a aprendizagem significativa, pois revelaram importantes interseções à facilitação da aprendizagem.

Concordo com Zabala (2008), que buscar competência em seu ofício é característica de qualquer bom profissional, desse modo, buscar um modelo que se oponha ao educador aplicador de fórmulas precisa ser um desafio constante no processo educacional. Essa reflexão tem de acontecer a cada dia na vida de um atual educador, principalmente em nossos tempos em que a escola tem uma preocupação com a formação integral dos educandos.

Os diálogos em sala de aula com os educandos se tornaram uma ferramenta muito importante para análise desse trabalho, pois fomentaram importantes discussões que foram fundamentais para a criação de elementos subsunçores na estrutura cognitiva dos mesmos, possibilitando a sequência dos conteúdos que precisavam ser trabalhados.

Quanto aos questionários mesmo não sendo respondidos ao nível esperado serviram sim de referência as conclusões dessa dissertação, haja vista a dificuldade

que muitos têm de ser expressar satisfatoriamente, o que não caracteriza como particularidade somente de educandos da EJA.

Entendo que os procedimentos metodológicos foram bem desenvolvidos nos trabalhos de sala de aula, no entanto, as conclusões ora apresentadas não trazem verdades engessadas e sim possibilidades de novos olhares investigativos sobre o tema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada confirmou a premissa de que os fundamentos ausubelianos podem ser aplicados à programação de aulas com temas.

Nos três momentos pedagógicos de Delizoicov et al. (2009) foram mostradas as influências dos conceitos subsunçores para cada momento juntamente com as características norteadoras do ensino por meio de temas na proposta adotada.

Apresentei alguns caminhos didático-pedagógicos adotados por mim para facilitar o processo de aprendizado na tentativa de associar o conteúdo do tema transporte às peculiaridades ausubelianas e às temáticas de Delizoicov et al. Entendo que a apresentação desses caminhos pode facilitar o trabalho docente e dar-lhe consistência teórica, podendo portanto ser tomado como sugestão por outros professores.

Esperando apresentar um trabalho à comunidade escolar com o intuito de contribuir, como mencionado desde início dessa dissertação, para a facilitação do processo de ensino-aprendizagem para que possa se tornar mais significativo e atraente ao educando fornecendo-lhe a capacidade de analisar, contribuir e se manifestar de maneira crítica na sociedade em que vive exercendo dignamente sua cidadania.

Para os educadores, uma de suas maiores dificuldades está no fato de estabelecer na organização do conteúdo uma maneira sequencialmente significativa na preparação de um assunto a ser trabalhado. E na visão de Ausubel, isso é um problema sério a ser vencido, pois, os trabalhos de sala de aula podem ser comprometidos se não houver preocupação por parte do educador da facilitação à passagem dos conceitos dos conteúdos para a estrutura cognitiva do educando.

Como estratégia para facilitação da aprendizagem, utilizo a máxima de que a aprendizagem parte “daquilo que o educando já sabe”. Considero este o fator isolado mais importante no processo de aprendizagem que deve estar presente em todos os princípios instrucionais.

Nesta dissertação, a relação entre a aprendizagem significativa e as aulas com temas mostrou-se como uma ferramenta adequada de ensino-aprendizagem, pois, despertou a vontade dos educandos em aprender os conteúdos de Física a serem estudados já que a atenção aos subsunçores, presente em todo o processo, dá mais significado ao conteúdo aprendido. Por outro lado, enquanto educador, além encontrar maior fundamentação teórica para minha ação docente, recorri às experiências de vida dos educandos como ponto de partida do processo de ensino-aprendizagem, o que valorizou e deu significado mais consistente ao ato de ensinar.

Os educandos nos diálogos finais, expressaram que conseguiram aprender melhor por esta maneira que utilizei para trabalhar o conteúdo desse bimestre, com referência ao anterior, que foi de maneira convencional.

O questionário aplicado durante o primeiro momento pedagógico serviu apenas como base para tirar as primeiras impressões sobre os conhecimentos prévios ou subsunçores dos educandos. Já os questionários do terceiro momento foram aplicados com objetivo de avaliar um avanço tanto em subsunçores como em conhecimentos científico. Embora os relatos nos questionários indiquem avanços conceituais que não diferem muito dos obtidos com estratégias convencionais de ensino, o nível de envolvimento dos educando com o processo de aprendizagem e interação com o professor aumentou significativamente. Posso fazer tal inferência baseado na experiência que tive com a mesma turma antes e depois do desenvolvimento da experiência pedagógica pesquisada.

Como elemento teórico sustentador ao bom entendimento desta pesquisa, usou-se a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. O pilar central desta teoria se fundamenta no fato de que quando o educador tenta descobrir o que o educando traz em sua estrutura cognitiva, esses resultados tornam-se elementos potencialmente norteadores à facilitação da aprendizagem significativa.

Outro elemento teórico sustentador do bom entendimento da pesquisa, foi a proposta de ensino por meio de temas com a utilização dos três momentos pedagógicos de Delizoicov et al., aonde o primeiro momento se fundamenta no ensino com base em diálogos iniciais com a turma sendo estes não necessariamente na esfera científica, o segundo momento vem com fundamentação teórico-científica e o terceiro momento com a aplicação prática dos fundamentos teórico-científicos.

As aulas com temas demonstram que o educando se esforça para aprender quando se sente motivado principalmente na aplicação do novo conhecimento a seu universo de vida.

Assim, entendo que levar em consideração os princípios sugeridos por Ausubel na programação de um conteúdo de uma aula que são: a Diferenciação Progressiva, a Reconciliação Integrativa, a Organização Sequencial e a Consolidação, mostra-se eficiente na aprendizagem dos educandos. Uma vez seguindo essa estratégia, o conhecimento é trabalhado e construído no cognitivo do educando de maneira lógica e significativa, permitindo a ele fazer uma estruturação em suas ideias com relação ao estudo desenvolvido. A análise feita ao final da apresentação do segundo momento pedagógico no corpo desta dissertação indica que os fundamentos da teoria de Ausubel estiveram presentes com muita clareza na abordagem temática utilizada, particularmente na programação da sequência de conteúdos.

A utilização do tema transporte, por ser comum no cotidiano dos educandos, foi benéfico devido ao tema lhes oferecer muitas relações e vivências; o que facilitou o desenvolvimento dos conteúdos científicos.

A aplicação do experimento com uma turma da EJA foi altamente desafiadora pelas características e objetivos que esses educandos possuem. No entanto, as aulas temáticas têm como uma de suas funções resgatar os aspectos sociais e culturais dos educandos e nessa relação com a teoria ausubeliana, o meu papel de articulador do conhecimento se tornou mais suave.

Esta estratégia de ensino-aprendizagem estimulou o entusiasmo e maior aceitação da disciplina Física por parte dos educandos, o que refletiu em facilitação da aprendizagem significativa. Isso foi percebido em diálogos com a turma, pois, os educandos compararam favoravelmente com o modo como foi ensinado no bimestre anterior.

As percepções que tive nesse trabalho me levam a um encorajamento e motivação para investir em mudanças nas minhas práticas de ensino onde as tradicionais não mais me satisfazem e muito menos os anseios e desejos da sociedade brasileira.

As abordagens temáticas e a teoria ausubeliana podem contribuir positivamente para um ensino mais significativo, principalmente na formação de cidadãos autônomos com uma postura mais crítica.

Se entendermos que não podemos mudar a forma de se ensinar Ciências e Matemática por paradigmas impostos historicamente, pelo menos podemos ajudar os nossos colegas a refletirem em novas estratégias metodológicas, possibilitando uma aprendizagem mais autônoma e significativa de caráter emancipatório, rumo à quebra de um paradigma que nos acompanha por muito tempo

Certamente não posso afirmar que as aulas por meio de temas e a teoria de David Ausubel são as salvadoras do processo educacional do Brasil, mas posso dizer, pela vivência que tive com elas, que tanto a teoria da Aprendizagem Significativa quanto a proposta temática de Delizoicov et al., podem em muito contribuir para a melhoria do processo ensino-aprendizagem, assim como na formação de futuros professores, tornando o processo educacional mais humano e significativo.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; E HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda., 1980.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**; ensino médio: Brasília, 2002.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB)**. Lei 9394/96. Brasília, 1996.

BRITO, L. P. Ensino de física através de temas: uma experiência de ensino na formação de professores de ciências. In: CONGRESSO NORTE/ NORDESTE DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, 7. Belém, 2004. **Anais...** Belém, 2004.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D. et al. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GATTI, Bernadete Angelina. **Campo focal na pesquisa em Ciências Sociais e Humanas**. Brasília: Líber livro, 2005.

GIL, Antônio Carlos. **Método e técnica de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 1; mecânica**. São Paulo: Edusp, 2001.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J; CARRON, W et al. **Física 1; mecânica**. São Paulo: Ática, 2014.

MARTINS, R. L. C. **A utilização de mapas conceituais no estudo de Física no ensino médio**: uma proposta de implementação. 2006. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor, 2008.

MELO, M. C. H. de; CRUZ, G. de C. **Uma proposta metodológica para construção de um espaço de diálogos no ensino médio**. São Paulo: Atlas, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizaje significativo**: teoria y práctica. Madrid: Visor Fotocompsición S. A., 2000.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Mapas conceituais, instrumentos didáticos, de avaliação e de análise de currículo**. São Paulo: Moraes, 1987.

MONTANARI, V. **Energia nossa de cada dia**. São Paulo: Moderna, 2003.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2003.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Metodologia de pesquisa**. Curitiba: IESDE, 2005.

SANTOS, M. E. V. M. **Desafios pedagógicos para o século XXI**. Lisboa, Portugal: Livros Horizonte, 1999.

ZABALA, Antônio. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Cortez, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Os alunos do 1º EJA–C, turno da noite, da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Renascer se comprometem a participar por livre vontade da pesquisa do professor Rui Guilherme dos Santos Monteiro, por um período de um bimestre, sendo cientes que o intuito da participação dos mesmos na pesquisa está relacionado à facilitação de seus aprendizados na disciplina Física e colaboração na construção pesquisa do professor relativo ao seu mestrado em educação em ciências na Universidade Federal do Pará. Fomos informados pelo professor que os nossos dados não seriam divulgados a ponto de ser possível minha identificação pessoal e que a qualquer momento a meu desejo poderei me retirar da pesquisa sem nenhuma penalidade ou ônus. A pesquisa tem como objetivo a análise de uma nova proposta de ensino com foco na aprendizagem significativa e nas aulas com temas.

Diante do exposto, damos nosso consentimento por expresso em participar da pesquisa.

Em: ____ de _____ de _____

1. Nome _____

RG: _____ Ass.: _____

2. Nome _____

RG: _____ Ass.: _____

3. Nome _____

RG: _____ Ass.: _____

APÊNDICE B

OBJETIVOS BÁSICOS DE CADA PERGUNTA DO QUESTIONARIO USADO NA PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

1ª) Quais tipos de energia você percebe no tema transporte?

A intenção dessa pergunta é perceber nas respostas dos educandos a energia envolvida nos meios de transporte em suas diversas manifestações e quais manifestações energéticas eles têm percepção em seus cotidianos.

2ª) Quando a bateria descarrega tem que empurrar um carro, que energia vem da bateria para funcionamento de um motor?

Aqui o objetivo era despertar a curiosidade dos educandos com uma situação muito comum em seus cotidianos e que provavelmente já tenham participado da mesma sem, no entanto, compreenderem com exatidão o que na verdade ocorria do ponto de vista científico. Desse modo, espera-se que após o tratamento conceitual sobre energia e suas diversas manifestações, o educando possa relacionar o fato apresentado com o conhecimento científico trabalhado.

3ª) De que maneira o barulho produzido por um meio de transporte pode prejudicar nosso sistema auditivo?

Embora a pergunta leve a sugerir uma interpretação fisiológica, a ideia aqui era perceber nos educandos a noção de energia na manifestação sonora, pois os meios de transporte normalmente apresentam uma grande quantidade de energia nessa

forma, e após o tratamento teórico, os educandos possam melhor interpretar e avaliar essa forma de manifestação de energia.

4ª) Por que a água em movimento pode fazer girar uma turbina?

O foco nessa pergunta era avaliar a noção que os educandos têm sobre o efeito e a consequência de certa quantidade de água em movimento. No processo de sua vida eles já se depararam com situações desse modo, seja por jornais, televisão, vídeos, fotografias ou quem sabe de diversos comentários que a água cai de certa altura e aproveita-se essa queda para produção de energia elétrica para abastecer as residências. Assim, a ideia é despertar o desejo no educando de se apropriar do conhecimento com o intuito de entender melhor a situação proposta.

5ª) No caso dos motores *flex*, o que seria melhor usar o álcool ou gasolina nos aspectos econômicos e ambientais?

A situação proposta visa verificar o conhecimento que o educando traz sobre a situação para que após o tratamento teórico científico ser trabalhado o mesmo possa se posicionar com propriedade, avaliando melhor os aspectos apresentados.

6ª) Qual o motivo da geração de calor quando um motor está funcionando?

Essa é uma situação muito comum para os educandos e com certeza a maioria deles não sabe se posicionar cientificamente. Aqui após o tratamento científico esperamos que os mesmos possam relacionar a interação da energia mecânica com a térmica (calor), para ocorrência do fato relatado.

7ª) Máquinas em geral realizam trabalho?

Espera-se com essa pergunta, observar nos educandos a ideia sobre máquinas em geral e seus efeitos quando as mesmas estão em funcionamento e o que levou essas máquinas a se movimentarem. Essa noção sobre o funcionamento dessas máquinas seria mais bem fundamentado e compreendido após o tratamento teórico realizado em sala de aula sobre os tópicos energia e trabalho realizador por uma força.

APÊNDICE C**QUESTIONÁRIO REFERENTE À PESQUISA: DATA: __/__/__ IDADE:_____**

1ª) Quais os tipos de energia que você percebe no tema transporte?

2ª) Quando a bateria descarrega e tem que empurrar um carro, que energia vem da bateria para funcionamento de um carro?

3ª) De que maneira o barulho produzido por um meio de transporte pode prejudicar nosso sistema auditivo?

4ª) Por que a água em movimento pode fazer girar uma turbina?

5ª) No caso dos motores *flex*, o que seria melhor usar o álcool ou a gasolina nos aspectos econômicos e ambientais?

6ª) Qual o motivo da geração de calor quando um motor está funcionando?

7ª) As máquinas em geral realizam trabalho?

APÊNDICE D**QUESTIONÁRIO REFERENTE À PESQUISA: DATA: __/__/__ IDADE:_____**

1ª) É conceitualmente correto falarmos: “eu estou com calor”? Comente

2ª) Você vai ao mercado e pede ao açougueiro. “Me pese 2kg de carne”. Comente essa afirmação com base nos seus conceitos de Física.

3ª) Um homem no Ver-o-Peso que carrega uma caixa de peixe em sua cabeça está realizando trabalho? Explique.

4ª) Considere a situação em que, um atleta de halterofilismo não consegue levantar o haltere. Diga se houve ou não realização de trabalho? O que acontece com a energia utilizada pelo mesmo?

5ª) Um bloco de ferro de massa 490 kg cai de uma altura de 5m, tomando-se como nível de referência à estaca, atinge em cheio uma estaca. Qual a energia potencial gravitacional do bloco antes de cair ($g = 10\text{m/s}^2$) e que energia cinética tinha o bloco ao atingir a estaca?

6ª) A roda d'água é uma das formas mais antigas de aproveitamento energético das quedas d'água. É possível encontrar em sítios e fazendas, bombas, serras, furadeiras, geradores elétricos entre outros, sendo acionados direta ou indiretamente por rodas d'água que aproveitam a queda d'água de pequenas cachoeiras e riachos. Quais as transformações de energia envolvidas no funcionamento da roda d'água?

APÊNDICE E

QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL COM AS RESPOSTAS QUE MAIS SE REPETIRAM ENTRE OS EDUCANDOS

Primeira pergunta: Quais os tipos de energia que você percebe no tema transporte?

“Energia elétrica

“Energia sonora”

“Energia solar”

“Energia de velocidade”

“Energia de calor”

“Energia mecânica”

“Energia química”

“Energia que vem do combustível”

Segunda pergunta: Quando a bateria descarrega e tem que empurrar um carro, que energia vem da bateria para funcionamento de um motor?

“Vem da energia elétrica.”

“Energia química que se transforma em elétrica.”

“Tem que sempre carregar a bateria pra o motor funcionar.”

“É necessário que tenha eletricidade para o motor funcionar.”

“Porque a bateria está sem energia para o circuito para funcionar o motor.”

“A bateria armazena energia química e ela faz um motor de carro funcionar por meio da energia elétrica.”

Terceira pergunta: De que maneira o barulho produzido por um meio de transporte pode prejudicar nosso sistema auditivo?

“Pode prejudicar os tímpanos e pode até nos deixar surdos por isso temos de saber o máximo de som que nossos ouvidos podem suportar,”

“A medida que você vai andando de ônibus o barulho prejudica como dor de cabeça etc.,”

“A agressão aos tímpanos produzidos pelos barulhos sonoros como buzinas, e molas e o barulho ao longo do tempo causa surdez,”

“O nosso sistema auditivo é muito sensível, então barulhos altos demais podem prejudicar nosso sistema auditivo,”

“O barulho do transporte afeta muito o nosso sistema auditivo, às vezes estamos lendo livros e tem bar tocando músicas altíssima e não conseguimos nos concentrar.”

Quarta pergunta: Por que a água em movimento pode fazer girar uma turbina?

“A força do movimento da água faz a turbina girar,”

“Porque a velocidade fornece uma energia,”

“Porque o motor esquenta vai e poder girar a turbina,”

“Pode fazer um tipo de movimento como translação e rotação”,

“Porque produz energia eólica de um movimento pode produzir energia elétrica,”

“Devido à força, por causa da força da água,”

“O movimento da turbina funciona através da força da água que faz girar e produzir energia,”

“Porque a água em geral tem uma energia própria a correnteza o vento com tudo isso faz girar uma turbina,”

“Porque está em movimento contínuo e forma a força que faz girar a turbina,”

“Porque a água tem uma força resultante capaz de girar qualquer coisa.”

Pergunta de número cinco: No caso dos motores *flex*, o que seria melhor usar o álcool ou a gasolina nos aspectos econômicos e ambientais?

“O álcool,”

“O álcool porque a gasolina tem um vapor ruim que atrapalha o ar,”

“A gasolina é bem melhor que o álcool porque o álcool agride mais o meio ambiente também é muito barato e isso já que dizer que não presta,”

“A gasolina é melhor para o custo mais para o ambiente é melhor o álcool,”

“O álcool creio que os dois agridem, mas o álcool causa menos danos ao meio ambiente,”

“O álcool agride menos o meio ambiente,”

“Acho que o álcool seria mais econômico mais com certeza faria mais mal para o meio ambiente,”

“Os dois combustíveis afetam muito a natureza a gasolina polui mais enquanto o álcool menos,”

“No aspecto econômico certo é usar o álcool pelo fato de ser mais barato do que a gasolina o uso da gasolina faz com que prejudique o meio ambiente,”

“O álcool é mais econômico pelo preço baixo e politicamente correto é menos prejudicial ao meio ambiente, porém tem que abastecer mais,”

“No caso seria melhor usar o álcool, porque ele não prejudica o meio ambiente e sim a gasolina além de ter muitas misturas,”

Pergunta número seis: Qual o motivo da geração de calor enquanto um motor está funcionando?

“A queima do combustível do motor faz calor,”

“A energia do álcool e gasolina pode se tornar calor,”

“Porque ele vai se gastando muito aí esquenta mais eu não faço ideia de qual energia há nesse funcionamento”

“Calor, ele causa vaporização,”

“Creio que produza energia térmica,”

“Movimento, por causa da energia mecânica que acaba se transformando em energia térmica,”

“Por causa que a energia está trabalhando em funcionamento do motor e o combustível”,

“A energia elétrica faz com que um carro funcione então se o carro andar bastante vários km faz com que esquente,”

“Está se movimentando e fazendo só um movimento repetitivo e o motor fica em atrito e esquenta,”

“O motivo é a energia que está acontecendo por estar ligado o carro a bateria está passando energia e aí está calor”

Pergunta de número sete: Máquinas em geral realizam trabalho?

“Sim, porque uma geladeira funcionando transforma água em gelo,”

“Sim, em empresas de bebidas”,

“Sim, o motor de um carro faz um trabalho para poder fazer o carro anda,”

“Sim, máquinas de lavar e impressoras,”

“Máquinas e o trabalhador para fazê-las funcionar,”

“Sim, elas são bem úteis,”

“Todos os tipos de máquinas realizam trabalho que faz energia,”

“Sim, motor de um carro realiza o trabalho de movimentar um carro,”

“Sim, pois estão se movimentando constantemente,”

APÊNDICE F

QUESTIONÁRIO UTILIZADO NO TERCEIRO MOMENTO COM AS RESPOSTAS QUE MAIS SE REPETIRAM ENTRE OS ALUNOS

Na primeira pergunta referente a: Quais os tipos de energia que você percebe no tema transporte?

“Energia de som”

“Energia elétrica”

“Energia de velocidade”

“Energia de calor”

“Energia mecânica”

“Energia química”

“Energia térmica”

“Energia através do combustível que gera energia e o transporte podem fazer o movimento”

“Energia solar”

Na segunda pergunta referente a: Quando a bateria descarrega e tem que empurrar um carro, que energia vem da bateria para funcionamento de um motor?

“Energia química que se transforma em elétrica,”

“Tem que sempre carregar a bateria pro motor funcionar,”

“Elétrica para o motor funcionar, é necessário que tenha eletricidade para o motor funcionar,”

“Energia elétrica porque a bateria está sem energia para o circuito para o motor funcionar,”

“A bateria armazena energia química e ela faz um motor funcionar por meio da energia elétrica.”

A terceira pergunta refere-se a: De que maneira o barulho produzido por um meio de transporte pode prejudicar nosso sistema auditivo?

Para essa pergunta a maioria respondeu da seguinte maneira:

“Pode prejudicar os tímpanos e até ficarmos surdos,”

“Pode deixar a pessoa até surda ou com problemas e também a gente tem que saber até o máximo de som que nossos ouvidos podem suportar,”

“Na medida em que você vai andando de ônibus o barulho ele prejudica como dor de cabeça,”

“Agressão aos tímpanos produzidos pelos barulhos sonoros como buzina e motos,”

“O barulho ao longo do tempo causa surdez,”

“Nosso sistema auditivo é muito sensível então barulhos de mais podem prejudicar nosso sistema auditivo,”

“Barulho dos transportes afeta muito o nosso sistema auditivo que leva a sérios problemas.”

A quarta pergunta foi: Por que a água em movimento pode fazer girar uma turbina?

“Porque a velocidade fornece uma energia,”

“A força do movimento da água faz a turbina girar,”

“Pode fazer um tipo de movimento como translação e rotação,”

“De um movimento pode produzir energia elétrica,”

“Devido à força da água,”

“O movimento da turbina funciona através da força da água que faz ela girar e produzir energia,”

“Porque a água em geral tem uma energia própria a correnteza com tudo isso faz girar uma turbina,”

“Porque está em movimento contínuo e forma a força que faz girar a turbina,”

“Porque a água tem uma força resultante capaz de gerar qualquer coisa.”

A pergunta de número cinco foi a seguinte: No caso dos motores flex., o que seria melhor usar o álcool ou a gasolina nos aspectos econômicos e ambientais?

“O álcool porque a gasolina tem um vapor ruim que atrapalha o ar,”

“A gasolina é bem melhor que o álcool porque o álcool agride mais o meio ambiente e também é muito barato e isso já quer dizer que não presta,”

“A gasolina é melhor para o custo mais para o meio ambiente é melhor o álcool,”

“Creio que os dois agridem, mas o álcool causa menos danos ao meio ambiente,”

“O álcool agride menos o meio ambiente, os dois combustíveis afeta muito a natureza a gasolina polui mais enquanto o álcool menos,”

“No aspecto econômico o certo é usar o álcool pelo fato de ser mais barato do que a gasolina com o uso da gasolina faz com que prejudique o meio ambiente,”

“O álcool é mais econômico pelo preço baixo e politicamente correto pois é menos prejudicial ao meio ambiente porem tem que abastecer mais vezes,”

“No caso seria melhor usar o álcool porque ele não prejudica o meio ambiente e sim a gasolina além de ter várias misturas.”

Para a pergunta número seis foi feito o seguinte questionamento: Qual o motivo da geração de calor enquanto um motor está funcionando?

“A energia do álcool e gasolina pode ser tornar calor,”

“A queima do combustível do motor faz calor,”

“Calor ele causa vaporização,”

“Creio que produza energia térmica, o movimento”,

“Por causa da energia mecânica que acaba se transformando em energia térmica,”

“Porque a energia está trabalhando em funcionamento do motor e o combustível,”

“A energia elétrica faz com que um carro funcione; então se o carro andar bastante vários quilômetros faz com que o motor esquente”,

“Pois está se movimentando e fazendo só um movimento repetitivo e o motor fica em atrito e esquenta,”

“O motivo é a energia que está acontecendo, pois está ligado o carro a bateria está passando energia e ai está calor.”

A pergunta de número sete foi: As máquinas em geral realizam trabalho?

“Sim, porque uma geladeira irá funcionar transformando água em gelo,”

“Sim, em empresas de fábricas de gelo e lava jato,”

“Sim, o motor de um carro ele faz um trabalho para poder fazer o carro andar,”

“Todos os tipos de máquinas realizam trabalho que faz energia,”

“Motos e carro realizam um trabalho para se movimentarem.”

“Sim, pois estão se movimentando constantemente.”

APÊNDICE G

SEGUNDO QUESTIONÁRIO APLICADO NO TERCEIRO MOMENTO COM AS RESPOSTAS QUE MAIS SE REPETIRAM ENTRE OS ALUNOS

Primeira pergunta: É conceitualmente correto falarmos: “eu estou com calor”?

Comente.

“É correto afirmar que a pessoa está recebendo do calor da natureza ambos na troca de calor,”

“Não, porque o correto é falarmos que recebemos energia do ambiente,”

“Talvez, pois o que gera a o calor é a energia térmica,”

“Não, pois calor é manifestado e não acumulado,”

“Calor é energia que passa de um corpo para outro quando entre os mesmos existe uma diferença de temperatura,”

“Sim, porque o calor passa de um corpo para outro quando entre os mesmos existe uma diferença de temperatura.”

Segunda pergunta: Você vai ao mercado e pede ao açougueiro: “me pese 2kg de carne”. Comente essa afirmação com base nos seus conceitos de Física.

“O correto é dizer me pese 2N de carne,”

“Quando você vai se pesar o correto é você dizer que o seu peso é 2N,”

“Está errado, pois pra peso é me pese 2N de carne mais é correto no contexto me mede a massa de 2kg,”

“Massa é igual a quantidade de matéria que um corpo possui,”

“Não, porque estamos falando errado como que o açougueiro vai pesar o peso.”

Terceira pergunta: um homem no Ver-o-Peso que carrega uma caixa de peixe em sua cabeça está realizando trabalho? Explique

“Porque o homem está fazendo um ângulo de 90° e para a Física o homem não está trabalhando,”

“Não porque ele está fazendo a ação em um ângulo de 90° e o cosseno de 90° é 0,”

“É que o homem com a caixa na cabeça está em um ângulo de 90° em relação ao solo então não está fazendo força e não está realizando trabalho,”

“Ele está realizando um trabalho, mas para lei da Física ele não está realizando esse trabalho.”

Quarta pergunta: considere a situação em que um atleta de halterofilismo não consegue levantar o haltere. Diga se houve ou não realização de trabalho. O que acontece com a energia utilizada pelo mesmo?

“Acontece que o atleta está fazendo um ângulo de 90° ,”

“Ocasionalmente uma energia térmica e ele realiza uma força,”

“Não houve trabalho, ele utilizou energia térmica,”

“Quando está agachado houve realização de trabalho,”

“Sim, mesmo que ele não consiga levantar o peso, ele realizou o trabalho,”

“Sim, acontece o trabalho.”

Quinta pergunta: um bloco de ferro de massa 490kg cai de uma altura de 5m, tomando-se como nível de referência a estaca, atinge em cheio a mesma. Qual a energia potencial gravitacional do bloco antes de cair ($g= 10\text{m/s}^2$) e que energia cinética tinha o bloco ao atingir a estaca?

“ $W = m.g.h = 490.10.5 = 24500 \text{ J}$,”

“ E_c (energia cinética) = E_p (energia potencial),”

“Energia potencial = energia cinética, $E_p = E_c$.”

Sexta pergunta: a roda d'água é uma das formas mais antigas de aproveitamento energético das quedas d'água. É possível encontrar em sítios e fazendas, bombas, serras, furadeiras, geradores elétricos entre outros, sendo acionados direta ou indiretamente por rodas d'água que aproveitam a queda d'água de pequenas cachoeiras e riachos. Quais são as transformações de energia envolvidas no funcionamento da roda d'água?

“Acontece que a água cai e a turbina gira e isso gera energia chamada de energia cinética e passa à elétrica,”

“Energia cinética e energia elétrica,”

“Energia potencial,”

“Energia cinética e energia mecânica,”

“Energia potencial gravitacional antes de cair e ao cair energia cinética.”

APÊNDICE H

ÍTEGRA DA ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

1-O que é energia?

Para apresentar o conceito de energia à turma, trabalhei com um texto extraído do paradidático “Energia nossa de cada dia” (MONTANARI, 2003), mais especificamente o texto “Consumindo energia”, cuja íntegra se encontra em anexo nesse trabalho. Nesse texto, o autor mostra que apesar de ser um tema muito falado por todos em nosso cotidiano “ninguém sabe direito o que é energia” daí no diálogo do texto é feita uma pesquisa em livros didáticos se obtendo pelo menos 04 conceitos diferentes para energia em que normalmente os professores se utilizam para ministrar suas aulas e são eles:

Livro A – Energia é a capacidade de produzir movimento.

Livro B - Energia é a capacidade de realizar trabalho.

Livro C – A energia relaciona-se diretamente com o trabalho.

Livro D – Energia é um conceito difícil de ser definido.

Após a apresentação dessas definições extraídas de livros didáticos usualmente utilizados por professores, segue a pergunta: Afinal, que conclusão conceitual eu tiro dessa tal energia?

Na verdade, em nosso cotidiano todo mundo usa energia, e as pessoas conhecem os seus efeitos. No entanto, ninguém sabe exatamente dizer o que é. O

conceito mais amplo de energia foi dado pelo físico-químico letoniano Wilhelm Ostwald (1853-1932):

Energia é aquilo de que se necessita para realizar qualquer tarefa ou trabalho.

No entanto, o conceito de energia segundo fontes históricas já em 1807 teria sido estabelecido pelo médico inglês Thomas Young (1773-1829) que formulou um conceito para energia que é bem parecido com o de Ostwald.

Energia é a capacidade para realizar trabalho.

Para fins metodológicos, trabalhei com a turma o conceito de Thomas Young por ser esse conceito para energia que venho trabalhando durante o período que exerço a minha profissão de professor de Física.

2-Tipos de energia

Nesse momento trabalhei com a turma os conhecimentos científicos de energia que frequentemente aparecem no tema transporte e são os seguintes tipos de energia que surgiram:

1.Energia mecânica

2 - Energia elétrica

3 - Energia térmica

4 - Energia sonora

5 - Energia química

3 - Princípio da conservação da energia

Esse princípio estabelece o seguinte:

A energia não pode ser criada e nem destruída, podendo apenas ser transformada de uma modalidade em outra.

Alicerçando-me nesse princípio, mostrei para a turma o que acontece em uma usina hidrelétrica: existe uma barragem que armazena uma grande quantidade de água, que está localizada a uma altura em relação ao nível que estão as turbinas e essas se movimentam a partir da queda dessa água sendo que a partir desse processo chega a energia até as nossas casas e a utilizamos conforme o desejado.

Apresentei à turma uma sequência de como pode acontecer uma transformação de energia de uma modalidade em outra, evidenciando o princípio da conservação da energia.

Inicialmente na hidrelétrica temos uma energia armazenada no sistema terra água, ou seja, energia mecânica depois segue uma sequência mostrada abaixo:

Energia elétrica – move os equipamentos eletroeletrônicos.

Energia térmica – geração de calor.

Energia sonora – barulho produzido pelo funcionamento dos equipamentos.

Energia química – elétrons energizando as placas de uma bateria.

Com essa simples ilustração, busquei mostrar aos alunos como a energia se converte de uma modalidade em outra em nosso cotidiano sem que muitas vezes percebamos o fenômeno acontecer evidenciando desse modo o princípio da conservação da energia sendo que esse princípio vale para qualquer processo de transformação de energia em outra que se tem conhecimento na natureza.

4 - Unidade de energia no SI (Sistema Internacional de Energia)

Em homenagem ao cientista e físico experimental James Prescott Joule (1818-1889) a unidade de energia no **SI é o joule**, abreviada pela letra **J**.

5 - O conceito de trabalho em Física

Ao trabalhar com a turma este item, deixei claro que em Física quem realiza trabalho (**W**) é sempre uma força e que para termos trabalho é necessário a existência de uma força (**F**) e um deslocamento (**d**). Como energia é a capacidade de realizar trabalho explorei também a ideia de que o trabalho é energia que transita ou em trânsito. A expressão que nos permite calcular o trabalho é:

$W = Fxd$ para o caso de uma força paralela ao deslocamento.

$W = Fxd\cos\alpha$ para o caso de uma força que forma um ângulo com o deslocamento.

Trabalho da força peso que é aquele trabalho realizado para baixar ou erguer um objeto, vencendo a ação da força gravitacional.

$W_p = mxgxh$

onde: m = massa do objeto (kg)

g = aceleração da gravidade (m/s^2)

h = deslocamento na vertical (m)

Lembrando que a unidade de trabalho de uma força no SI é a mesma de energia, ou seja, **joule(J)**.

6 - Energia mecânica (Em)

Mostrei aos alunos que a energia mecânica é a soma de duas parcelas de energia: uma chamada de cinética (**Ec**) que se manifesta quando um corpo apresenta velocidade (**v**); e outra chamada de potencial gravitacional (**Ep**) que se manifesta quando um corpo está a certa altura (**h**) em relação certo nível de referência adotado.

$$E_m = E_c + E_p$$

Onde:

$$E_c = mv^2/2$$

m = massa do corpo em questão

V = velocidade do corpo em questão

$$E_p = mgh$$

g = aceleração da gravidade local

h = altura que o objeto se encontra em relação ao

nível adotado como referência

Na oportunidade, comentei sobre a energia que se manifesta em sistemas elásticos tais como em molas, e que é chamada de energia potencial elástica (**Ee**).

$$E_e = Kx^2/2$$

K = constante elástica da mola que representa as

características de fabricação da mola.

X = deformação sofrida pela mola

7-Teorema da energia cinética (TEC)

Aqui discutimos com os alunos o trabalho realizado e a variação da energia cinética de um corpo em movimento.

$$W = E_{cf} - E_{ci}$$

Ecf = energia cinética final

Eci = energia cinética inicial

8 - Conservação da energia mecânica

Busquei nesse momento mostrar aos alunos que para um sistema mecânico ausente de forças externas como atritos e resistência do ar, a energia mecânica como um todo se conserva, ou seja, permanece constante ao longo de todo o processo. Assim:

$$\text{Em (antes)} = \text{Em (depois)}$$

9- Energia química

Nesse diálogo mostrei a turma que a energia química é aquela desprendida em uma combustão e que é indispensável à vida humana, pois nos oferece calor e luz, bem como está presente a reações internas que ocorrem em nosso corpo.

Em outros casos, no cotidiano notamos a presença da energia química como: nos combustíveis que acionam o motor de um carro, pois o combustível explode no interior do motor acionando os pistões e esse movimento é transmitido a um sistema mecânico do carro chegando à roda fazendo com que o carro se movimente. Desse modo a energia que estava acumulada no combustível pelo princípio da conservação da energia é transformada em energia de movimento ou cinética. Ainda temos no cotidiano manifestações da energia química como as pilhas e baterias que produzem energia elétrica por meio das reações químicas que ocorrem em seu interior.

Durante a aula destaquei para a turma que, no caso particular de um carro, a energia química é convertida em luz (energia luminosa) para acionamento de faróis

em geral, para acionar o motor por meio do motor de arranque, acionamento de buzinas e velas de ignição.

Aproveitei a oportunidade para destacar o comparativo entre a gasolina e o álcool, onde mostrei que uma das saídas que o Brasil achou em 1975 diante da crise do petróleo foi a criação do Programa Nacional do Álcool para o desenvolvimento do carro a álcool.

As questões sobre poluição do meio ambiente pelo uso da gasolina nos motores dos carros, foram levantadas devido à mesma possuir elementos químicos em sua composição que são altamente prejudiciais ao meio ambiente, enquanto que o álcool agride menos o ambiente. Assim, o governo satisfez tanto os aspectos ambientais como os econômicos.

No caso do custo benefício quanto ao uso do álcool ou da gasolina em motores, atualmente o uso do álcool só é viável economicamente se o preço do mesmo for 30% mais barato que a gasolina. Devido ao álcool ter maior poder de explosão em relação à gasolina, com isso haverá maior consumo embora a gasolina apresente maior eficiência quanto ao seu rendimento, de aí a causa de sua maior eficácia.

10- Energia elétrica

Ao trabalhar esse tipo de energia com a turma, destaquei que essa talvez seja a mais presente em nossa vida cotidiana, embora os alunos não tenham conhecimento da maneira como ela age nos equipamentos. Normalmente a energia elétrica aciona os equipamentos e transforma-se em energia de movimento ou cinética.

Comentei ainda que a energia elétrica normalmente no Brasil vem de usinas hidrelétricas que são aquelas usinas que utilizam a queda de água para acionamento de turbinas ou de usina termoelétrica (a carvão ou nuclear) que nesse caso aproveitam o movimento do vapor de água para colidirem com as pás da turbina provocando o seu acionamento e conseqüente geração de energia.

Por ser de maior conhecimento regional dos alunos busquei exemplificar numa usina hidrelétrica a seqüência que ocorre desde a produção até a utilização da energia elétrica em nossas residências. A seqüência foi baseada no exemplo dado por GREF (2001, p. 131).

1- Armazenamento de água (represa) onde há energia potencial gravitacional.

2- Durante a queda da água esta energia se transforma em energia cinética de translação da água. Dessa energia, uma parcela se transforma em energia cinética de rotação na turbina e uma parte desta se transforma em energia elétrica no gerador.

3- Na fiação que vai que vai do gerador até os aparelhos eletrodomésticos, há uma transformação da energia elétrica e energia térmica e radiante.

4- Ao acionar um ventilador, a energia elétrica se transforma em energia cinética de rotação.

5- Ao acionar um rádio, a energia elétrica se transforma em energia sonora.

6- Ao acionar uma lâmpada, a energia elétrica se transforma em energia luminosa e térmica.

7- Ao acionar um ferro elétrico, a energia elétrica se transforma em energia térmica.

Com esse exemplo, novamente busquei mostrar o princípio da conservação da energia em nossa vida.

No caso dos transportes, utilizamos a energia elétrica para diversas utilidades como: acionamento de motor, acionamento de luzes em geral, buzina, som, entre outros. Enfatizamos que tudo isso ocorre pelo movimento das cargas elétricas (q), que provoca a chamada corrente elétrica (i), que energiza todo o sistema elétrico provocando os seus acionamentos onde matematicamente a corrente elétrica é dada por:

$$I = q/t$$

i = corrente elétrica

q = carga elétrica

t = tempo

Destaquei para a turma que a unidade de carga elétrica no SI é o ampère (A).

Com essa ideia de corrente elétrica, encerrei o comentário sobre energia elétrica respeitando logicamente as características de uma turma da EJA.

11- Energia sonora

Aqui, estudamos que a energia sonora é transportada por meio de uma onda mecânica. Enfatizamos fisicamente a representação de uma onda e seus elementos e ainda lhes apresentamos a equação fundamental de uma onda.

$$V = \lambda f$$

λ = comprimento de onda (m)
 f = frequência de uma onda (Hz)

V = velocidade de propagação da onda (m/s).

Em nossos diálogos comentei que no interior de nosso sistema auditivo existe uma membrana chamada de tímpano que vibra de acordo com a intensidade do som, portanto se ficarmos expostos a sons muito fortes poderia ao longo do tempo acelerar o enfraquecimento dessa membrana e como resultado, logo teríamos uma redução de nossa capacidade auditiva. Assim, os meios de transporte também podem provocar prejuízo em nossa capacidade auditiva, caso não usem dispositivos tecnológicos próprios para redução desse barulho e vibração provocados quando em funcionamento e também quando não é realizada manutenção adequada nos meios de transporte.

Vale destacar que tive a preocupação de trabalhar com a turma apenas aspectos conceituais relacionados ao tema, sem formalismo matemático associado ao assunto trabalhado, até mesmo por causa da necessidade de maiores recursos matemáticos que no momento eles ainda não possuem.

12- Energia térmica

Aqui enfatizamos o calor que é a energia térmica em trânsito que passa de um corpo para outro quando entre os mesmos existe uma diferença de temperatura.

Destaquei ainda que muitas vezes o aluno confunde o conceito de calor e temperatura. A partir do conceito de calor, que é energia em trânsito e o de temperatura que mede o nível de vibração molecular de um corpo, esclareci a diferença entre ambos para o perfeito entendimento e compreensão dos fenômenos cotidianos dos alunos.

Quanto ao calor gerado por um motor de um transporte em funcionamento, um carro, por exemplo, fiz uma leitura e um comentário do exemplo dado pelo livro (GREF, 2003, p. 23): no motor do carro, por exemplo, o combustível (álcool, gasolina), misturado com o ar, é injetado no interior do cilindro, onde, na presença de uma faísca, entra em processo de queima, que chamamos de combustão. Os gases liberados nessa queima estão em alta pressão e em alta temperatura e empurram o pistão, que acoplado a bielas e a um conjunto de engrenagens, promove a rotação das rodas. Os materiais das peças e da estrutura do motor devem ser resistentes à alta temperatura para que não venham a se fundir, danificando o motor. Para isso esses materiais devem ser bons condutores de calor, de forma a dissipá-lo pelo sistema de refrigeração.

Assim, no caso do motor a explosão, a fusão das peças que o constituem é um processo que deve ser evitado. Assim, o processo de condução ocorre eficazmente,

quando há troca de calor entre as peças do motor, que vão sendo aquecidas, e o ambiente.

Numa análise complementar sobre energia térmica em transporte, mostrei que essa energia aparece quando da queima de combustíveis no interior do motor (câmara de combustão) então ocorre a produção do movimento nesses motores, ou seja, energia térmica se converte em mecânica.