



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS**

ADEMIR PANIZ

**PETRÓLEO, BIOCOMBUSTÍVEIS, AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL EM MATO GROSSO VIA ENSINO DE CIÊNCIAS.**

Cuiabá-MT
2012

ADEMIR PANIZ

**PETRÓLEO, BIOCOMBUSTÍVEIS, AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM MATO GROSSO VIA
ENSINO DE CIÊNCIAS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais – PPGEEN do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais na área de concentração Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr.Sérgio Roberto de Paulo

Co-Orientador: Prof. Dr. Denilton Carlos Gaio

Cuiabá-MT
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

P193p Paniz, Ademir.
PETRÓLEO, BIOCOMBUSTÍVEIS, AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM MATO GROSSO, VIA
ENSINO DE CIÊNCIAS / Ademir Paniz. -- 2012
viii, 118 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Sérgio Roberto de Paulo.
Co-orientador: Denilton Carlos Gaio.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto
de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais,
Cuiabá, 2012.
Inclui bibliografia.

1. Fontes de Energia. 2. Máquinas Térmicas. 3. Impactos Ambientais. I.
Título.

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

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

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus filhos
Jader e Luana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Divino Mestre pela saúde que me permitiu realizar o sonho de concluir o mestrado.

Aos professores do PPGEEN, em particular à Professora Dra. Iramaia Jorge Cabral de Paulo, pela sua luta para criar e levar adiante o Programa e pelo carinho e incentivo que dispensa aos mestrandos do programa.

Ao professor Dr. Sérgio Roberto de Paulo, pela orientação e confiança em meu trabalho

Ao professor Dr. Denilton Carlos Gaio, Coorientador pelo auxílio precioso.

Ao Professor Dr. Heitor Queiroz de Medeiros pela disposição em participar da banca e pela valiosa contribuição à dissertação.

Ao professor Ms. Cássio Brown, da Escola André Avelino Ribeiro, pela sua inestimável colaboração na aplicação do produto educacional.

À minha namorada Maria Amélia pelo incentivo.

Aos meus colegas de classe que me apoiaram, especialmente meu amigo Edegar Hiller.

Grato a todos!

RESUMO

Há uma crescente conscientização no meio acadêmico da necessidade de uma base de conhecimentos, por parte dos alunos do ensino médio, sobre tópicos relacionados às fontes renováveis de energia, minimização de impactos ambientais e desenvolvimento sustentável. No ensino básico, os livros didáticos tratam os tópicos relacionados à transformação de energia, mais precisamente no estudo do rendimento de máquinas térmicas, sem levar em consideração o impacto ambiental produzido pela queima de combustíveis. Quando tratam sobre o rendimento de máquinas térmicas, os livros didáticos mostram que a energia não útil é dissipada na forma de calor e, na concepção do aluno, simplesmente desaparecem maiores consequências. Desenvolveu-se, então, um produto educacional composto de material impresso e outro em formato digital cujo foco principal são as fontes de energia e a participação dos combustíveis derivados do petróleo e dos biocombustíveis na produção de dióxido de carbono e outros gases que contribuem para o aumento do efeito estufa e outros fenômenos ambientais como a chuva ácida. Esse produto educacional também objetiva a criação e consolidação de uma base de conhecimentos, tendo como principais referências a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) e as Leis da Termodinâmica. São abordados assuntos como produção do etanol e biodiesel, as características principais dos combustíveis como calor de combustão, octanagem e a transformação de energia nos motores ciclo Otto e ciclo Diesel. Por parte dos alunos, espera-se, também, a aprendizagem sobre tópicos relacionados às fontes renováveis de energia, minimização de impactos ambientais e desenvolvimento sustentável, fomentando o surgimento de futuros profissionais competentes para os setores de atividades humanas relacionados aos tópicos mencionados. O produto educacional está disponível como material complementar ao livro didático nas aulas de termodinâmica para os professores da Escola Estadual André Avelino Ribeiro, onde o mestrando leciona. Os resultados da avaliação mostraram que o produto educacional tem potencial para contribuir na aprendizagem, que se propõe, sobre os assuntos abrangidos. Acredita-se que a melhoria da qualidade de ensino das ciências naturais e, em particular, nos termos tratados neste projeto, muito pode contribuir com a geração futura de profissionais melhor capacitados para desenvolver a produção e utilização de energias renováveis economicamente viáveis para o Estado de Mato Grosso.

Palavras-Chave: Fontes de Energia, Máquinas Térmicas, Impactos Ambientais.

ABSTRACT

The awakening of the necessity of a knowledge basis on topics related to renewable resources of energy is growing in the academy, as on the minimization of the environmental impacts and sustainable development, in the series of secondary level. In the fundamental level, the employed books take into account the topics of energy transformation, specifically related to the efficiency of thermal machines, disregarding the environmental impacts due to the combustible burning. On this subject, the books show that the residual energy is lost as heat dissipation. So, on the point of view of the learners, this kind of energy fades away without other consequences. Therefore, in this work, a teaching product was developed, both in press and digital version, focusing in the energy resources and the different kind of fossil and natural combustibles, also in the carbon dioxide production and other gases related to the greenhouse effect and acid rain. This material was constructed on the basis of the Critical Meaningful Learning Theory and the Thermodynamic laws. It was treated subjects as the ethanol and biodiesel production, combustion heat, and the energy transformation in Otto and Diesel motors. It was expected that the students learning lead to the formation of competent professionals on this subjects. The teaching product is available as a complementary material to teachers in the André Avelino Ribeiro State School, local where the author works. The results of this work showed that the material has a good potential to contribute with the meaningful learning of these topics. The author believe that the improvement of the science teaching quality, particularly on the subjects treated in this work, can contribute significantly to the generation of professionals of better profile in order to develop and use kinds of energy more adequate to the MatoGrosso state.

Keywords:Energy resources, thermal machines, environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de assimilação da informação	19
Figura 2 – Mapa Conceitual sobre mapas conceituais.....	37
Figura 3 - Esquema de derivação progressiva (antes) e reconciliação integradora (depois) .	41
Figura 4 - Respostas do teste anterior da Questão 1	47
Figura 5 - Respostas ao teste posterior da Questão 1	48
Figura 6 - Respostas ao teste anterior da Questão 2	50
Figura 7 - Respostas ao teste posterior da Questão 2	51
Figura 8 - Respostas ao teste anterior da Questão 4	53
Figura 9 - Respostas ao teste posterior da Questão 4	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sumário de respostas ao teste anterior da Questão 1	47
Quadro 2 – Sumário de respostas ao teste posterior da Questão 1	48
Quadro 3 - Sumário de respostas ao teste anterior da Questão 2	50
Quadro 4 - Sumário de respostas ao teste posterior da Questão 2	51
Quadro 5 – Sumários de respostas aos testes anterior e posterior da Questão 3	52
Quadro 6 – Sumário de Respostas do teste anterior da Questão 1	53
Quadro 7 – Sumário de Respostas do teste posterior da Questão 1	54
Quadro 8 – Sumários de respostas aos testes anterior e posterior da Questão 5 – Item Efeito Estufa	55
Quadro 9 – Sumários de respostas aos testes anterior e posterior da Questão 5 – Item Chuva Ácida	56
Quadro 10 – Sumários de respostas ao teste anterior da Questão 6	57
Quadro 11 – Sumários de respostas ao teste posterior da Questão 6	58

Sumário

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADROS.....	ix
1. Introdução	12
2. Referencial Teórico	15
2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).....	15
2.2. Aprendizagem Significativa Crítica.....	19
Princípio do conhecimento prévio. Aprendemos a partir do que já sabemos.....	23
Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.	26
Princípio da não centralidade do livro de texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos.....	27
Princípio do aprendiz como perceptor/representador.	27
Princípio do conhecimento como linguagem.	28
Princípio da consciência semântica.....	29
Princípio da aprendizagem pelo erro.....	29
Princípio da desaprendizagem.....	30
Princípio da incerteza do conhecimento.....	32
Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.	33
Princípio do abandono da narrativa. De deixar o aluno falar.	34
2.3. Mapas Conceituais	36
3. Material e Métodos	40
3.1. O produto educacional	40
3.2. Caracterização da Pesquisa	43
3.3. O contexto escolar	43
3.4. A Metodologia de Ensino	44
Debate	45
4. Resultados e Discussões	46
5. Considerações Finais.....	59
6. Referências Bibliográficas	62
APÊNDICE A - O PRODUTO EDUCACIONAL.....	Erro! Indicador não definido.
A1. Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável	Erro! Indicador não definido.
A2. Conservação de Energia e Transformação	Erro! Indicador não definido.

A.3. Petróleo	Erro! Indicador não definido.
Teor de Enxofre	Erro! Indicador não definido.
A.4. Calor de Combustão	Erro! Indicador não definido.
A.5. Maquinas Térmicas	Erro! Indicador não definido.
A.6. TIPOS DE COMBUSTÍVEIS.....	Erro! Indicador não definido.
O que é a Gasolina?	Erro! Indicador não definido.
O que são Hidrocarbonetos?.....	Erro! Indicador não definido.
O que é Gasolina Premium?	Erro! Indicador não definido.
O que é Octanagem da Gasolina?	Erro! Indicador não definido.
Motor Ciclo Diesel	Erro! Indicador não definido.
Como é produzido o etanol?	Erro! Indicador não definido.
O que é o óleo diesel?	Erro! Indicador não definido.
O que é o biodiesel?	Erro! Indicador não definido.
APÊNDICE B - O Metabolismo em um Contexto Multidisciplinar: a produção de Etanol a partir da cana-de-açúcar.	Erro! Indicador não definido.
APÊNDICE C – Conservação de Energia	Erro! Indicador não definido.
APÊNDICE D – Matéria e Energia.	Erro! Indicador não definido.

1. Introdução

Durante toda sua existência neste planeta o ser humano interagiu com o ambiente em que viveu como condição primária de sua sobrevivência. E assim, durante milênios, o homem se utilizou da energia solar diretamente – luz e calor- e indiretamente através da energia química das plantas. Podemos dizer que o desenvolvimento da sociedade humana foi caracterizado por um aumento e um controle cada vez maior sobre a energia.

O fogo foi a primeira fonte de energia descoberta e conscientemente controlada e utilizada pelo Homem. No princípio as primeiras comunidades dependeram da queima da madeira para se aquecer. O ser humano utilizava seus músculos para realizar trabalhos e assim “gerar” energia utilizando seus equipamentos rústicos. O Homem aprendeu a domesticar alguns animais, que passaram a servir como “fontes” de energia. Por séculos, vento e água funcionaram em bombas e moinhos.

Na época das navegações a energia eólica movimentou as embarcações nas suas aventuras pelos mares. Mas as sociedades industrializaram e outras fontes de energia foram crescentemente utilizadas. A revolução industrial foi possível graças à invenção da máquina a vapor, que obtinha trabalho do calor liberado pela queima de carvão mineral e mudou para sempre a relação entre homem e natureza.

Com o advento do automóvel e a substituição da máquina a vapor pelo motor de combustão interna o petróleo passou a ser principal fonte de energia, que proporcionou grandes transformações sociais, econômicas, políticas e ambientais.

Assim, durante o período que vai da revolução industrial até algumas décadas atrás o desenvolvimento da ciência e da engenharia proporcionou um aumento do consumo em busca do conforto. Como consequência direta houve uma necessidade crescente de produção de energia comprometendo de forma agressiva os recursos naturais ainda existentes.

As consequências desse modelo de sociedade são sentidas no meio ambiente que se torna cada vez mais devastado, poluído e frágil.

A maioria dos cientistas pesquisadores da área vem, de algum tempo, acumulando evidências consistentes de que as atividades industriais e agropecuárias estão acelerando as mudanças climáticas. A enorme quantidade de gases oriundos da queima de combustíveis fósseis e de outros tipos de gases pode contribuir com a alteração do efeito estufa e, como consequência, aumentar a temperatura global e o nível dos oceanos, provocar chuvas ácidas, diminuir a camada de ozônio e ainda outras alterações como perda de biodiversidade.

No caso de Mato Grosso a maior contribuição para a emissão de gases de efeito estufa ocorre por meio do desmatamento e queimadas da floresta amazônica e do cerrado.

Atualmente há um crescente movimento por parte da sociedade em prol de uma conscientização do uso racional dos recursos. Eventos como o Rio + 20 contribuem para uma reflexão da necessária mudança de relação do homem com a natureza.

Mas é na escola que temos o ambiente mais adequado para a formação de uma nova geração capaz de compreender a relação entre as ciências, tecnologias e sociedade e possibilitar uma participação crítica efetiva nesse mundo dos ecossistemas.

A experiência de mais de uma década de magistério no ensino médio trabalhando com todos os conteúdos de Física possibilitou constatar que a prática docente e as relações ensino-aprendizagem que se estabelecem na sala de aula estimulam a aprendizagem mecânica dos conteúdos em virtude de fundamentais problemas no contexto da educação científica.

Os programas curriculares extensos e o tempo exíguo levam os professores a abordarem os assuntos de Física seguindo uma fórmula antiga, ou seja, o professor ensina superficialmente os conceitos e aplica os exercícios seguindo o livro-texto como um manual de operação.

Essa prática proporciona uma aprendizagem mecânica, arbitrária e literal em detrimento de uma aprendizagem significativa crítica, cujo objetivo principal é o crescimento intelectual, contextualizado e crítico do aprendiz.

As escolas da rede pública de ensino são carentes de materiais educacionais que promovam a aprendizagem de conteúdos científicos relevantes, contextuais, e que não estão contemplados nos livros-texto oferecidos aos alunos e professores.

O objetivo geral desse trabalho é contribuir para amenizar a falta de materiais educacionais, que devem ser desenvolvidos, preferencialmente, pelos próprios professores das escolas de acordo com suas realidades locais. Materiais que possam contribuir para uma educação formadora de pessoas protagonistas de um desenvolvimento científico e tecnológico a serviço da qualidade de vida e da preservação dos recursos naturais do planeta. Nessa linha foi, então, desenvolvido nesse trabalho, e aplicado na Escola Estadual André Avelino Ribeiro, um produto educacional em que os conceitos de energia, conservação de energia e máquinas térmicas são relacionados ao uso de combustíveis fósseis, biocombustíveis e desenvolvimento sustentável.

Dentre os objetivos específicos do produto educacional destacam-se: complementar o currículo nas aulas de Física, envolvendo tópicos como petróleo, biocombustíveis, motores a combustão, impactos ambientais com assuntos tradicionalmente trabalhados como as leis da termodinâmica, estudo dos gases e rendimento de máquinas térmicas; promover em sala de aula reflexões e discussões sobre assuntos relevantes para a ciência e ao mesmo tempo presentes no cotidiano dos alunos e que possam influir nas relações dos alunos com o meio onde vivem; facilitar a aprendizagem significativa crítica, possibilitando aos alunos a capacidade de julgar e agir com critérios diante da massa de informações e da parafernália tecnológica que é constantemente disponibilizada; despertar o interesse dos alunos para as atividades profissionais ligadas a produção e refino de petróleo, desenvolvimento de fontes alternativas de energia e tecnologias voltadas para o desenvolvimento sustentável e, finalmente, cada assunto do produto educacional tem o objetivo de ser, também, uma introdução para um estudo mais aprofundado de acordo com o interesse dos professores e alunos.

As aulas foram ministradas pelo professor efetivo de Física da escola André Avelino Ribeiro, seguindo as orientações dos princípios facilitadores da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica-TASC, de Marco Antonio Moreira e inspiradas em textos desenvolvidos nos anos 1980/90 pelo Grupo de Reelaboração de Ensino de Física – GREF da Universidade de São Paulo-USP.

No **capítulo 1**, apresenta-se uma introdução a dissertação, na qual se descreve de modo resumido as diversas fases do trabalho realizado.

O **capítulo 2** descreve o referencial teórico que embasa a dissertação. Nesse caso trata-se das Teorias da aprendizagem significativa (TAS) de Ausubel e Novak e principalmente a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) de Marco Antonio Moreira, evolução dos trabalhos de Postman e Weingartner.

O **capítulo 3** trata dos procedimentos adotados e o material utilizado em campo, isto é, como o material educacional produzido foi utilizado e testado em duas turmas de 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual André Avelino Ribeiro.

No **capítulo 4**, descrevem-se os resultados obtidos na avaliação do produto educacional. Utilizam-se de gráficos e quadros para demonstrações de caráter quantitativo e critérios qualitativos para uma interpretação conceitual das respostas dos alunos. No **capítulo 5**, apresentam-se as considerações finais e no **capítulo 6**, as referências bibliográficas.

2. Referencial Teórico

2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

David Paul Ausubel, médico-psiquiatra de formação, dedicou sua carreira acadêmica à psicologia educacional, e da sua pesquisa de como ocorre a aprendizagem, elaborou um conjunto de explicações teóricas dos processos de aprendizagem que se conhece como teoria da aprendizagem significativa (TAS).

É uma teoria de caráter cognitivista ao tentar explicar o processo de cognição e de caráter construtivista no sentido que o processo de apreensão do conhecimento é evolutivo, no qual o conhecimento novo é construído sobre estruturas cognitivas prévias já acabadas.

Para Ausubel (1980) a aprendizagem ocorre como organização e integração do material a ser aprendido na estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de idéias de um certo indivíduo e a sua organização.

A idéia central da teoria da aprendizagem significativa é o conceito de aprendizagem significativa. De acordo com Ausubel (1980) ocorre aprendizagem significativa quando o novo conceito se relaciona de maneira substantiva e não arbitrária com outros conceitos preexistentes que formam a estrutura cognitiva do aprendiz.

A aprendizagem significativa, portanto, caracteriza-se por uma interação (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, através das quais estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores pré-existentes e, conseqüentemente, da própria estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999).

Subsunçores, para Ausubel, são conceitos existentes na estrutura cognitiva aos quais novos conceitos serão ligados inicialmente, antes de serem incorporados de forma mais completa.

Ocorre, então, aprendizagem de maneira significativa quando o novo conceito partilha significados com conceitos já existentes. Quando o novo conceito forma ligações de caráter psicológico e epistemológico com algum conceito da estrutura cognitiva tornando-a mais diferenciada, mais estruturada, mais rica. Na medida em que as novas informações são associadas significativamente, a estrutura cognitiva se modifica e se torna mais capacitada para processar informações mais elaboradas e complexas.

Segundo Ausubel (apud MOREIRA,2005),cada disciplina tem seus próprios conceitos e métodos idiossincráticos de investigação, porém os conceitos podem ser identificados e ensinados ao aluno de maneira que formem um conjunto de informações estruturadas hierarquicamente.

Quando novos conceitos são incorporados sem formar ou partilhar significados com conceitos prévios relevantes da estrutura significativa ocorre um processo que Ausubel denomina de aprendizagem mecânica. Esse processo, mesmo não sendo significativo, é necessário que ocorra em determinados momentos quando a estrutura cognitiva do aprendiz não possui subsunçores que possam ancorar conceitos completamente novos.

Muitas vezes os alunos decoram as informações com a finalidade específica de reproduzi-las, literalmente, em exames como os vestibulares. Nesse caso, de acordo com Ausubel, a conhecimento adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligações com subsunçores específicos e a aprendizagem é definida como mecânica. Desse modo, os conhecimentos adquiridos são mais facilmente esquecidos.

É interessante que a aprendizagem seja significativa, mas o que pode ser feito quando o aprendiz se depara com informações completamente novas e sem relação com conceitos subsunçores que as possam ancorar?

Ausubel propõe que, antes do novo material a ser aprendido, seja apresentado os materiais denominados de organizadores prévios, cuja função é servir de âncora e desenvolver conceitos subsunçores que possam se relacionar de maneira significativa com novas informações.

Nas palavras de Moreira (1980),

Os organizadores prévios podem tanto fornecer idéias-âncora relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto restabelecer relações entre idéias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem.

Os organizadores prévios têm, então, como função principal servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber. Podem facilitar a aprendizagem na medida que funcionam como pontes cognitivas.

Para que ocorra esse processo de aprendizagem significativa é necessário que a nova informação encontre algum conhecimento (subsunçor) e

ativar uma interação capaz de produzir um novo conhecimento mais elaborado e incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz. Moreira conclui, então, que esse novo material a ser aprendido deve ser relacionável, isto é, que a nova informação contenha alguma característica em comum com um subçursor.

Outra condição que Moreira destaca é que o aprendiz deve querer aprender significativamente. Mesmo que o material a ser aprendido seja potencialmente relacionável não haverá aprendizagem significativa se a intenção do aprendiz for de apenas memorizá-lo. Pode-se inferir que a aprendizagem significativa exige um esforço maior do cérebro em relação à “decoreba” (aprendizagem mecânica). Usando a metáfora da mente como computador, quando uma nova informação é apenas armazenada na memória a interação no processador (onde a informação interage com algum software) é insignificante.

A evidência de que houve uma aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel, é percebida quando o aprendiz é capaz de apresentar o conteúdo aprendido em outros contextos, ou expressando de maneira particular, de forma diferente de como aprendeu. Em geral o material aprendido mecanicamente é apresentado de forma igual ou semelhante de como foi memorizado.

A teoria ausubeliana estabelece três tipos de aprendizagem significativa possíveis: representacional, de conceitos e de proposições. No primeiro há uma identificação direta de um símbolo (normalmente uma palavra) com o objeto ou evento representado. No segundo a aprendizagem de conceitos, que são formados por símbolos, representa aspectos mais genéricos e abstratos do objeto ou evento representado. No terceiro a aprendizagem proposicional o objetivo é aprender o significado das idéias em forma de proposições, isto é, as relações entre conceitos. Exemplos:

Para esclarecer como ocorre o processo de aquisição e organização do conhecimento Ausubel (1980, p.57) propôs sua “teoria da assimilação” que pode ser representada conforme o seguinte esquema.

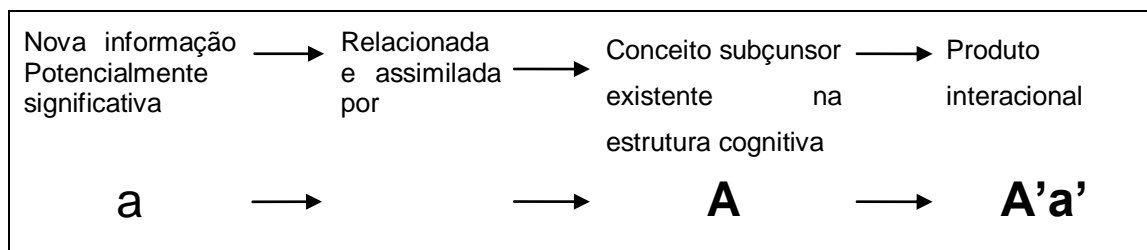


Figura 1 – Processo de assimilação da informação

O processo ocorre quando um conceito ou proposição **a**, potencialmente significativo, é assimilado sob uma idéia ou conceito mais inclusivo **A** (Figura 1). Não só a nova informação **a**, como também o conceito subçunso **A**, são modificados **a'A'** pela interação. Posteriormente o produto da interação **A'a'**, pode se tornar, progressivamente, um novo subçunso **A'** mais elaborado. Deve se levar em consideração que as operações mentais na dinâmica da aprendizagem são complexas e desse modo essa explicação é uma forma simplificada de como ocorre esse processo de aprendizagem. Moreira (2006, p.32) afirma que tanto Ausubel como Piaget concordam que o desenvolvimento cognitivo é um processo dinâmico e que a estrutura cognitiva está sendo constantemente modificada pela experiência. Mas destaca que, de acordo com Novak (1981), o termo assimilação é empregado por Ausubel com sentido diferente, em relação à Piaget, em dois aspectos: 1) Na concepção de Ausubel um novo conceito interage essencialmente com subçunsores específicos e não com toda estrutura cognitiva, como em Piaget. 2) O processo piagetiano de assimilação ocorre como períodos –fases- de desenvolvimento cognitivo. Para Ausubel a assimilação é um processo contínuo e crescente de diferenciação e integração de conceitos específicos relevantes na estrutura cognitiva.

2.2. Aprendizagem Significativa Crítica

Este trabalho de dissertação, que inclui um produto educacional, fundamenta-se basicamente na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), desenvolvida por Marco Antonio Moreira

De acordo com suas próprias palavras, Marco Antonio Moreira se inspirou em ideias desenvolvidas por Neil Postman e Charles Weingartner (1969,1993,1996) para desenvolver seu trabalho, com ênfase no conjunto de princípios facilitadores de uma aprendizagem significativa crítica. “[...] é minha percepção de algumas de suas idéias e reflexões traduzidas na minha representação sobre como a aprendizagem significativa pode ser crítica” (MOREIRA, 2006a, p.2).

Esses princípios facilitadores foram tomados como referencial para a produção do material educacional desenvolvido e aplicado em sala de aula, afinal somos todos perceptores.

Postman e Weingartner (1969) observam que a escola, em vez de preparar os alunos para uma sociedade dinâmica em conceitos, valores e tecnologias ainda promovia um ensino fora de foco.

Esses conceitos, entre os quais se destacam o conceito de verdade absoluta, o conceito de certeza, o conceito de causalidade simples e ainda que o conhecimento é transmitido e deve ser aceito sem questionamento seriam formadores de pessoas com personalidades passivas, conservadoras, resistentes à mudanças. São conceitos que subjazem à uma educação que anda na contramão da História, numa época de energia nuclear, relatividade, probabilidade e incerteza.

O enfoque deste trabalho é desenvolver e aplicar em sala de aula um produto educacional relacionando conceitos físicos com temas relevantes no contexto social como consumo de combustíveis fósseis e o meio ambiente.

Por que se embasar na TASC para a execução de uma atividade educacional?

De acordo com Rinaldi, C. et. al. (1997) o ensino de Física na Escola Pública de Mato Grosso enfrenta sérios problemas, originados pelos diversos setores do processo educativo. Vão desde a política educacional implementada pelo Estado, condições físicas do espaço escolar até formação dos professores. Quinze anos após sua pesquisa, constata-se alguma evolução em alguns aspectos, como formação dos professores, mas o nível de aprendizagem ainda é baixo.

Cabe, então, ao professor, fazer a sua parte no processo de qualificar o nível de aprendizagem. Considera-se que o conhecimento das teorias de aprendizagem e a utilização prática efetiva em sala de aula podem contribuir para maior aprendizagem dos conteúdos de ciências. Defende-se aqui a Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica- TASC- por dois motivos principais:

I) É uma teoria atual, contextualizada, que evoluiu a partir dos trabalhos dos mais importantes teóricos cognicistas e humanistas como Ausubel, Novak, Gowin, Kelly, Johnson-Laird, Piaget e Freire.

II) Possibilita ao professor instrumentos facilitadores como os mapas conceituais e os princípios facilitadores de aprendizagem que servem como guia para o professor.

“A atenção de Ausubel está constantemente voltada para a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, no dia-a-dia da grande maioria das escolas” (MOREIRA, 2005, p.152).

De acordo com suas próprias palavras, Marco Antonio Moreira se inspirou em ideias desenvolvidas por Neil Postman e Charles Weingartner (1969,1993,1996) para desenvolver seu trabalho, com ênfase no conjunto de princípios facilitadores de uma aprendizagem significativa crítica.“[...] é minha percepção de algumas de suas idéias e reflexões traduzidas na minha representação sobre como a aprendizagem significativa pode ser crítica” (MOREIRA, 2006a, p.2).

Esses princípios facilitadores foram tomados como referencial para a produção do material educacional desenvolvido e aplicado em sala de aula, afinal somos todos perceptores.

Postman e Weingartner (1969) observam que a escola, em vez de preparar os alunos para uma sociedade dinâmica em conceitos, valores e tecnologias ainda promovia um ensino fora de foco.

Esses conceitos, entre os quais se destacam o conceito de verdade absoluta, o conceito de certeza, o conceito de causalidade simples e ainda que o conhecimento é transmitido e deve ser aceito sem questionamento seriam formadores de pessoas com personalidades passivas, conservadoras, resistentes à mudanças. São conceitos que subjazem à uma educação que

anda na contramão da História, numa época de energia nuclear, relatividade, probabilidade e incerteza.

A escola deveria promover uma educação capaz de formar pessoas com personalidades criativas, tolerantes e liberais e capazes de interagir positivamente com as rápidas mudanças ambientais. Para os autores, todos esses conceitos promoveriam um processo de busca, questionamento e construção de significados que poderia ser chamado de “aprender a aprender”.

Moreira (2005) ressalta que ainda se “transmite” o conhecimento, desestimulando o questionamento e na sua percepção a educação agregou novos conceitos fora de foco àqueles mencionados por Postman e Weingartner (1969), entre os quais destacam-se os conceitos relacionados a idolatria tecnológica e quanto mais informação e maior consumo melhor. A escola estaria assim formando alunos para a sociedade de consumo, em vez de cidadãos com postura crítica como estratégia de sobrevivência na sociedade contemporânea, com ênfase na relação entre o consumo e a degradação ambiental.

Para Moreira, a saída para essa educação fora de foco poderia ser a *aprendizagem significativa crítica*. Ele utiliza o conceito de “postura crítica” como um equivalente ao que Postman e Weingartner (1969) se refere como “atividade subversiva”.

Pode-se inferir que ao educador é necessária uma postura crítica de sua ação em sala de aula, buscando realmente ser um facilitador da aprendizagem, promovendo um espaço de diálogo onde é valorizada a experiência do aprendiz nas suas relações, afetivas, com as tecnologias e com o meio onde vive. A atividade subversiva é, então, uma negação as práticas pedagógicas envelhecidas, mas ainda tão presentes nas nossas salas de aula. Um exemplo de atividade fora de foco: Os professores de Física do ensino médio, principalmente da escola pública, que dispõem de pouco tempo para currículo tão extenso e se baseiam unicamente no livro texto. Levam meio ano para transmitir a cinemática e deixam de discutir outros conceitos relevantes com a profundidade que eles exigem.

A atividade subversiva, nesse contexto, é uma busca por uma educação onde a apropriação do conhecimento é o movimento de libertação que reduz, ou elimina, a alienação. É importante que os temas sejam desenvolvidos através de uma “inserção crítica” na realidade, que provoque a “imersão” das consciências, que ajude na compreensão do conjunto totalizado das relações entre os sujeitos e os objetos e suas interrelações. Esse plano de totalidade possibilita a desalienação:

Mas, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto cada vez mais desalienada. (Freire, 1970, p.74)

Com o objetivo de facilitar a aprendizagem significativa crítica, ou seja, possibilitar ao professor uma ação em sala de aula coerente com os fundamentos teóricos da TASC, Moreira propõe a utilização de alguns princípios, inspirados na proposta Postman e Weingartner (1969). Defende-se nesse trabalho (dissertação e produto educacional) a utilização desses princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica como instrumentos de orientação da prática pedagógica que queremos.

Princípio do conhecimento prévio. Aprendemos a partir do que já sabemos.

O conhecimento adquirido pelo aprendiz pode contribuir para uma percepção crítica da sua relação com o ambiente onde vive, com o consumo desnecessário de energia e de recursos naturais. Uma visão crítica é útil para uma atitude seletiva, consciente, diante da enorme quantidade de informação e tecnologias disponíveis.

De acordo com o autor para ser crítico de um conhecimento o aprendiz deve antes aprendê-lo significativamente e para que isso ocorra o fator isolado mais importante é o seu conhecimento prévio.

Além de Ausubel, o autor destacava outros autores importantes que defendem a importância do conhecimento prévio. Postman e Weingartner (1969, p.62), “[...] aprendemos em relação ao que já sabemos [...] se não sabemos muito nossa capacidade de aprender não é muito grande [...]”.

Freire, segundo Almeida (2009 p.82)...*o que os alunos sabem...tornam-se um ponto de partida para toda aprendizagem....*

Para Kelly (1963) o conhecimento prévio são “construtos pessoais” e a construção de novos construtos ou reformulação dos já existentes depende da hierarquia de construtos pessoais previamente construída.

Moreira (2005) destaca que o princípio do conhecimento prévio é coerente com qualquer teoria construtivista de aprendizagem ou desenvolvimento cognitivo. Como exemplo cita Piaget e o conceito de esquemas. A principal variável para que haja equilíbrio majorante é o repertório de esquemas previamente construídos.

De acordo com a Psicologia Cognitiva Contemporânea o sujeito não capta o mundo diretamente, mas sim o representa. No processo de representação a principal variável a influenciar a construção de novas representações ou reformulação das já existentes é o conjunto de representações prévias (Moreira, 2005)

Concluindo a argumentação em favor deste princípio destacam-se as palavras do próprio David Ausubel, em sua obra, no prefácio da 2ª edição de Psicologia Educacional (1980): “[...] *o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; determine isso e ensine-o de acordo.*”

Moreira (2005) considera que não é difícil aceitar que aprendemos a partir do que sabemos e sugere que o professor deveria ensinar a partir de uma investigação do que seus alunos já sabem. Mas alerta que na prática o que ocorre é aquilo que Freire metaforicamente denomina de “educação bancária” onde o ensino é “depositado” na cabeça do aluno, sem relação com seu conhecimento prévio, com sua experiência, sua realidade e com seus interesses.

Várias são as causas dessa educação fora de foco, sendo uma importante a exigência de cumprir extensos programas curriculares em exíguos períodos fixos de tempo.

Mas é, na nossa percepção, possível ao professor bem preparado promover ações em sala de aula com objetivos de investigar os conhecimentos

prévios dos alunos e então ensinar a partir do que eles já sabem. Um dos recursos educacionais defendido nesse trabalho é o debate entre os alunos sobre conceitos geradores como é caso do conceito de energia e sua conservação.

Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.

Um ensino onde o professor responde suas próprias perguntas e depois “cobra” dos alunos a reprodução em provas não favorece a aprendizagem significativa crítica. Pelo contrário, promove uma aprendizagem mecânica que estimula o “decoreba” para passar de ano. Para Moreira (2005) cabe ao professor ensinar os seus alunos a perguntar, pois aí está a fonte do conhecimento humano.

Quando o aluno formula uma pergunta relevante utilizando seu conhecimento prévio possibilita a aprendizagem significativa. E quando aprende a formular esse tipo de questões sistematicamente, a evidência é de aprendizagem significativa crítica. Essa aprendizagem possibilita ao aluno uma postura crítica, seletiva diante da massa de informações disponíveis, detectando as enganações, irrelevâncias, as falsas verdades e as causalidades ingênuas.

Moreira alerta que esse princípio não nega a validade dos momentos em que o professor explica um assunto e cita Freire (1997) para o qual fundamental é que professor e alunos tenham uma postura dialógica, aberta, indagadora e não apassivada, enquanto falam ou ouvem. De acordo com Rinaldi

O saber científico é uma construção social e se efetiva a partir de troca de significados entre as pessoas envolvidas. Assim, o espaço e o tempo institucionalizados socialmente para permitir que isso ocorra é a escola, a sala de aula. O professor é portanto “o adulto” dessa relação (RINALDI et al., 2009).

Para haver uma postura dialógica é indispensável uma interação social, onde professor e aluno compartilham significados em relação à matéria estudada; uma negociação que envolve uma constante troca de perguntas ao invés de respostas. “[...] todo novo conhecimento resulta de novas perguntas, muitas vezes novas perguntas sobre velhas perguntas” (Postman e Weingartner. Op.cit.p.23)

Princípio da não centralidade do livro de texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos.

De acordo com suas próprias palavras, Moreira (2005) está aqui,

[...] defendendo a diversidade de materiais instrucionais em substituição ao livro de texto, tão estimulador da aprendizagem mecânica, tão transmissor de verdades, certezas, entidades isoladas (em capítulos!), tão “seguro” para professores e alunos.

Mas reconhece que há bons livros didáticos em qualquer disciplina, e o alvo da crítica não é propriamente o livro, mas a forma como muitos professores se utilizam de um único livro de texto como se fosse uma cartilha ou manual a ser seguido passo a passo.

Materiais como artigos científicos, contos, poesias, crônicas, obras de artes são fontes importantes da produção do conhecimento e bem utilizados em sala de aula se constituem em facilitadores da aprendizagem significativa crítica. Para Moreira é preciso desempacotar o conhecimento que subjaz nesses materiais educativos através do questionamento. Cabe ao professor (e ao aluno) explorar com habilidade esse aparato para extrair o conhecimento que se deseja. Saber perguntar nesse caso é fundamental e Moreira cita as perguntas propostas por Gowin (1981 p.88): Qual o fenômeno de interesse? Qual a pergunta básica que se tentou responder? Quais os conceitos envolvidos? Qual a metodologia? Qual o conhecimento produzido? Qual o valor desse conhecimento? Para responder tais questões Moreira propõe a utilização de dois recursos educacionais: O V de Gowin e os mapas conceituais de Novak.

Os professores do ensino médio da rede pública estadual têm a autonomia de desenvolver em sala de aula recursos educacionais alternativos, que facilitem a aprendizagem significativa crítica. A experiência de mais de uma década de magistério permite intuir que se não fazem é porque ainda não sabem como fazer.

Princípio do aprendiz como perceptor/representador.

O aprendiz é perceptor e representador do mundo e não um mero receptor de informações. Ele percebe o mundo e o representa. De acordo com

o autor o importante é a percepção e o que se percebe depende em grande parte, de percepções prévias.

O autor recorre a Johnson-Laird (1983) para o qual as pessoas constroem modelos mentais, que são representações internas das suas percepções e do que lhes é ensinado. Como esse princípio pode facilitar a aprendizagem significativa crítica? É preciso que o professor conheça ao menos as suposições básicas da Psicologia Cognitiva Contemporânea, isto é, o conhecimento que possa influenciar a sua prática pedagógica. Uma das suas premissas básicas é de que o indivíduo não capta o mundo diretamente, ele o representa internamente (Moreira.2005).

Cada aprendiz percebe o mundo como ele vê e acredita que é. Vemos as coisas não como elas são, mas como nós somos. Isso implica que o professor deverá estar lidando com as percepções prévias dos alunos. E como o professor também é perceptor e ensina de acordo, para ocorrer aprendizagem significativa crítica é necessário que haja entre eles um diálogo, uma comunicação em que percebam de modo semelhante os materiais educativos do currículo. A interação social e o questionamento facilitam esse objetivo.

Princípio do conhecimento como linguagem.

Nesse ponto Moreira (2005) assevera a relevância da linguagem para uma aprendizagem significativa crítica. Aprender um conteúdo de maneira significativa é aprender a linguagem desse conteúdo, mas perceber essa nova linguagem como uma nova maneira de perceber o mundo se configura como aprendizagem significativa e crítica.

Para o autor a linguagem é mediadora da percepção humana e representa uma maneira de perceber a realidade. Cabe ao professor, através da interação social e do questionamento promover o intercâmbio e clarificação de significados.

Toda sala de aula deveria ser interativa e baseada em processos comunicacionais dialógicos, bidirecionais, multidirecionais. O estudante constrói a aprendizagem na interlocução e na colaboração, como recomendam educadores reconhecidos como Dewey, Freinet, Vygotsky, Anísio Teixeira e Paulo Freire (SILVA, 2012).

Esse princípio passa despercebido por muitos professores de ciência do ensino básico, que acreditam na transferência de informações num processo de mão única. De acordo com o autor o que percebemos é inseparável de como falamos sobre o que abstraímos. E somos todos perceptores.

Princípio da consciência semântica.

No processo de aprendizagem significativa o aprendiz deve, de maneira não-arbitrária e não-literal, relacionar à sua estrutura prévia os novos significados de conteúdos potencialmente significativos. Nesse processo, professor e aluno devem ter consciência semântica. Consciência de que o significado está nas pessoas, não nas palavras.

A palavra não é coisa (Postman e Weingartner, 1969. p.106). As palavras significam as coisas em distintos níveis de abstração. Moreira (2005) ressalta que independente de quais significados tenha as palavras, eles são atribuídos a elas pelas pessoas, mas as pessoas não podem dar significados que estejam além de suas experiências. E faz uma crítica quando afirma que no ensino se busca compartilhar significados denotativos dos conteúdos mas deveria buscar os significados conotativos, condizentes com uma aprendizagem significativa crítica. E, na medida que o aluno desenvolve esse princípio torna-se consciente de que as respostas não são necessariamente uma dicotomia de certo ou errado, sim ou não. Ao contrário pensará em escolhas, em probabilidades, complexidade. Cabe ao professor investigar quais são os significados prévios dos alunos, condição que facilita a aquisição de novos significados e desenvolve a consciência semântica.

Princípio da aprendizagem pelo erro.

“Aprender pelo erro” ou “Errar é humano” podem parecer máximas originadas do senso comum, uma obviedade. Mas não é. Todo conhecimento científico é fruto de uma constante e insistente superação do erro. Mas Moreira deixa claro que a aprendizagem pelo erro não é aprendizagem por ensaio-e-erro. No primeiro caso o erro deve gerar uma reflexão e reorientação no sentido de se buscar o acerto, se aproximar da verdade. No segundo o erro é simplesmente rejeitado sem qualquer utilidade, algo que deve ser desprezado.

É também um erro pensar que a verdade científica é absoluta, que a certeza existe e que o conhecimento é permanente, como é ensinado nas escolas. Nelas se pune o erro e busca-se promover a aprendizagem de fatos, conceitos e leis como verdades. Por exemplo: Muitos alunos “aprendem” que as leis de Newton explicam os movimentos sem qualquer restrição. E percebem o modelo atômico como se fosse uma fotografia do átomo.

Ao invés de contadores de verdades, o autor lembra que Postman (1996 p.120) sugere outra metáfora: *professores como detectores de erros* ajudando seus alunos a também serem detectores de erros. Para o autor essa prática condiz com uma aprendizagem significativa crítica: “buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente [...] encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação”.

Cabe ao professor refletir: Para que serve a avaliação?

Princípio da desaprendizagem.

Moreira (2005) ressalta a importância deste princípio por duas razões. Na primeira ele se fundamenta em Ausubel para o qual é no processo de assimilação que o aprendiz adquire as informações que formam o corpo de conhecimento. Nesse processo, para que haja a aprendizagem significativa o novo conhecimento interage com o conhecimento prévio e o significado lógico dos materiais educativos se transforma em significado psicológico para o aprendiz. Porém se um novo conhecimento não encontrar subçunsores capaz de ancorá-lo, mais que isso, o conhecimento prévio dificulta a aprendizagem do novo conceito e necessária uma desaprendizagem.

O autor enfatiza que não se trata de esquecer algo que se sabe. O sentido de desaprendizagem é de não utilizar conhecimentos que, a despeito de alguma semelhança, dificulta a aprendizagem do novo. Um exemplo clássico: O aluno tem uma tendência de buscar compreender os conceitos de física quântica usando os conhecimentos da física clássica. Isso pode ser até um grande obstáculo para uma nova aprendizagem significativa.

No ensino básico o conceito de peso de um corpo pode dificultar a aprendizagem do conceito de massa e queda livre. O conceito de rapidez de um

móvel não facilita a aprendizagem do conceito vetorial de velocidade. Se o professor ensina a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, deve buscar estratégias de superar esses possíveis obstáculos da aprendizagem significativa.

A segunda razão está relacionada com a sobrevivência do sistema educacional num ambiente de rápida e constante transformação. Aprender a desaprender, a identificar quais são os velhos e irrelevantes conceitos e estratégias, conservando aqueles que ainda são relevantes às novas demandas impostas.

O autor esclarece que a desaprendizagem tem aqui o sentido de esquecimento seletivo. O professor deve estar preparado para distinguir entre o relevante e o irrelevante no conhecimento prévio e libertar-se do irrelevante, isto é, desaprendê-lo. Estaria assim contribuindo para uma aprendizagem significativa crítica, e a escola menos defasada da sociedade tecnológica contemporânea.

Princípio da incerteza do conhecimento.

Este princípio é, de acordo com o próprio Moreira (2005), uma síntese de outros princípios anteriores, especial mente dos princípios relacionados com a linguagem. E o núcleo deste está na premissa que “*Definições, perguntas e metáforas são três dos mais potentes elementos com os quais a linguagem humana constrói uma visão de mundo* (Postman, 1996, p. 175) . Para que a aprendizagem significativa desses elementos seja crítica – como Moreira a considera- a chave é a percepção que **definições** são criações humanas, tudo que sabemos se origina nas **perguntas** e que todo nosso conhecimento é **metafórico**.

Um novo conhecimento surge da tentativa de responder à uma pergunta. Desse modo Moreira (2005) ressalta que perguntas e respostas são instrumentos intelectuais, simbólicos, de percepção do mundo. A visão de mundo é função da linguagem que o revela. Quanto mais rica é a linguagem mais nítida pode ser a imagem do objeto de pesquisa, daquilo que se observa. E o olhar do observador é direcionado pelas suas perguntas. A natureza das respostas depende das suposições das perguntas. Na escola, para se obter uma aprendizagem significativa crítica o professor deve “ver” a importância do questionamento crítico.

As definições são recursos da linguagem utilizados para expressar o conhecimento. São instrumentos para pensar com validade restrita ao contexto para o qual foram criadas. Para Moreira (2005) é um equívoco como os alunos, do ensino fundamental ao superior, são levados a pensar as definições como parte do mundo natural, como a Terra, o Sol e a Lua. Objetos e definições são coisas distintas. As definições podem e devem ser aprendidas de maneira significativa, mas para ser crítica é necessário “... *percebê-la como uma definição que foi inventada para alguma finalidade e que talvez definições alternativas também servissem para tal finalidade*” (Postman, 1996, p.172).

As metáforas, assim como as definições, são instrumentos usados para pensar, logo, instrumentos de aprendizagem. As metáforas são muito usadas em todas as áreas de conhecimento, mas nas ciências naturais ela assume um papel de extrema relevância. Grande parte do conhecimento, da Física, por

exemplo, é construído através de modelos, isto é, metáforas com as quais se representa o que não se pode ver diretamente. Como se poderia descrever átomos e moléculas sem o recurso de metáforas? Um exemplo clássico é o modelo atômico como sistema planetário.

A Psicologia Cognitiva Contemporânea utiliza a metáfora do computador, isto é, a mente como um sistema de cômputo. Nessa analogia mente e computador possuem sistemas de processamento de informações e sistemas de memória ou armazenamento de dados. Mas Moreira é enfático em dois aspectos: primeiro ele lembra que a metáfora do computador só é entendida de maneira crítica quando se percebe que, assim como ela dá significado à ideia de mente com sistema de cômputo, justamente por ser metáfora a mente não é um computador. Depois ele ressalta que não se deve confundir este princípio de incerteza do conhecimento com indiferença do conhecimento, que qualquer conhecimento vale. Definições, perguntas e metáforas são importantes para se construir uma visão de mundo. Mas não constroem a certeza.

Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.

Moreira (2005) considera esse princípio uma extensão do terceiro. Isto porque tanto o quadro-de-giz como o livro texto são usados de maneira equivocada pela maioria dos professores do ensino básico, e até mesmo no ensino superior. Enquanto o livro texto é usado como a fonte, o quadro-de-giz representa a reprodução transmissiva do conhecimento. O professor “passa” a matéria no quadro, o aluno copia, decora e depois reproduz nas “avaliações”. Para o autor é a apologia da aprendizagem mecânica.

O professor deve buscar diferentes estratégias instrucionais que possibilitem uma aprendizagem crítica. Naturalmente isso exige uma mudança que ainda não aconteceu para a maioria dos professores da escola pública. Moreira alerta que simplesmente trocar o quadro de giz (ou quadro branco de pincel) pelo *powerpoint* não significa necessariamente uma evolução. Debates ou seminários entre grupos de alunos da classe são exemplos de atividades, relativamente simples, que possibilitam uma participação ativa do aprendiz.

Para o professor que busca a diversidade de estratégias abre-se um espaço para uma mudança significativa: de professor transmissor para mediador, facilitador da aprendizagem crítica.

Princípio do abandono da narrativa. De deixar o aluno falar.

Neste princípio Moreira (2005) completa a tríade dos principais obstáculos da aprendizagem significativa crítica. Existem outras ações que colaboram para uma aprendizagem mecânica, acríica, mas o uso inadequado do livro de texto, do quadro de escrever e do discurso do professor são importantes por dois motivos: o primeiro é que esse tipo de pedagogia é ultrapassado, fora do contexto cultural e tecnológico. O segundo é que a maioria dos professores acredita que, escrevendo bem no quadro, discursando em alto e bom som e “passando todo o conteúdo do livro” desta forma estão dando uma aula maravilhosa. Muitas vezes se preocupam mais com sua própria performance do que a aprendizagem dos seus alunos.

Bons professores devem saber escrever e falar bem, mas a questão aqui é que essas qualidades devem ser usadas com equilíbrio, como instrumentos mediadores e facilitadores da aprendizagem significativa crítica.

Moreira sugere que os alunos devem ser incentivados a pesquisar o que está nos livros e expor sua interpretação ao professor e aos colegas. E o professor atuando como mediador, orientando e intervindo quando necessário e deixando claro que outras interpretações alternativas podem ser válidas para determinado conhecimento. Com base nas leis da mecânica clássica o Homem foi à Lua, mas essas mesmas leis não dão conta de explicar o movimento no espaço atômico, por exemplo. É importante entender essa flexibilidade, que não existe certeza absoluta, mas não cair na indiferença relativística, onde tudo vale porque depende do ponto de vista.

Para o autor o significado de narrar é mais do que um discurso. A esse conceito subjaz outro que é a transmissão do conhecimento do professor para o aluno sem espaço para o diálogo, via de mão única. Desse modo se o professor usar uma moderna tecnologia como ferramenta didática sem participação ativa do aprendiz ele continua “narrando”. Moreira (2005) busca em

Don Finkel(2008, p.34),subsídios para afirmar que Narrar não é um meio eficaz de estimular a compreensão e uma aprendizagem relevante e duradoura.

[...] Nosso modelo de dar aula, antes de haver sido submetido a exame, é Narrar (escrito com maiúscula para sugerir uma atividade arquetípica) O ato principal de dar aula é narrar clara e cuidadosamente aos estudantes algo que eles desconhecem previamente.O conhecimento se transmite, imaginamos, por meio deste ato narrativo.

O sistema de ensino até privilegia o modelo de narrativa,mas,Moreiraalerta que a primazia deve ser a aprendizagem e não o ensino.

O ensino é meio de se atingir o objetivo, que é a aprendizagem.Como então o professor deve agir em prol de uma aprendizagem centrado no aluno? Moreira propõe usarestratégias onde o aluno fala mais e o professor fale menos, com os alunos discutindo e negociando significados entre si, aprendendo a ser crítico e aceitar a crítica.

Evidentemente que professor, principalmente da escola pública, pode encontrar alguma dificuldade de promover mudanças de estratégias que envolvam participação ativa do aluno. Como dar conta do conteúdo se não for “narrando”? Como estimular o interesse dos alunos a expor suas percepções? Não é fácil nem difícil. Mas o professor também é um aprendiz, aprendendo a aprender para poder fazer.

2.3. Mapas Conceituais

A ideia de mapa conceitual foi criada por Joseph Donald Novak na década de 1970, inspirada na teoria cognitivista de David Ausubel. Novak, pesquisador e educador americano, de notável conhecimento na área de educação, recebeu uma série de prêmios e honrarias por suas contribuições para a educação científica. Masse tornou mais conhecido por seu desenvolvimento de mapas conceituais a partir da década de 1970.

Mapas conceituais são reconhecidamente de grande valor em vários momentos da prática pedagógica desde que empregados corretamente. Porém são instrumentos ainda pouco utilizados nas aulas de ciências no ensino fundamental e médio.

Neste trabalho de dissertação considera-se mais relevante apontar o holofote nas questões de aspecto prático, isto é, entender, por exemplo, como um mapa conceitual pode, de fato, elevar o grau de aprendizagem dos alunos do ensino básico ou por que a maioria dos professores não utilizam tão útil ferramenta pedagógica.

De um modo geral, mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conteúdos conceituais. “Mais especificamente, podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimento ou parte dele” (Moreira, 2006^a, p.09).

A Figura 2 representa um mapa conceitual de *mapas conceituais*. Devido ao caráter idiossincrático o diagrama representa um mapa conceitual e não o mapa conceitual.

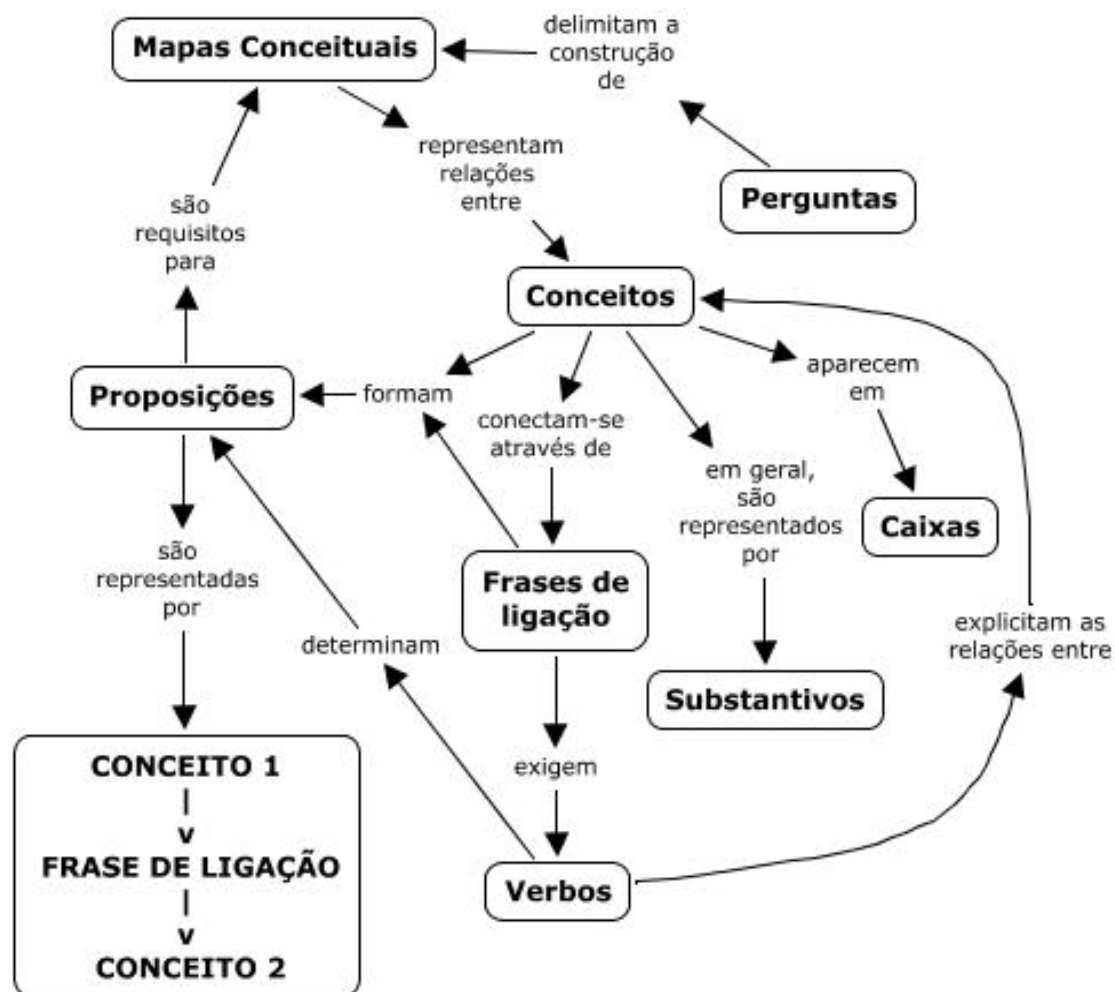


Figura 2– Mapa Conceitual sobre mapas conceituais

Observa-se neste exemplo que o conceito mais geral é mapas conceituais, localizado no topo do diagrama, mas poderia estar no centro do mapa. Dois conceitos ligados por um traço e uma frase formam uma proposição.

Na sua obra *Mapas Conceituais & Diagramas*, Moreira (2006b) destaca a utilização deste instrumento em três momentos: Mapas conceituais como instrumentos didáticos; como instrumentos de avaliação; como recurso para análise de conteúdo.

Como instrumento didático o professor pode utilizar um mapa conceitual na sala de aula, para, em um primeiro momento, proporcionar aos alunos uma visão antecipada de um tópico a ser estudado. O aluno poderá perceber o grau de generalidade e de inclusividade nas relações entre os conceitos. Permite ao

aluno uma ideia inicial do *caminho a ser percorrido*, como os conceitos e leis e mostra as relações de dependência entre eles. Ajuda a distinguir as informações fundamentais das menos recorrentes ou supérfluas.

Moreira lembra que eles devem ser empregados preferencialmente quando os alunos já têm noção do assunto, mas cabe ao professor mostrar o objetivo do mapa em cada momento. Por exemplo, se o mapa proposto está de acordo com o princípio da diferenciação progressiva de Ausubel, o professor deve promover não só a diferenciação progressiva, mas também a reconciliação integrativa, explorando relações entre conceitos, evidenciando diferenças e semelhanças e reconciliando inconsistências.

O autor lembra que segundo Novak (1977,1981) “para conseguir ser mais eficiente, a instrução deve ser organizada de tal forma que se “baixe e suba” nas hierarquias conceituais à medida que a nova informação é apresentada” Moreira ainda chama a atenção para algumas possíveis desvantagens como, por exemplo, o mapa ser muito complexo ou confuso e não ter significado para o aluno. Mas as dificuldades podem ser superadas pelo professor preparado para obter o que essa ferramenta pode proporcionar. Deve-se ter em consideração que é mais um instrumento disponível e ter claro quando deve ser utilizado. E deixar claro para os alunos que um mapa conceitual pode ser feito de vários modos e incentivá-los a traçar seus próprios mapas.

Como instrumento de avaliação os mapas conceituais podem ser utilizados, de acordo com Moreira, para “avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, relaciona, discrimina, integra, conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc.”.

O professor pode utilizar os mapas conceituais para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre um determinado assunto e posteriormente para investigar a evolução da aprendizagem. Considera-se que os alunos reproduza nos mapas, mesmo que aproximadamente, a organização conceitual desse assunto em sua estrutura cognitiva.

Novamente o professor deve-se ter em conta que é uma forma de avaliar e com o objetivo principal de, a partir dos “erros”, orientar suas

intervenções pedagógicas. A avaliação proporciona elementos para o professor repensar constantemente à prática de ensino: Por que avaliar? O que avaliar? Quando avaliar? Como avaliar?

Na análise de conteúdos curriculares mapas conceituais pode ser uma ferramenta muito útil. O professor pode utilizá-los no planejamento de uma aula, relacionando os conceitos centrais para o entendimento do conteúdo instrucional. Por exemplo, no 1º ano de Física do Ensino Médio a maioria dos professores começa o ano letivo com o estudo da Cinemática. Poderia começar com temas mais relevantes como as leis de Newton e Conservação da Quantidade de Movimento e fazer a diferenciação progressiva para a cinemática.

Moreira (2006b p. 26) adverte que não existe uma maneira ou a melhor maneira de representar a matéria de ensino em um mapa conceitual. O importante é que tenha sentido e seja útil para o planejamento curricular.

Moreira e Novak (1988) lembram que ao ser desenvolvido no Departamento de Educação da Universidade de Cornell, a perspectiva dominante era de mapas conceituais como técnica para negociar significados. São várias as possíveis aplicações de mapas conceituais nas atividades pedagógicas e cabe ao professor ser capaz de imaginar outras aplicações dos mapas conceituais e adaptá-los à sua realidade. Sempre promovendo o diálogo e a troca de significados.

3. Material e Métodos

3.1. O produto educacional

A proposta deste trabalho foi a de desenvolver um recurso educacional e verificar sua possível contribuição na aprendizagem dos conceitos nele abordados. Nesse sentido foi produzido um material no formato impresso e no formato digital (DVD), cujo conteúdo trata de tópicos relacionados ao próprio título desta dissertação: Petróleo, Biocombustíveis, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Trata-se de temas dos quais podem ser gerados extensos trabalhos de pesquisa escolar. Aqui foram abordados alguns assuntos, relacionados aos temas do projeto, que se consideram relevantes de acordo com a proposta da Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antonio Moreira.

O produto educacional – impresso e digital – foi desenvolvido buscando proporcionar uma leitura que fosse agradável, levando em consideração o caráter científico necessário como instrumento pedagógico. Cada assunto apresentado é uma introdução ao exame mais aprofundado sobre o tema.

Inicialmente é descrita a importância da energia e como o homem, desde os primórdios da civilização até os dias atuais, se utilizou e dependeu das variadas formas de energia. A partir desse tema, desenvolve-se assuntos que contemplam as diretrizes curriculares, como, por exemplo, as leis da termodinâmica que estão em ressonância com o referencial teórico da aprendizagem significativa crítica, quando se procura refletir a relação dessas leis com o ambiente, fontes alternativas de energia e qualidade de vida.

Uma introdução ao estudo das leis da Termodinâmica, inicialmente, se justifica na percepção de que são princípios totalizantes, necessários para a compreensão dos eixos temáticos discutidos a seguir. Ferrari (1998 p.142), com base na proposta metodológica do GREF, argumenta que:

[...] representam totalidades os conceitos que superam as concepções espontâneas, que remetem à vivência cotidiana, que sejam significativos no contexto histórico das revoluções científicas, que facilitem a introdução de conceitos da Física Contemporânea e que por isso se tornam relevantes.

Ferrari recorre a Bachelard para defender uma inversão no sentido do *vetor epistemológico* que tradicionalmente é orientado do simples para o mais complexo, sob o argumento de que as totalidades serão conquistadas por um processo individual de integração dos conceitos mais simples, mais compreensíveis.

Acontece que os conceitos não se tornam mais compreensíveis por serem mais simples, por conterem menos variáveis. Muitas vezes o conceito acaba sendo deformado quando é fragmentado. A fragmentação é necessária, mas deve ser precedida de uma justificativa. Uma vez deformado o conceito simplificado, a totalidade torna-se inatingível (FERRARI, 1998, P.142).

Moreira (2006) vai além quando sugere que após a derivação progressiva (sentido da totalidade para o fragmentado) se faça a reconciliação integradora (sentido fragmento para a totalidade). Esquemáticamente:

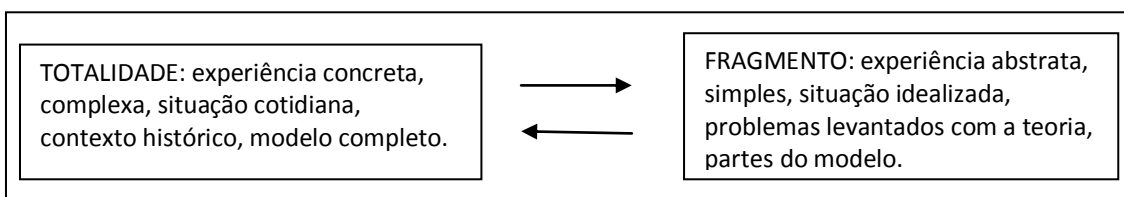


Figura 3- Esquema de derivação progressiva (antes) e reconciliação integradora (depois)

Todos os processos que ocorrem na natureza envolvem transferência ou transformação de energia. As atividades humanas são realizadas a partir de transformações de energia, de natureza eletroquímica, que provém dos alimentos ingeridos. Todos os tipos de máquinas operam transformando energia de uma forma em outra. Até a fonte principal, a energia radiante do Sol, se origina na imensa energia gravitacional que comprime seu núcleo.

A 1ª Lei da Termodinâmica afirma que nas transformações a energia total envolvida no processo se mantém constante. Esse princípio é fundamental para a compreensão dos conceitos mais importantes da Física. Permite, por exemplo, calcular a quantidade de energia, na forma de calor, que o motor de um carro libera para o meio ambiente.

A 2ª Lei da Termodinâmica afirma que nos processos de transformação, apesar da conservação da quantidade, uma parte da energia total inicial se transforma em calor e não é aproveitada. Essa energia, considerada “degradada”, é um parâmetro na medida da entropia de um sistema, fundamental para a compreensão das transformações do meio ambiente.

Uma parte dos assuntos é introduzida através de perguntas como, por exemplo: *Como se formou o petróleo? Ou Como é produzido o etanol e o biodiesel?* E outras questões sobre os diversos tipos de combustíveis, máquinas térmicas e mitigação ambiental. Considerou-se importante estabelecer uma relação entre os tipos de petróleo e de combustíveis com a quantidade de gases nocivos originados por cada um deles.

As questões relativas a petróleo e combustíveis foram abordadas com base principalmente nos sites oficiais como a Agência Nacional do Petróleo (ANP), Petrobrás, e trabalhos acadêmicos disponíveis na Internet. As perguntas foram respondidas a título de exemplos, uma vez que se busca, também, *aprender a perguntar*, de acordo com a TASC, que fundamenta a estruturação desse produto educacional. Perguntas têm um valor relevante no processo de aprendizagem, uma vez que o sujeito capaz de elaborá-las com propriedade demonstra certo domínio do conteúdo.

Questionamento e a interação social são atitudes favoráveis à aprendizagem significativa crítica e, ensinar a perguntar deveria ser preferencialmente o papel do professor. A capacidade de questionamento desenvolve no aluno uma postura independente de busca da informação de auto-educação.

As perguntas também servem, neste material, como introdução de um assunto mais específico, destacando-o dentro do texto. No produto digital, que contém os assuntos do material impresso, também foi desenvolvido um recurso complementar – em formato digital de *Slide Powerpoint* – que pode ser utilizado nas aulas sobre energia e máquinas térmicas. Também está disponível, nesse material, o uso de animações interativas que ilustram as transformações termodinâmicas de um gás.

De acordo com os fundamentos teóricos adotados aqui, materiais diversificados, não centrados exclusivamente no livro-texto e quadro de giz, que provoquem diálogo e não o discurso narrativo são favoráveis à aprendizagem que é defendida neste trabalho. As imagens que ilustramos como nos processos de produção de etanol e biodiesel e o funcionamento de motores, além do aspecto estético, são úteis na compreensão dos temas referentes.

3.2. Caracterização da Pesquisa

O produto educacional e sua possível contribuição para uma aprendizagem significativa crítica foram avaliados utilizando-se de procedimentos metodológicos que configura uma pesquisa qualitativa.

Apesar de alguns resultados da pesquisa serem apresentados em quadros e gráficos, os valores numéricos contidos nos mesmos não sofreram nenhum tratamento estatístico e a análise dos dados possui caráter descritivo, conceitual. Dados numéricos e interpretação conceitual não se contrapõem; na verdade se complementam e podem até contribuir, em um mesmo estudo, para uma melhor compreensão do fenômeno estudado (GODOY, 1995). De acordo com esse autor, o caráter indutivo é uma característica básica da pesquisa qualitativa. Assim, esta pesquisa se caracteriza como qualitativa com nuances de pesquisa-ação.

A pesquisa desse trabalho foi elaborada na sala de aula onde o pesquisador e pesquisa estão intrinsecamente ligados e influenciados reciprocamente.

De acordo com a TASC, que embasa este trabalho, a aprendizagem deve ocorrer de uma postura dialógica, aberta e para isso é imprescindível uma interação social. Para Moreira (1990), a pesquisa qualitativa pressupõe que a realidade é socialmente construída e se preocupa com a compreensão do fenômeno social, segundo a perspectiva e participação na vida desses atores.

3.3. O contexto escolar

O material educacional foi utilizado na Escola Estadual André Avelino Ribeiro, localizada no bairro CPA I, em Cuiabá-MT. A escola pertence e rede

estadual e, na categoria de escola pública, de periferia, desempenha o papel de “referência” na região, apesar das limitações da estrutura física, entre as quais se destaca a falta de climatização das salas de aula.

O perfil do corpo docente é praticamente o mesmo de toda a rede estadual: muitos professores interinos, desestimulados e carentes de qualificação profissional. O perfil do corpo discente é mais complexo. São alunos de várias classes sociais. Muitos deles não têm acompanhamento dos pais e não são estimulados a estudar.

Observou-se em oito anos de magistério, nesta escola, que nas reuniões de pais e mestres a participação dos pais ou responsáveis é mínima. Mesmo assim, em cada sala de aula, existe uma parcela de alunos querendo aprender e outra precisando da intervenção (e da compreensão) do professor para aflorar o seu querer.

A escola funciona em três turnos. No matutino e vespertino os alunos são jovens entre 13 e 17 anos, isto é na faixa etária adequada para classes de ensino médio (a maioria tem entre 14 e 16 anos). O período noturno atende os alunos trabalhadores com idades mais diversificadas, onde o professor deve ser mais sensível com as condições de cada aluno.

Os alunos das classes 2º ano C e 2º ano D matutinos, participantes deste projeto formam turmas com características semelhantes as de outras escolas públicas: alguns alunos se mostram interessados, outros estão desestimulados; uns são mais agitados, outros tem dificuldades de se expressar, mas é possível perceber que a intervenção do professor preparado, com atividades planejadas, é determinante para superar os obstáculos da aprendizagem.

Os alunos sabem distinguir ações planejadas de improvisações. Com respeito e diálogo o professor pode tornar a sala de aula em um espaço amigável de aprendizagem. De modo que essa escola também é um campo fértil para a prática de novas – e embasadas – intervenções pedagógicas.

3.4. A Metodologia de Ensino

A metodologia utilizada para verificação da validade do produto educacional foi efetivada na ordem seqüencial, que se inicia com um teste constituído de seis questões. Depois do teste inicial (teste anterior) foram ministrados, em cada turma, quatro aulas e um debate buscando-se concordância com os princípios facilitadores da TASC. Em seguida foi realizado outro teste (teste posterior) escrito, individual, com as mesmas questões do teste anterior.

Aulas expositivas com utilização de recursos multimídia foram aplicadas, seguidas de um debate.

Debate

Duas aulas *geminadas* em cada turma foram destinadas ao debate com duração total de uma hora e quarenta minutos.

Para o debate, uma vez que a sala era composta por 40 alunos, optou-se pela formação de seis grupos de seis ou sete alunos. Apesar de ser um número grande de alunos por grupo, essa técnica, propiciou um número de questões exclusivas para cada grupo, formuladas e respondidas dentro do horário das aulas.

Cada grupo formulou três perguntas e respondeu outras três perguntas – 18 perguntas no debate – intermediadas pelo professor. As perguntas foram formuladas pelos alunos a partir do questionário previamente aplicado (pré-teste) contendo seis questões sobre fontes alternativas de energia, petróleo, combustíveis, meio ambiente e a relação entre os conceitos das questões e os conceitos da física.

Em quatro aulas de cada turma foram empregados recursos multimídia para utilização dos *slides* e animações interativas simulando processos físicos.

4. Resultados e Discussões

Para observar a validade da utilização do produto educacional em aulas de termodinâmica foram realizados dois testes (anterior e posterior) com as mesmas seis questões. As Figuras (4 a 9) e Quadros relativos (de 1 a 11) a cada questão (anterior e posterior) são apresentados na sequência (juntos) para facilitar a interpretação de semelhanças e diferenças e a análise dos resultados obtidos.

Questão 01 – Quais são as fontes de energia renováveis que você conhece?

Espera-se inicialmente, com essa pergunta, identificar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conceito de “fontes de energia renováveis”. Busca-se também iniciar uma discussão reflexiva (realizada em debate) a respeito das características de cada forma de energia, vantagens e viabilidade do uso em nossa região. Qual a influência da mídia nas respostas dos alunos.

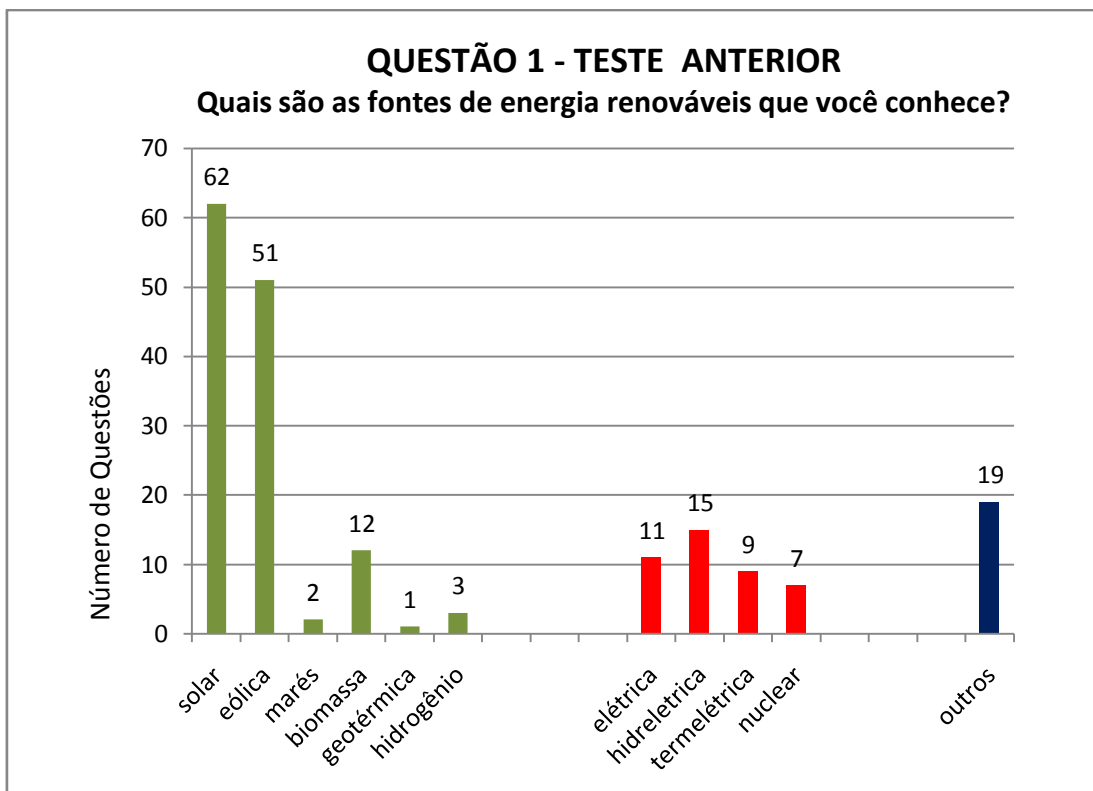


Figura 4- Respostas do teste anterior da Questão 1

Solar	62	TOTAL
Eólica	51	
Marés	2	
Biomassa	12	
Geotérmica	1	
Hidrogênio	3	131
Elétrica	11	
Hidrelétrica	15	
Termelétrica	9	
Nuclear	7	42
Outros	19	19
Nº de alunos	66	
Nº de respostas		194

Quadro 1– Sumário de respostas ao teste anterior da Questão 1

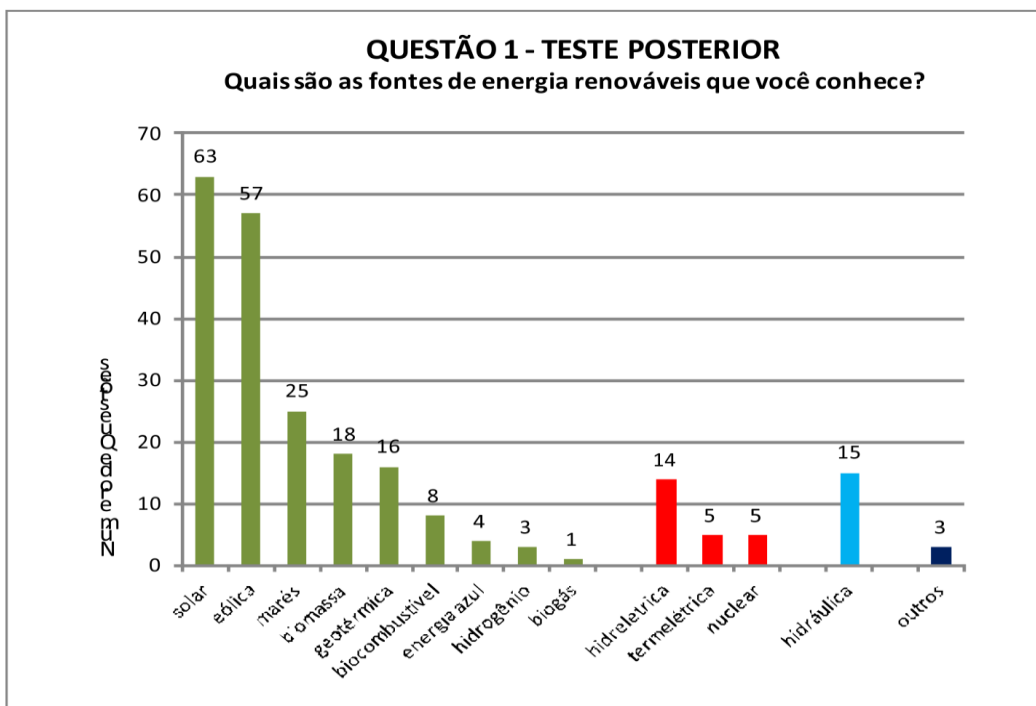


Figura 5- Respostas ao teste posterior da Questão 1

Solar	63	TOTAL
Eólica	57	
Marés	25	
Biomassa	18	
Geotérmica	16	
Biocombustível	8	
Energia azul	4	
Hidrogênio	3	
Biogás	1	195
Hidrelétrica	14	
Termelétrica	5	
Nuclear	5	24
Hidráulica	15	15
Outros *	3	3
Nº de alunos	65	
Nº de respostas		237

Quadro 2- Sumário de respostas ao teste posterior da Questão 1

Nos gráficos, o primeiro conjunto de fontes de energia (marcado com fundo verde) representa as fontes consideradas renováveis de energia e, portanto, aceitas como respostas “corretas”. A série em vermelho representa as fontes convencionais.

O termo “Outros*” se refere a quantidade de respostas que não se enquadram no conceito de “fonte de energia”. No teste anterior observou-se que o termo “hidráulica” aparece 5 vezes. É uma concepção alternativa, provavelmente ao conceito de energia potencial gravitacional da água nas hidrelétricas. No teste posterior o termo “hidráulica” aparece 15 vezes, apesar da significativa diminuição de respostas (outros).

A grande quantidade de respostas “solar” e “eólica” tanto no teste anterior como no posterior deve ser uma possível influência dos meios de comunicação que atualmente destacam essas fontes de energia.

Aspectos positivos do teste posterior: Melhor vocabulário científico; Melhorou a frequência de “biocombustíveis” e outras fontes renováveis.

“Energia azul” é o termo utilizado para um processo de produção de energia elétrica que ainda está na fase de pesquisa.

Questão 02 – Que combustível você acredita que seja menos impactante para o meio ambiente? Por quê?

Espera-se com essa questão se identificar como os alunos relacionam os combustíveis com a degradação ambiental e desmistificar a crença que os biocombustíveis não contribuem para a degradação ambiental.

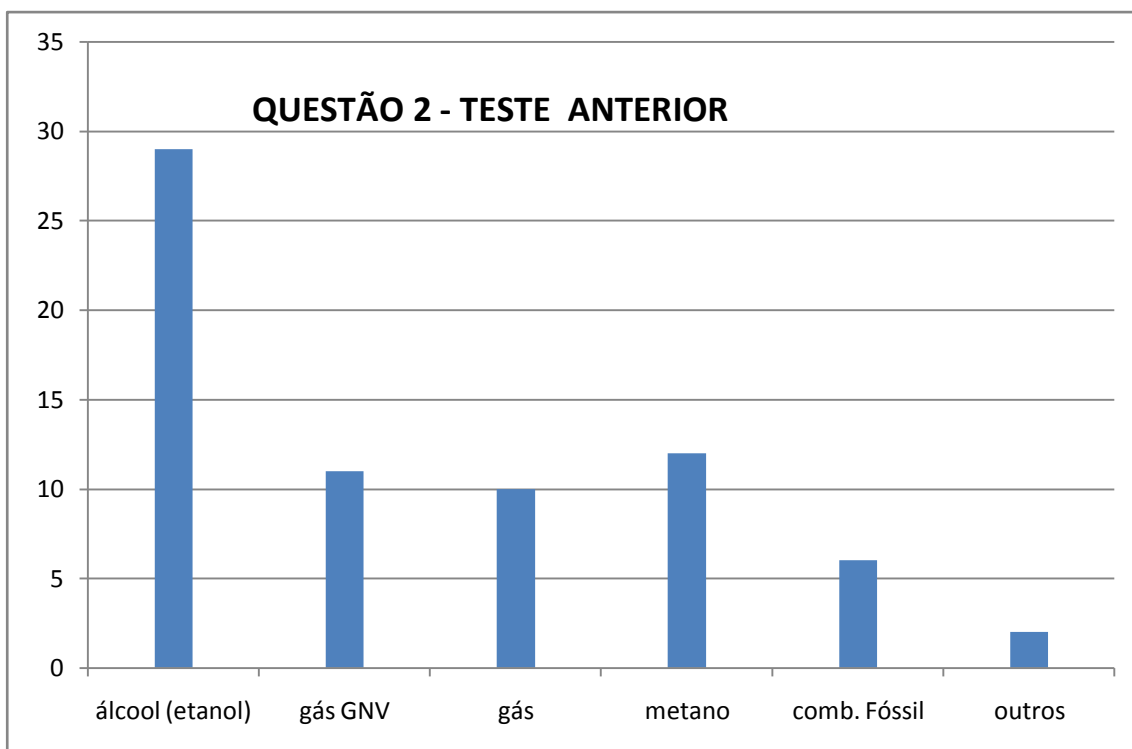


Figura 6- Respostas ao teste anterior da Questão 2

Por quê?	
Álcool polui menos:20(gasta menos, consome menos);
Gás polui menos:21;
Outros:	rende mais, gasta menos, rendimento menor, econômico.

Quadro 3 - Sumário de respostas ao teste anterior da Questão 2

Teste Posterior

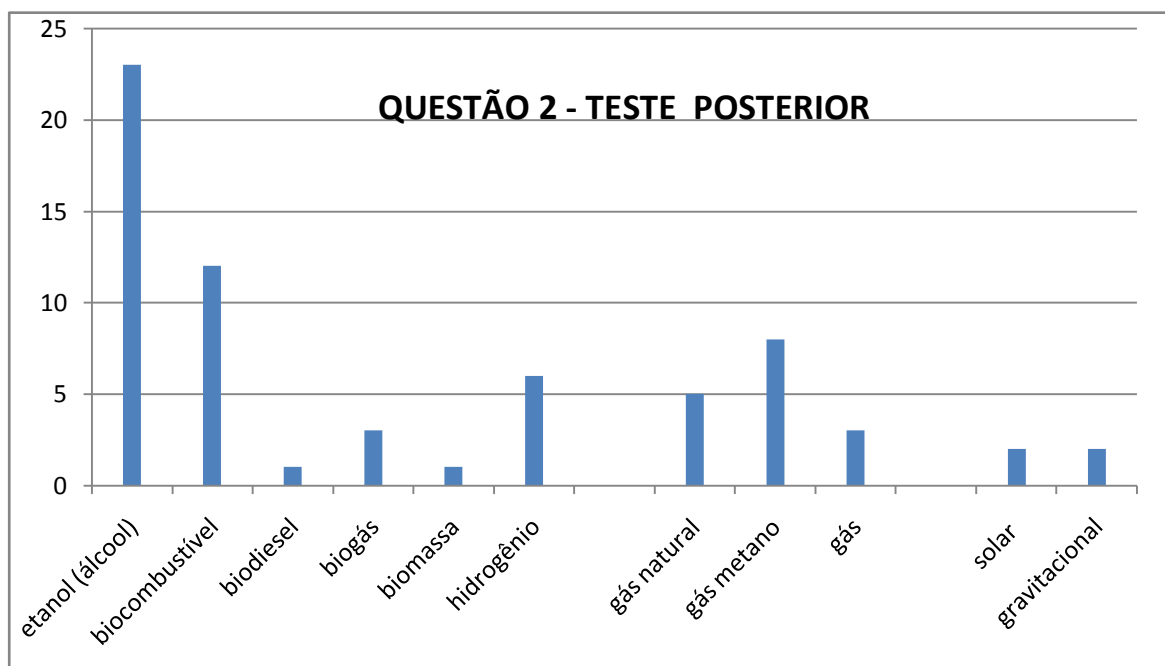


Figura 7- Respostas ao teste posterior da Questão 2

Por quê?	
Polui menos:.....	31
Libera menos CO2:.....	08
Matéria-prima natural:.....	08
Matéria-prima renovável:...	06
Mais barato:.....	04
Mais caro:.....	08

Quadro 4 - Sumário de respostas ao teste posterior da Questão 2

No teste posterior houve aumento de tipos de biocombustíveis; diminuiu as respostas “gás, gás metano, gás natural” e desaparece a resposta combustível fóssil. Conseqüentemente, aparecem justificativas mais críticas dos alunos. Por exemplo: “biocombustíveis podem aumentar os preços dos alimentos”, “energia solar é a energia do futuro”.

Questão 03 - Você sabe o que é biocombustível? Em caso afirmativo defina o que é.

Busca-se com a pergunta verificar se os alunos percebem as características semelhantes e as distintas entre alguns conceitos como “biocombustíveis” “fontes renováveis” e “combustível fóssil” .

RESPOSTAS TESTE ANTERIOR	
Sim	54
Não	7
Eu acho	6
Não resp.	1

RESPOSTAS TESTE POSTERIOR	
Sim	59
Não	0
Eu acho	0
Não resp.	7

RESPOSTAS TESTE ANTERIOR		
Definição A	Combustível retirado da natureza (materiais orgânicos)	20
Definição B	Combustível de origem biológica	2
Definição C	Combustível de restos de animais	2
Definição D	Combustível renovável	5
Definição E	Combustível que não polui o meio ambiente	17
Definição F	Combustível que polui menos o meio ambiente	9
Outras		5

RESPOSTAS TESTE POSTERIOR		
Definição A	Combustível de origem biológica	10
Definição B	Combustível de vegetais e animais	12
Definição C	Combustível de materiais orgânicos	13
Definição D	Combustível obtido da natureza	8
Definição E	Combustível não fóssil	10
Definição F	Combustível que não acaba	4
Definição G	Não Poluente	5
Definição H	Menos Poluente	7

Quadro 5– Sumários de respostas aos testes anterior e posterior da Questão 3

Observa-se que aumentou a quantidade de respostas que destacam a origem e não o teor de poluição.

Questão 04 – Você acha que seria importante e viável para o estado de Mato Grosso investir em biocombustíveis?

Busca-se com essa questão identificar os conhecimentos prévios dos alunos e principalmente provocar uma reflexão crítica sobre a viabilidade da produção em larga escala dos biocombustíveis.

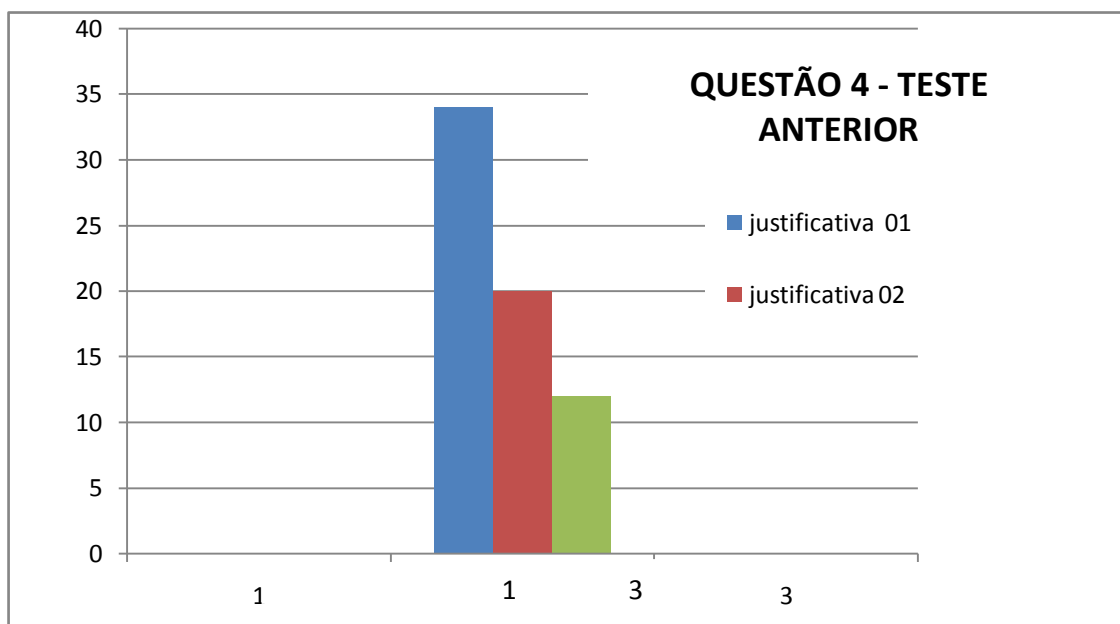


Figura 8- Respostas ao teste anterior da Questão 4

RESPOSTAS TESTE ANTERIOR	
Sim, com comentários	49
Sim, sem comentários	12
Não	2
Não sei	2
Depende	1
Não Responderam	2

Quadro 6- Sumário de Respostas do teste anterior da Questão 1

Justificativa 01 - Diminui a poluição - menos impacto ambiental

Justificativa 02 - Bom para economia do estado – muitas terras disponíveis – muita matéria-prima.

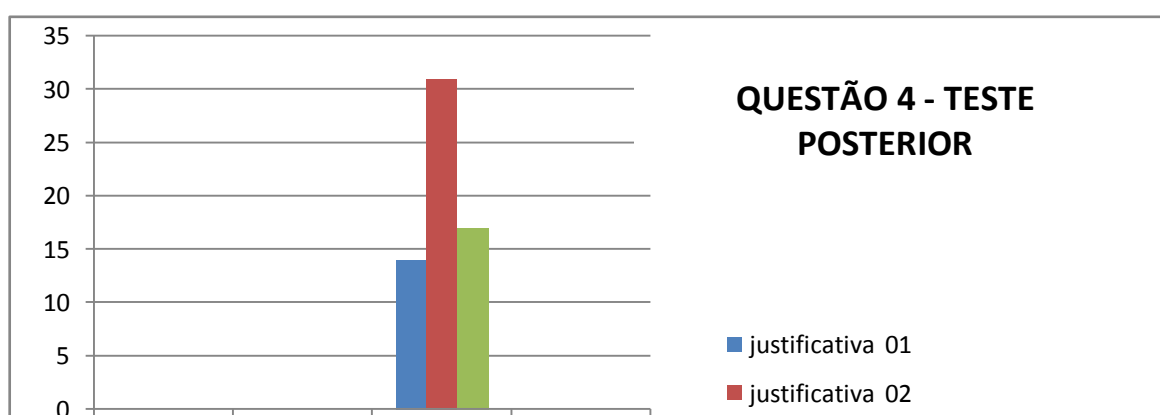


Figura 9 - Respostas ao teste posterior da Questão 4

Justificativa 01 – relacionado a aspectos ambientais (menor poluição, menos impactos ambientais).

Justificativa 02 – aspectos econômicos (bom para a economia do estado-09, grande produtor de biocombustíveis-03, muitas terras-07, muitas matérias-primas, possibilidade de pesquisas, queimadas podem ser aproveitadas, atrair recursos, bom para o futuro).

Justificativa 03 – aspectos negativos (interferência na produção de alimentos-17, o estado não precisa, mais viável hidrelétrica, mais lucro na agricultura).

RESPOSTAS TESTE POSTERIOR	
Sim, com comentários	40
Sim, sem comentários	2
Não	19
Não Responderam	4

Quadro 7 – Sumário de Respostas do teste posterior da Questão 1

Questão 05 – O que você entende por efeito estufa e chuva ácida? Qual a relação com os combustíveis fósseis?

Busca-se identificar como os alunos relacionam o uso de combustíveis com os impactos ambientais, identificando os tipos de gases que os produzem e a participação de cada tipo de combustível nesses fenômenos.

RESPOSTAS TESTE ANTERIOR – EFEITO ESTUFA	
R-01 – melhor resposta – aquecimento do planeta causado pela emissão de gases	05
R-02 – É o aumento da temperatura	10
R-03 – Efeito estufa é proveniente de gases (poluição) na atmosfera	24
R-04 – É uma forma que a Terra mantém a temperatura constante	02
R-05 – É fundamental para a nossa sobrevivência porém o uso em excesso faz mal	04
R-06 – Efeito estufa é a perda da camada de ozônio	11
Outras – Efeito estufa é o desmatamento. Efeito estufa é a poluição do mundo. Efeito estufa é causado pelos gases das vacas. Efeito estufa é o que não passa na atmosfera.	06
Resultado do uso de combustíveis fósseis.	21

RESPOSTAS TESTE POSTERIOR – EFEITO ESTUFA	
R-01 – É o aumento da temperatura atmosférica (aquecimento global, aquecimento da Terra).	15
R-02 – É o aumento de gases (fumaça, ar poluído, CO ₂ , substâncias tóxicas) na atmosfera.	28
Outras Efeito estufa é fundamental para a nossa sobrevivência. Sem ele morreríamos congelamento. Efeito estufa é causado pelo aumento de poluição na camada de ozônio. Efeito estufa é a contribuição para formar chuva ácida.	10
Não responderam.	07

Quadro 8– Sumários de respostas aos testes anterior e posterior da Questão 5 – Item Efeito Estufa

RESPOSTAS TESTE ANTERIOR – CHUVA ÁCIDA	
R-01 – Gases liberados na atmosfera retornam em forma de chuva.	15

R-02 – Chuva ácida é provocada por combustível fóssil .	14
R-03 – Depois de muito tempo sem chover, mistura de gases cai como chuva ácida.	06
R-04 – Poluição acumulada gera chuva ácida.	03
R-05 – Chuva ácida é causada pelo calor.	03
R-06 – Chuva ácida é consequência do efeito estufa.	02
R-07 – Outras respostas Chuva ácida não sei o que é, mas é bom evitar o contato com a pele. Chuva ácida é causada pelos gases liberados das vacas. Chuva ácida é gerada pelo efeito estufa.	13

RESPOSTAS TESTE POSTERIOR – CHUVA ÁCIDA	
R-01 – Gases poluentes lançados na atmosfera voltam na chuva ácida.	15
R-02 – Liberação de gases poluentes dos combustíveis fósseis causam chuva ácida.	29
R-03 – Outras respostas Chuva ácida é a chuva que limpa o ar. Chuva ácida é o resultado do calor com poluição, além da baixa umidade do ar.	13

Quadro 9– Sumários de respostas aos testes anterior e posterior da Questão 5 – Item Chuva Ácida

No teste anterior, 21 respostas relacionaram chuva ácida com combustíveis fósseis e 10 respostas definiram a chuva ácida como reações prejudiciais à saúde. No teste posterior, 07 alunos não responderam a questão e 29 respostas estão ligando diretamente combustíveis fósseis com chuva ácida, melhor que no teste anterior.

Questão 06 – Que assuntos da Física são importantes para a compreensão dessas questões?

Busca-se com essa pergunta identificar como os alunos percebem que a Física é uma ciência que estuda os fenômenos da natureza, ou seja estuda o ambiente e suas transformações. Busca assim estabelecer relações entre os conceitos da Física (tradicional) e os conceitos de transformações ambientais.

RESPOSTAS TESTE ANTERIOR	
R-01 – Energia 06(formas de energia -03, energias renováveis-07, transformação de energia-03, conservação de energia-01).	20
R-02 – Energia e o Impacto Ambiental	09
R-03 – Calor	04
R-04 – Gases	03
R-05 – Pressão	03
R-06 – Meio Ambiente e Impacto Ambiental	28
R-07 – Outras respostas(Termodinâmica-02, Físico-química-02, Termofísica-01, Termoquímica-01, Temperatura-01, Trabalho-01, Movimento-01, Volume-01).	10
Alunos que não responderam	13

Quadro 10– Sumários de respostas ao teste anterior da Questão 6

Concepções espontâneas: "O que faz mal e o que faz bem", "A Física busca soluções para entender o mundo", "...busca soluções para melhorar o meio ambiente", "Energia, combustão e consciência para prevenir a poluição", "Estudo de tudo que estuda o conceito estrutural da vida".

RESPOSTAS TESTE POSTERIOR	
Energia	30

Fontes de energia	15
Energia sustentável/renovável	13
Biocombustível	13
Temperatura	24
Calor	16
Força	13
Potência	10
Velocidade	11
Pressão	11
Termofísica	8
Trabalho	7
Movimento	6
Aceleração	5
Dilatação	4
Outros: gravidade/ massa/ mecânica/ luz/ ondas/ volume / calor específico/ termoquímica/ combustíveis fósseis/energia verde/ energia em ondas.	21

Quadro 11– Sumários de respostas ao teste posterior da Questão 6

Concepções espontâneas: "A Física é uma grande amiga das coisas sustentáveis",

"Tem que abordar tudo o que possa fazer mal ou bem para a humanidade de forma sustentável".

Aumentou significativamente as respostas esperadas. Praticamente todos os conceitos físicos possuem algum tipo de relação com os fenômenos que classificam como ambientais. No teste posterior observa-se que diminuiu as respostas que se considera como concepções errôneas.

DEBATE

Durante os debates, os alunos se dispuseram a mostrar o que aprenderam, sem receio de expor suas ideias, e cada grupo elaborou três questões a partir temas apresentados pelo professor no teste anterior. As questões foram discutidas com entusiasmo sendo às vezes necessária a intervenção do professor mediador.

Fontes de energia foi o tópico mais discutido como exemplificado abaixo:

Aluno 1: “o biocombustível é melhor que o combustível de fonte fóssil porque não causa tanta poluição”.

Aluno 2: “o mais importante é que o biocombustível é de fonte renovável. Quer dizer, o CO₂ emitido poderá ser novamente incorporado à biomassa.”

Aluno 3: “também é importante a gente considerar a quantidade de uso de combustível. Existe um limite para a capacidade de renovação de biomassa”.

Alunos de outras turmas que não participaram pediram que sejam realizados também em suas classes.

Depois do debate cada aluno respondeu, individualmente, um questionário com as mesmas questões do pré-teste, com o objetivo principal de analisar a influência das atividades na aprendizagem do material estudado.

5. Considerações Finais

Analisando as respostas dos testes foi possível constatar evidências de aprendizagem significativa crítica. A título de exemplo, cito novamente a resposta do aluno de que os biocombustíveis, tidos pela mídia como a solução para os problemas ambientais, podem aumentar os preços dos alimentos.

Considera-se, então que a inclusão de temas de caráter científico e relevantes no contexto social do aluno aos temas da grade curricular tradicional pode aumentar o interesse do aluno para a aprendizagem.

A diversidade de material educacional, preconizada por Moreira, pode ter efeito positivo desde que seja utilizada com critério. A utilização de *softwares* com animações interativas contribui para uma maior participação do aluno.

Foi possível perceber que os conceitos físicos se tornaram mais elaborados assim como o caráter crítico relacionados aos temas ambientais.

Ficou clara a percepção que a prática pedagógica de acordo com os princípios facilitadores de Marco Antonio Moreira pode proporcionar uma aprendizagem de acordo com o objetivo desse trabalho.

Nas atividades em sala de aula, em que se estimulou a participação do aluno nos trabalhos em grupo, foi possível constatar o interesse dos alunos na discussão de temas científicos, complementares ao currículo tradicional.

Essas práticas, de acordo com a TASC, proporcionam condições aos alunos de se posicionar em relação a diferentes temas tratados, fundamentando suas posições em argumentos científicos.

Considera-se então que o produto educacional desenvolvido tem potencial para contribuir com uma aprendizagem significativa crítica, principalmente como complemento ao livro didático, quando se tratar dos assuntos que são abordados. Observou-se, por exemplo, que o produto permite condições ao aluno de se posicionar no contexto social. À discussão de temas como chuva ácida, efeito estufa e desmatamento seguiram-se posicionamentos importantes como esse: “as terras férteis de Mato Grosso devem produzir alimentos para o homem e não para as máquinas”

Para o ensino de Física, o produto educacional significa uma tentativa de envolver mais os alunos com as discussões de temas atuais e importantes para a Ciência e que despertam seu interesse.

Para a rede de ensino significa uma contribuição, teoricamente fundamentada, mesmo que modesta, na medida em que os produtos dos novos mestres, juntos, podem melhorar a qualidade da educação, principalmente nas questões curriculares.

6. Referências Bibliográficas

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**, Tradução para o português de Eva Nick et al., da 2ª edição de **Educational psychology: a cognitive view**. Rio de Janeiro; Interamericana, 1980

BIANCHIN, Victor e SILVEIRA, Gabriel. Como é Produzido o Etanol? **Mundo Estranho**. Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-e-produzido-o-etanol>>. Acesso em: 10 de Nov. de 2012.

BRASIL. **ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 10 de Nov. de 2012.

BRASIL. **Petrobrás – Energia, Pré-Sal, Biocombustíveis e Tecnologia**. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/>>. Acesso em: 10 de Nov. de 2012.

DIESEL, Rudolf. **História do Biodiesel**. ECIRTEC. 1911. Disponível em: <<http://www.ecirtec.com.br/pagina.php?codigo=10&menu=7>>. Acesso em: 10 de Nov. de 2012.

FERRARI, Paulo Celso. **O Momento Linear e a Relevância das Sínteses na Educação em Ciências**. Cuiabá, 1998. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Mato Grosso.

FINKEL, Don (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publications de la Universitat de Valencia. Tradução para o espanhol do original *Teaching with your mouth shut*. 292p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido** Rio de Janeiro : Edições Paz e Terra 1ª Ed (1970) 184p

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia*. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1997.

GODOY, A. S.. Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo, v. 35, n. 2, Mar./Abr. 1995. p. 57-63.

GOWIN, D.B. **Educating**. Ithaca, NY: Cornell University Press. 1981.

JOHNSON-LAIRD, Philip, N. **Mental models** Cambridge, MA, Harvard University Press, 1983.

KELLY, George (1963). A theory of personality – The psychology of personal constructs. New York: W.W. Norton & Company. 189p.

MARQUES, Lais Costa. Como a cana-de-açúcar vira combustível?. **Revista UFMT Ciência**, Nº1 Set/Out/Nov 2010, p.8-10.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999

----- . **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: UFRGS Instituto de Física, 2005.

----- . **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora UnB, 2006a.

----- . **Mapas conceituais & Diagramas V**. Porto Alegre: Ed. Do autor, 2006b.

MOREIRA, M.A & SOUSA, C.M.S.G. Organizadores prévios como recursos instrucionais. **PADES/UFRGS, Melhoria do Ensino (7)**, 1980.

MOREIRA, M. A., NOVAK, J. D. **Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordos metodológicos**. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, 6(1): 3-18, 1988.

MUNDO DA CANA. **Problemas ambientais da indústria de cana**. Disponível em: <<http://mundodacana.blogspot.com.br/2009/06/problemas-ambientais-da-industria-de.html>>. Acesso em: 10 de Nov. de 2012.

NOVAK, J.D(1981) . **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira. Tradução de M.A. Moreira do original *A theory of education*, Cornell University Press, 1977

POSTMAN, Neil & WEINGARTNER, Charles (1969). Teaching as a subversive activity. New York: Dell Publishing Co. 219p.

POSTMAN, Neil. **Technopoly: the surrender of culture to technology**. New York: Vintage Books/Random House. 1993. 222 p.

----- . **The end of education: redefining the value of school**. New York: Vintage Books/Random House. 1996. 208p

RINALDI, Carlos et.al., **Comunicações: o ensino de Física a nível médio em Mato Grosso**. Cad. Cat. Ens. Fis., vol 14, nº 1: p.93-102, abr.1997

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **Instrumentação para o ensino de ciências**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2010.

SILVA, Evandro José da. **Equilíbrio líquido-líquido em misturas de hidrocarbonetos+alcóis: comportamento de fases e desenvolvimento de aditivos para aumentar a miscibilidade em misturas de óleo diesel+etanol.** Tese. Instituto de Química. Universidade Estadual de Campinas, SP. 2005

SILVA, Marco. **A interatividade na sala de aula** Revista Presença Pedagógica, Ed. Dimensão. 18, Nº 106 jul/ago, 2012.

