UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO

Tiago Nery Ribeiro

ANIMAÇÕES INTERATIVAS COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA: A CONCEPÇÃO DOS PROFESSORES.

São Cristóvão - SE
Agosto – 2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Tiago Nery Ribeiro

ANIMAÇÕES INTERATIVAS COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA: A CONCEPÇÃO DOS PROFESSORES.

Dissertação de Mestrado submetida ao Núcleo de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Profª. Drª. Maria Inêz Oliveira Araújo.

São Cristóvão - SE
Agosto – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Ribeiro, Tiago Nery
R484a Animações interativas como instrumento pedagógico nas aulas experimentais de física : a concepção dos professores / Tiago Nery Ribeiro. – São Cristóvão, 2009.
133 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Educação) – Núcleo de Pós-Graduação em Educação, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2009.

Orientadora: Profª. Drª. Maria Inês Oliveira Araújo.

1. Educação – Ensino de física. 2. Tecnologia da informação - Software de animação. 3. Metodologia de ensino - Animação interativa – Instrumento pedagógico. I. Título.

CDU 37.02:51

FOLHA DE APROVAÇÃO

"ANIMAÇÕES INTERATIVAS COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA: A CONCEPÇÃO DOS PROFESSORES"

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM

21 DE AGOSTO DE 2009

PROFª. DRª. MARIA INÊZ OLIVEIRA ARAÚJO

PROFª. DRª. SIMONE DE LUCENA FERREIRA

PROF. DR. HENRIQUE NOU SCHNEIDER

SUPLENTE

DEDICATÓRIA

À minha esposa Patrícia e a minha filha Ana Patrícia,

Com muito amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha esposa Patrícia Soares de Lima que colaborou de tantas maneiras neste trabalho, com o estudo e com a vida, com companheirismo e atenção incondicionável em todo momento, com dedicação e paciência, sendo como ninguém a minha maior torcedora e motivadora, o seu amor é o combustível da minha vida.

A minha filha Ana Patrícia que nasceu durante a construção desse trabalho e mudou a minha vida, muito obrigado pela paciência dos muitos momentos em que não me fiz presente, meu amor.

A meu pai Pedro Francisco Ribeiro e a minha mãe Nevolanda Almeida Nery Ribeiro, pessoas que sempre me ajudaram e incentivaram, que plantaram em mim o valor e a necessidade de estudar. A eles todo o meu afeto, carinho e gratidão pela educação, pelo amor, pelo exemplo.

Aos meus irmãos Iana Edite e Tomás, pela atenção generosa e o afago de irmão nas horas difíceis.

A todos os meus familiares e em especial minhas tias Valdeci e Bernadete pela atenção e presença em todos os momentos de construção desse trabalho.

A minha orientadora, Profª Drª Maria Inêz Oliveira Araújo, pelo auxílio na construção desta pesquisa, criticando, avaliando, indicando e sugerindo. Um agradecimento especial pela paciência, pela exigência e pela confiança, que levaram o trabalho para além de uma obrigação acadêmica, colocando-o no campo da realização e da satisfação.

À profª Msc. Djalma Andrade pelo auxílio na concepção do projeto e pela amizade e carinho com que minha comadre me ajudou em algumas das minhas crises, pelas dúvidas que tirou, e pela sua forma firme e doce de me mostrar às coisas, devolvendo-me o equilíbrio em momentos importantes.

A todos os professores do Núcleo de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Sergipe pelos incentivos e ensinamentos recebidos.

Ao Professor Dr. Henrique Nou Schneider, meu primeiro professor no mestrado, pelo seu incentivo e atenção no processo de construção do trabalho, e também por estar na minha banca. Com seu olhar criterioso, meu trabalho tem muito a ganhar.

À Professora Drª. Simone de Lucena Ferreira, pela importante participação da banca examinadora, auxiliando muito a reorientar a pesquisa.

À Professora Drª. Divanízia do Nascimento, pelas orientações precisas na banca de Qualificação, que me auxiliaram muito a reorientar a pesquisa.

À Professora Drª. Maria Neide Sobral pela boa vontade com que me ajudou na leitura criteriosa do meu texto na Qualificação.

À profª Cristina e a profª Tânia, pelo auxílio na construção do abstract, na revisão ortográfica e pela atenção em todo o processo de construção do trabalho.

A todos os colegas que fizeram parte dessa jornada e que participaram ativamente do meu aprendizado.

A todos da secretaria do NPGED/UFS, pelo atendimento sempre atencioso e cortês.

Aos professores Ricardo, Mário, Michel e Manoel Messias pela valorosa e atenciosa participação na pesquisa.

Gostaria imensamente de agradecer a todos aqueles que de forma direta ou indireta puderam contribuir de alguma maneira com a construção desse trabalho. Para vocês, meu abraço fraterno e meu reconhecimento.

Não basta ensinar ao homem uma especialidade. Porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. ... Deve aprender a compreender as motivações dos homens, suas quimeras e suas angústias para determinar com exatidão seu lugar exato em relação a seus próximos e à comunidade. Estas reflexões essenciais, comunicadas à jovem geração graças aos contatos vivos com os professores, de forma alguma se encontram escritas nos manuais. É assim que expressa e se forma de início toda a cultura. Quando aconselho com ardor "as Humanidades", quero recomendar esta cultura viva e não um saber fossilizado, sobretudo em história e filosofia.

Albert Einstein

RESUMO

A inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação nas escolas é um processo que já foi iniciado, e que, tenderá a modificar, mais cedo ou mais tarde, o perfil do processo de ensino-aprendizagem. Os softwares de animação podem se tornar uma alternativa para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem de Física, tornando-o mais significativo para o aluno. Por isso, este trabalho teve como objetivo analisar as concepções dos professores de Física do ensino médio sobre o software de animação como instrumento pedagógico nas aulas e as possibilidades de proporcionar a aprendizagem. Para isso, estabelecemos um quadro teórico sobre os critérios de avaliação e definição de software de animação como instrumento pedagógico; conhecemos as dificuldades que os professores de Física encontram no processo de ensino-aprendizagem; caracterizamos o software Transformações Termodinâmicas para análise prévia dos professores e analisamos as concepções dos mesmos sobre o software de animação. Para tanto, utilizamos como aporte teórico a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Para o desenvolvimento da pesquisa, foi utilizada uma metodologia qualitativa através de uma entrevista semiestruturada. Nesse sentido, a partir do quadro teórico e das concepções dos professores, podemos vislumbrar que uma das principais características de um software de animação, como ferramenta pedagógica nas aulas experimentais de Física, é como ele pode favorecer o processo de ensino aprendizagem, como o aluno deve construir o seu conhecimento entre o teórico e o experimental, entre o estático e o dinâmico. Podemos também evidenciar, que as concepções dos professores puderam validar o conjunto de critérios definidos no quadro teórico que são preponderantes no processo de aprendizagem com esse tipo de ferramenta, que são: a base pedagógica utilizada na construção do software e os aspectos técnicos.

Palavras-chave: Ensino de Física; Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC); softwares de animação.

ABSTRACT

The integration of Information Communication Technology in schools is a process that has already started, and that tend to change sooner or later, the profile of the teaching-learning process. The animation software can become an alternative to streamline the process of teaching and learning of physics, making it more meaningful for the student. Therefore, this study aimed to examine the concepts of physics teachers in high school about the software of animation as a pedagogical tool in the classroom and provide opportunities for learning. For this, we established a theoretical framework on the evaluation criteria and definition of software for animation as a pedagogical tool, know the difficulties that teachers of physics are in the process of teaching-learning software transformations characterize the thermodynamic analysis prior to the teachers and analyze the conceptions of the same software on the animation. Then, we established a theoretical framework on the evaluation criteria and definition of software for animation as a pedagogical tool, know the difficulties that teachers of physics are in the process of teaching-learning software transformations characterize the thermodynamic analysis prior to the teachers and analyze the conceptions of the same software on the animation. For this purpose, as a theoretical contribution to the meaningful learning theory of David Ausubel. For the development of the research we used a qualitative methodology using a semi-structured interview. Accordingly, from the theoretical framework and concepts of the teachers can see that one of the main characteristics of software as a tool for teaching animation classes in experimental physics is how it can facilitate the process of teaching learning and the student must construct the their knowledge of the theoretical and experimental, between the static and dynamic. We also show that the conceptions of teachers could validate the set of criteria defined in the theoretical framework that are predominant in the learning process with this type of tool, which are the basis used in the construction of educational software and the technical aspects.

Keywords: Teaching of Physics, Information and Communication Technology (ICT), software for animation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Identificação dos fatores dificultadores do processo de ensino-aprendizagem de Física.	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Identificação dos fatores dificultadores do processo de ensino-aprendizagem de Física.	80
Figura 2	tela inicial do software	84
Figura 3	Animação que rege o movimento do embolo no sistema termodinâmico, tipo de transformação, quantidade de mols e valores iniciais atribuídos.	85
Figura 4	mapa conceitual interativo das transformações termodinâmicas.	86
Figura 5	tela do software para uma transformação adiabática.	103
Figura 6	tela do software para uma transformação isobárica.	104
Figura 7	tela do software para uma transformação isobárica em desenvolvimento.	105
Figura 8	tela do software para uma transformação isobárica a 4 mols.	106

SIGLAS E ABREVIATURAS

CNE	Conselho Nacional de Educação.
DEA	Diretória de Educação de Aracaju
MEC	Ministério da Educação e Cultura
NOA	Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem
NPGED	Núcleo de Pós-graduação em Educação
OA	Objetos de Aprendizagem
OAV	Objetos de Aprendizagem Virtual
PCN	Parâmetro Curricular Nacional
Q	Quantidade de calor recebida ou cedida num sistema térmico
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
SEED	Secretaria de Estado de Educação - Sergipe
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFS	Universidade Federal de Sergipe
TIC	Tecnologia da informação e Comunicação
WEB	World Wide Web
τ	Trabalho realizado pelo sistema ou que é realizado sobre o mesmo;
ΔU	Variação da energia interna do sistema
ΔW	Variação de Trabalho

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 14

I – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA METODOLOGIA DE ENSINO 27

1.1 - Diferentes olhares teóricos sobre a aprendizagem. 28

1.2 - Aprendizagem Significativa: A teoria de aprendizagem de David Ausubel 31

1.3 – Mapa Conceitual: organizando o conhecimento 37

II – A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A APRENDIZAGEM. 40

2.1 - Tecnologia, Educação e Sociedade. 41

2.2 – A Tecnologia da informação e da comunicação como suporte enriquecedor do processo ensino-aprendizagem. 44

2.2.1 – As Tecnologias da Informação e da Comunicação no ensino de Física. 47

2.2.2 – O computador no ensino de Física. 51

2.3 – A animação interativa e a aprendizagem dos conceitos da Termodinâmica – uma construção conjunta. 58

2.4 – Mídias e a formação do professor 64

III – ANIMAÇÕES INTERATIVAS: CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE O SOFTWARE DE ANIMAÇÃO COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA 69

3.1 - Quadro teórico sobre os critérios de avaliação e definição de software de animação como instrumento pedagógico. 70

3.2 – Dificuldades e perspectivas, nas concepções dos professores, sobre a utilização de software de animação como instrumento pedagógico para abordagem de conteúdos de Física para a educação básica, em nível médio. 77

3.3 – Caracterização do software de animação "Transformações Termodinâmicas" da NOA – UFPB. 84

3.4 - Concepções dos professores sobre os critérios de avaliação de software de animação como instrumento pedagógico nas aulas de Física. 90

IV – CONSIDERAÇÕES E IMPLICAÇÕES DA PESQUISA 110

V – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 114

VI – ANEXOS 122

INTRODUÇÃO

Numa sociedade na qual a Tecnologia e a Ciência estão se desenvolvendo numa rapidez cada vez maior, justificando as profundas implicações para a vida das pessoas, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) vêm também se destacando por sua presença e influência marcantes na dinamização das atividades de um grande número de setores.

Acompanhando as necessidades da sociedade, as TIC vêm se tornando um dos alicerces do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem, e, dessa forma, ela tem sido influenciada nos últimos anos por uma revolução devido à utilização de computadores como mediadores do ensino.

Assim, toda discussão sobre a contemporaneidade e os possíveis caminhos que a sociedade deve trilhar no século XXI inclui, necessariamente, a presença das TIC.

Vivendo em um mundo globalizado, no qual a realidade socioeconômica imprime transformações demasiadamente aceleradas, e no qual a escola tem um papel fundamental na integração do educando com a realidade social, cabe, aos educadores, em sintonia com toda a comunidade escolar, viabilizar formas para a operacionalização de um conjunto de atividades que atenda essas novas perspectivas sociais.

A sociedade cobra um ensino de qualidade e quer que a escola seja capaz de tornar o educando um cidadão que tenha a competência de analisar diversos problemas, solucioná-los, buscando o espírito crítico e o domínio de habilidades.

Em nossa concepção, o ato de ensinar significa, acima de tudo, dar uma direção ao processo de aprendizagem do aluno. Utilizando outras palavras, cabe, a nós professores, com o auxílio de novas ferramentas educacionais, auxiliar o aluno a apropriar-se do conhecimento organizado que constitui a estrutura da Física e das demais Ciências.

As TIC na escola colocam toda a comunidade escolar frente a um novo processo educativo que, segundo Heckler (2007), podem prosseguir, “frear”, voltar, re-estudar ou aprimorar conceitos vistos em sala de aula, aprofundar e criar suas investigações e interpretações sobre o assunto, baseados em outras informações pesquisadas ou discutidas com diferentes autores ou colegas, via internet.

Na medida em que as informações são interpretadas e utilizadas pelo aluno, essas operam sobre o mesmo, que, pela interação através das interfaces da máquina, a partir das diversas possibilidades, renova-se e se modifica, desenvolvendo e participando ele mesmo, de um processo criativo contínuo e imprevisível.

Além de motivadoras, as TIC podem ser consideradas um recurso didático que permite estabelecer relações cognitivas abertas em que o indivíduo se permite errar e aprender com o erro, errar e não se sentir pré-julgado no seu erro, tentar novamente até aprender. Muito mais que uma memorização, elas podem oportunizar o desenvolvimento de habilidades e o estímulo ao surgimento de novas aptidões, na medida em que criam as condições necessárias para o aprender fazendo.

É evidente a importância do uso do computador nas instituições de ensino. Como qualquer ferramenta educacional, o computador possui vantagens e desvantagens, sendo mais apropriado para algumas aplicações do que para outras, não sendo a resposta para os problemas educacionais, nem o abandono do que é bom no sistema educacional. Depende de qualidades humanas para que ele seja usado de uma forma eficiente.

A utilização da informática nas instituições de ensino tem o fator motivador dos alunos, podendo ser uma ótima ferramenta nas atividades de fixação dos conteúdos, principalmente naqueles que em Física têm um alto grau de complexidade e abstração.

Para Frederic Litto:

> Estas tecnologias são importantes para mostrar aos alunos fenômenos e conceitos difíceis de serem compreendidos apenas através da palavra falada**.** É importante também que os alunos aprendam a manuseá-las, porque o seu uso eficaz seria mais uma capacidade adquirida e levada para o seu futuro, seja qual for a sua escolha profissional. (...) é da responsabilidade dos professores passar estes conhecimentos para os seus alunos. (LITTO, 2001, p. 2).

Assim, segundo Bonilla (1995), as Tecnologias da Informação e Comunicação são incorporadas aos processos pedagógicos, na maioria dos casos, como instrumentos auxiliares, o que significa considerá-las apenas como mais um recurso didático-pedagógico, em que o fundamental torna-se a análise das técnicas, no máximo, das tecnologias, ganhando importância, apenas, a capacitação operativa dos profissionais da educação.

Nessa concepção considera-se que as TIC são uma evolução, às vezes, brusca, dos velhos projetores de slides ou retroprojetores, ou dos conhecidos livros didáticos. O que se busca é a utilidade dessas novas ferramentas e *softwares* que possam oportunizar novas situações de aprendizagem.

Através de processos que atingem várias áreas da sociedade do conhecimento, a educação está sendo profundamente afetada, não só nos seus métodos como também nos seus objetivos, com a presença cada vez mais frequente de computadores no seu cotidiano.

No ambiente escolar, nossa experiência evidencia que os professores, ao usar recursos computacionais, são rapidamente ultrapassados por seus alunos, que têm condições de explorá-los de maneira mais criativa, provocando-nos algumas indagações quanto ao papel do professor e da educação.

Para Toffler (1990), a nossa sociedade caracteriza-se como sociedade do conhecimento, onde as informações e as inovações são processadas muito rapidamente e que, para viver nela, é necessário ser pessoas flexíveis, criativas, atualizadas e com a capacidade de aprender a aprender.

Nesse contexto, o nosso papel, como educadores, é preparar o jovem para ser incluído nessa nova realidade, tornando-se, então, necessário conhecimento científico, que não precisa necessariamente passar pelo domínio de sua linguagem mais complexa, seu formalismo matemático, mas deve permitir a compreensão de suas consequências para o cotidiano das pessoas. Afinal, entender o mundo e participar das tomadas de decisões é desenvolver a cidadania e, também, possibilitar a sua participação no poder como sujeito, pois:

> A ciência e a tecnologia se baseiam em valores do cotidiano de cada época, que põem em questão as nossas convicções e o nosso conhecimento de mundo. Elas são, na maioria de seus aspectos, a aplicação sistemática de alguns valores humanos, tais como a diligência, a dúvida, a curiosidade, a abertura para novas idéias, a imaginação, e de outros como a disciplina e a perseverança, que precisam ser despertados em todos os seres humanos. Não são apenas os cientistas ou os tecnólogos que devem respeitá-las ou entendê-las. É preciso que todas as pessoas sejam conscientizadas do amplo universo que a ciência e a tecnologia incorporam e como os seus valores demonstram dramaticamente o seu grau de importância no avanço do conhecimento, do bem-estar e também de riscos e

> prejuízos. Por conseguinte, se a ciência e a tecnologia forem ensinadas e construídas nestas perspectivas junto a todos, o resultado será o reforço dos valores humanos indispensáveis para nossa compreensão de mundo (BAZZO, 2005, p. 2).

No contexto da educação brasileira, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica estabelecem a reforma curricular do ensino médio dividindo o conhecimento escolar em três áreas do conhecimento - Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Essa estruturação por área de conhecimento justifica-se por assegurar uma educação de base científica e tecnológica. Busca-se, assim, trabalhar conceitos, aplicação e solução de problemas concretos integrando-os a componentes socioculturais. (PCN, 1999 p. 32).

Trata-se de construir uma visão que, segundo os PCN,

> esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Principalmente para aqueles jovens que, após a conclusão do ensino médio, não venham a ter mais qualquer contato acadêmico com o conhecimento das três áreas, em instâncias profissionais ou universitárias, ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem (PCN+, 2004, p. 59).

O aprendizado além de contribuir para o conhecimento técnico deve possibilitar uma cultura mais ampla que permita ao aluno desenvolver meios para interpretar fatos naturais, para compreender procedimentos e equipamentos do seu cotidiano, como para articular uma visão do mundo natural e social numa efetiva implementação de atividades que o envolva na contextualização dos saberes.

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio,

> "o ensino de Física deve assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador e o desejo de conhecer o mundo em que habita, visto que desenvolver competências e habilidades em Física é lidar com os seus próprios objetos. Estes devem estar relacionados com a natureza e a relevância contemporânea dos processos e fenômenos físicos, cobrindo diferentes campos de fenômenos e formas de abordagem, privilegiando as características mais essenciais que dão consistência ao saber da Física e permitem um olhar investigativo sobre o mundo real". (PCN+, 2004 p. 53).

Fazendo um paralelo entre a escola que utiliza as novas Tecnologias da Informação e Comunicação e o ambiente de ensino tradicional, de um lado,

encontramos a evolução rápida dos computadores e das telecomunicações afetando todos os níveis escolares. Do outro, visualizamos uma escola onde o professor, um imigrante digital, apresenta aulas tradicionais, com apenas giz, quadro, livro, exercícios impressos e a sua boa vontade.

Métodos de ensino como esses não são suficientes para a compreensão de fenômenos físicos, uma vez que são dinâmicos, difíceis de explicá-los através de recursos estáticos, desestimulando a criatividade e o envolvimento dos aprendizes.

A nossa experiência educacional mostra que a maior parte dos alunos vê a Física como uma Ciência cheia de códigos e fórmulas a serem memorizadas e de estudos de situação que, na maioria das vezes, estão totalmente alheias as suas experiências cotidianas. Em geral, esses alunos não fazem uma conexão entre a Física aprendida e o mundo ao seu redor.

Isso pode estar ligado ao fato que escolas possam ter adotado um modelo educacional fundamentado na transmissão do conhecimento, na escassez de recursos e na deficiente formação de professores, e o aluno é concebido como ser passivo, sem capacidade criativa, crítica e reflexiva, tornando-se um profissional com poucas habilidades que o façam sobreviver numa sociedade do conhecimento.

Um dos materiais que podem ser utilizados pedagogicamente nas escolas são os *software*s de animações que podem auxiliar na tentativa de explicar para os alunos fenômenos físicos, que são abstratos para serem "visualizados" através de uma descrição em palavras, e demasiadamente complicados para serem representados através de uma figura desenhada no quadro. As animações possibilitam observar em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias ou anos em tempo real, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que o desejar.

Assim, as animações no computador podem ser uma alternativa para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais significativo para o aluno interagir com os fenômenos a partir do controle da animação de forma lenta e gradual, em repetidas vezes, mantendo o controle sobre a ação do fenômeno e do seu ritmo de aprendizado, e a mídia fica à disposição do aluno, para a qualquer momento que ele desejar, possa estudar com ela. Além disso, incentiva a continuidade na busca pela

compreensão do fenômeno pela percepção visual e dinâmica manipuláveis até certo grau de permissividade da própria animação.

Segundo Tavares et al (2003), as animações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginários, de sistemas ou fenômenos, objeto de estudo da Física, e possibilitam a oportunidade de tornar compreensível, acontecimentos e fenômenos físicos. Além de serem úteis para experiências que não podem ser realizadas pelos alunos, por motivos tais como: experimentos perigosos, realizações muito caras, falta de equipamentos técnicos específicos, fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos em comparação com as escalas de tempo cotidianas.

Para Tavares & Santos:

> As animações são um poderoso aliado na exposição de fenômenos que variam com o tempo. Por maior que seja a capacidade de explanação de determinado mestre, ele esbarrará sempre nas dificuldades de expor um fenômeno físico dinâmico, através de recursos estáticos de que dispõe. É quase impossível, usando apenas giz e quadro negro, representar a dinâmica de um evento em uma seqüência de instantâneos como os desenhos de uma animação. Apenas um artista gráfico com grande habilidade conseguiria fazer esta concatenação de desenhos, em tempo útil de uma aula normal (TAVARES e SANTOS, 2003, p. 5).

Em nossa trajetória acadêmica e profissional, foi possível perceber algumas lacunas no contexto da formação dos licenciados em Física, não apenas relacionadas com a necessidade de perfis educacionais para atender às novas demandas postas pelas transformações da sociedade contemporânea, mas também, com respeito a implicações da abordagem de novas tecnologias no ensino de Física. Esse contexto não prioriza, segundo Rodrigues, a construção do conhecimento científico no ambiente escolar, de modo a condicionar não apenas o *fazer para, mas o fazer com*, em um processo construtivista que envolve a aprendizagem e seus agentes formadores: aprendiz, professor, conhecimento, pensamento crítico e criativo, ação instrumental (RODRIGUES, 2005, p. 22).

A utilização de ferramentas que possam descrever fenômenos físicos, permitindo ao aluno interagir com o mesmo de forma a facilitar o evento e a aprendizagem dos conceitos fez-nos observar que a situação era problemática, porque passamos a identificar nossas dificuldades e necessidades como professor em utilizar novos

métodos de ensino e, essas se tornaram referência e ponto de partida para questionamentos sobre os pontos frágeis na nossa formação e quais as possibilidades de superação.

Além do fato das TIC merecerem uma atenção especial, uma vez que aparecem nos Parâmetros Curriculares como parte integrante da área das Ciências da Natureza (PCN+, 2004). Observa-se também, que nos livros didáticos os conteúdos disciplinares selecionados e trabalhados pouco têm a ver com a tecnologia atual, ficando essa, na maioria das vezes, como simples ilustração.

Podemos, então, observar quanto se torna difícil imaginar que atualmente os profissionais de Educação não tenham as Tecnologias da Informação e da Comunicação incorporada ao seu cotidiano, bem como as escolas não a tenham como uma ferramenta cotidiana. É difícil também imaginar que o ensino médio forme um indivíduo supostamente preparado para o mercado de trabalho do futuro próximo, sem que este tenha tido pelo menos algum contato com a utilização de computadores.

É inevitável a adentração da informática no ambiente escolar, porém é importante que ela venha acompanhada de uma transformação pedagógica.

Deve-se, então, assumir práticas para se atingir a metáfora da alfabetização científica e tecnológica, que se aponta claramente como um dos grandes objetivos do ensino de Física no nível médio, que os educandos compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões significativas em acontecimentos sociais significativos.

A inserção das TIC nas escolas é um processo que já foi iniciado, e que tenderá a modificar, mais cedo ou mais tarde, o perfil do processo de ensino-aprendizagem. E nós, professores e pesquisadores, temos a função de procurar a melhor maneira para que essa modificação aconteça.

Por isso, a partir da observação da realidade e das questões inquietantes levantadas por professores em nosso ambiente escolar, decidimos priorizar neste trabalho o seguinte problema: Quais são as concepções que os professores de Física do ensino médio têm sobre a utilização de *software* de animação como instrumento pedagógico nas aulas de Física?

Para isso, tivemos como objetivo analisar as concepções dos professores de Física do ensino médio sobre o *software* de animação como instrumento pedagógico nas aulas e as possibilidades de proporcionar a aprendizagem.

Para tanto foi necessário:

- estabelecer um quadro teórico sobre os critérios de avaliação e definição de *software* de animação como instrumento pedagógico para a abordagem de conteúdos de Física para a Educação Básica, em nível médio;
- conhecer as dificuldades que os professores de Física encontram no processo de ensino-aprendizagem;
- analisar as concepções dos professores sobre o *software* de animação.

O propósito da pesquisa foi implementar uma base de sustentação teórico – metodológica capaz de possibilitar um estudo e análise do objeto observável de forma consistente e aprofundada. Por isso, para subsidiar metodologicamente o estudo, buscamos a abordagem do tipo "quali-quantitativa", que segundo Triviños, tanto as dimensões quantitativas, referente ao tratamento dos dados estatísticos, como as dimensões qualitativas, responsáveis pela qualidade interpretativa das informações, são partes integrantes dos fundamentos responsáveis pela interpretação do objeto de estudo (TRIVIÑOS, 1987, p. 25).

A escolha de tal metodologia se justifica não só pela dimensão qualitativa, cujas características inerentes a essa modalidade de investigação se ajustam aos objetivos a serem alcançados nesse estudo, como também pela dimensão quantitativa, a qual suscita objetividade e consistência à pesquisa.

Nesse contexto, dividimos o nosso trabalho em três momentos.

No primeiro momento, para a identificação das dificuldades e perspectivas, nas concepções dos professores, sobre a utilização de *software* de animação como instrumento pedagógico para a abordagem de conteúdos de Física na educação básica, em nível médio, foi aplicado um questionário (anexo 1).

Esse questionário faz parte da pesquisa exploratória que, segundo Michel, "é uma fase da pesquisa cujo objetivo é auxiliar na definição de objetivos e levantar informações sobre o assunto objeto de estudo" (MICHEL, 2005 p. 32), ajudando-nos a melhor verificar e aprofundar o problema de pesquisa, assim como definir os procedimentos para sua realização.

O questionário foi respondido por 32 professores de Física da Diretoria de Educação de Aracaju (DEA) da rede pública da Secretaria de Estado de Educação de Sergipe (SEED) que, de maneira voluntária e espontânea, quiseram participar da pesquisa.

Nessa etapa, de identificação dos fatores dificultadores do processo de ensino-aprendizagem de Física, a análise dos dados foi feita através de valores atribuídos no questionário, que foram de 0 a 5, em ordem crescente de dificuldade. E os dados foram tratados percentualmente da seguinte maneira: o somatório da pontuação 0 a 5 dividido por 160, que é o valor máximo de pontos que pode ser atribuído a cada quesito.

No segundo momento, Caracterização do *software* de animação "Transformações Termodinâmicas" da NOA – UFPB, seguindo os critérios estabelecidos no quadro teórico sobre a definição de animação interativa como estratégia para a aprendizagem e como instrumento pedagógico para a abordagem de conteúdos de Física na Educação Básica, em nível médio; permitiu-nos definir quais os fatores determinantes que o tornam um material de aprendizagem potencialmente significativo, ou seja, um material que se mostra de maneira intencionada, adequada e quase óbvia da pertinência do material para o ser humano.

Os critérios apresentados foram selecionados com base nas ideias expostas em listas de critérios de avaliação de *software*s disponíveis em Silva(1998), que são os de Oliveira et all (1987) e os de Niquini (1996), que se referem à produção e avaliação de *software* educativo e que leva em conta os fatores de qualidade do produto e seus objetivos.

Escolhemos o *software* "Transformações termodinâmicas" do Núcleo de Construção de Objetos de aprendizagem (NOA) da Universidade Federal da Paraíba sobre fenômeno físico das transformações Termodinâmicas por ele fazer parte do RIVED - Rede Interativa Virtual de Educação um programa da Secretaria de Educação à Distância – SEED-MEC, que tem por objetivo a produção de conteúdos pedagógicos

digitais, na forma de objetos de aprendizagem. Os objetos de aprendizagem produzidos pelo RIVED são atividades multimídia, interativas, na forma de animações **e** simulações, e são públicos e disponibilizados por meio do sistema de busca - repositório on-line, no site *http://www.rived.mec*.gov.*br* que permite visualizar, copiar e comentar os conteúdos publicados.

Também o fato de que não se pode mais conceber o ensino de Física, no nível básico, para os alunos, com fenômenos de natureza abstrata para serem "visualizados" através de uma descrição em palavras ou para serem representados através de uma figura desenhada no quadro, fez-nos escolher o conteúdo Termodinâmica, uma vez que nossa prática docente se mostra com dificuldades na compreensão somente na ação pedagógica através do professor, quadro e giz.

A Termodinâmica constitui-se em uma ponte muito conveniente para se fazer a ligação entre a Física e as ações do mundo moderno. Seu estudo propicia uma visão dos sucessos e deficiências do pensamento científico dominante no final do século 19, bem como de inconsistências que se tornaram grandes desafios na passagem para o século 20.

O momento também é oportuno para tal conteúdo uma vez que a velocidade com a qual se devastam e se desequilibram os sistemas que asseguram a sustentatibilidade humana, na Terra, frente à evolução tecnológica, continua infinitamente superior a nossa capacidade de gerar respostas educacionais, tornando-se uma força suficiente para interferir na inércia em que se encontra a descontextualização dos temas em nossas salas de aula. A sociedade humana como está é insustentável, entender os processos termodinâmicos pode auxiliar na compreensão dos inegáveis avanços tecnológicos pós-industriais e nas formas de utilização da energia.

No terceiro momento, analisamos as concepções dos professores de Física do ensino médio sobre o *software* de animação como instrumento pedagógico nas aulas e as possibilidades de proporcionar a aprendizagem.

O *software* foi entregue para a análise de quatro professores de Física de escolas da Diretoria de Educação de Aracaju (DEA) da rede pública da Secretaria de Estado de Educação de Sergipe (SEED) que fazem uso de recursos computacionais em seu dia-a-dia.

A partir do quadro teórico construído sobre o *software* de animação como instrumento pedagógico, cada professor participou de uma entrevista semiestruturada que, segundo Michel, é um ótimo instrumento de investigação, pois permite, a partir de uma conversação face a face, o alcance das informações necessárias para pesquisa (MICHEL, 2005 p. 42), permitindo ao entrevistador a liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada e explore mais amplamente questões abordadas.

As entrevistas foram gravadas em áudio e transcritas. A flexibilidade inerente ao roteiro da entrevista semiestruturada, previamente elaborado (anexo 2) permitiu aos entrevistados e ao entrevistador maior liberdade na interpelação dos dados levantados e constatar, na opinião dos educadores entrevistados, se o *software* de animação atendeu ou não aos principais requisitos como instrumento pedagógico auxiliar ao ensino de Física.

Assim, a escolha da entrevista semiestruturada para formalizar o início da coleta de dados sobre as concepções dos professores acerca dos critérios de avaliação de *software* de animação como instrumento pedagógico nas aulas de Física, deve-se, segundo Triviños (1987), ao fato de que este é um recurso de investigação que o pesquisador pode utilizar como técnica de coleta de informação:

> Podemos entender por entrevista semi-estruturada, em geral, aquela que parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses, que interessam à pesquisa, e que, em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas do informante. Desta maneira, o informante, seguindo espontaneamente a linha de seu pensamento e de suas experiências dentro do foco principal, colocado pelo investigador, começa a participar da elaboração do conteúdo da pesquisa. (TRIVIÑOS, 1987, p. 146).

Concluindo esta introdução, explicitamos que o corpo teórico apresenta-se dividido em Introdução, seguido do primeiro capítulo que mostra os enfoques teóricos, sob diferentes olhares, da aprendizagem, considerando que a construção do conhecimento humano desenvolve-se no convívio social, na interação entre indivíduo e a cultura na qual vive. Também realizamos um breve estudo sobre a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que deu sustentação a este estudo.

No segundo capítulo, tratamos da questão das Tecnologias da Informação e da Comunicação como ferramenta de aprendizagem e o ensino de Física, e a utilização de *softwares* de animação como ferramenta para o ensino da Termodinâmica. Também apresentamos uma investigação sobre as mídias e a formação de professores.

No terceiro capítulo, apresentamos a análise e discussão dos resultados obtidos: no estudo do quadro teórico sobre o tema, na aplicação do questionário, com um grupo de trinta e dois professores da DEA-SEED, visando a identificar dificuldades e perspectivas, nas concepções dos professores, sobre a utilização de *software* de animação como instrumento pedagógico para a abordagem de conteúdos de Física; na caracterização do *software* de animação "Transformações Termodinâmicas" da NOA – UFPB; e nas concepções dos professores sobre os critérios de avaliação de *software* de animação como instrumento pedagógico nas aulas de Física.

Finalmente, no quarto capítulo, fazemos algumas considerações e implicações deste estudo.

CAPÍTULO I

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA METODOLOGIA DE ENSINO

1.1 – Diferentes olhares sobre a aprendizagem.

É comum que os professores não vejam o conhecimento como algo que está sendo construído, mas algo terminado e que deve ser somente transmitido. E o ensino não pode ser visto como uma mera e mecânica transmissão linear de conteúdos curriculares do docente para o educando, mas um processo de construção de significados fundados nos contextos históricos em que se ensina e se aprende e, consequentemente, avalia-se. O processo de construção do conhecimento humano desenvolve-se no convívio social, na interação entre indivíduo e a cultura na qual vive. Isso é dinâmico, pois as situações escolares de ensino e aprendizagem são comunicativas, nas quais alunos e professores co-participam, concorrendo com influência igualmente decisiva para o êxito do processo.

Em Física, segundo os PCNs, o desenvolvimento das competências se dá:

> No contexto social e histórico a um conhecimento científico é um exemplo que não está restrito nem às ciências, nem à história, nem a uma soma delas. O que é necessário compreender é que, precisamente por transcender cada disciplina, o exercício dessas competências e dessas habilidades está presente em todas elas, ainda que com diferentes ênfases e abrangências. (PCN, 1999, p. 15)

Esse entendimento faz com que o professor procure produzir intervenções didáticas diferenciadas no intuito de fomentar as várias aprendizagens dos educandos, oferecendo a cada (...) "um dos meninos e meninas a oportunidade de desenvolver, no maior grau possível, todas suas capacidades" (ZABALA, 1998, p. 197). Logo, exigem-se práticas pedagógicas que não sejam indiferentes às diferenças socioculturais e cognitivas dos discentes, gerando os meios e os espaços para que se busque o seu desenvolvimento integral.

Reconhecer as diferentes trajetórias de vida dos educandos implica flexibilizar os objetivos, os conteúdos, as formas de ensinar e avaliar, em outras palavras, contextualizar e recriar o currículo. Zabala destaca que, para a concretização dessa flexibilidade, são importantes os seguintes questionamentos: quem são os meus alunos? Que sabem os alunos em relação ao que quero ensinar? Que experiências tiveram? O que são capazes de aprender? Quais são os seus interesses? Quais são os seus estilos de aprendizagem? (ZABALA, 1998, p.199). Como também é fundamental saber o que ensinar, qual a relevância social e cognitiva do ensinado para definir o que vai se tornar material a ser avaliado.

Esse é o ponto de partida, a determinação das finalidades ou objetivos da educação. Antoni Zabala cita que não existe uma única corrente psicológica, nem consenso entre as diversas correntes existentes, na verdade as aprendizagens dependem das características singulares de cada um dos aprendizes (ZABALA, 1998, p.34). Isso significa que devemos levar em conta tudo aquilo que o aluno viveu desde o seu nascimento, pois a forma como ele aprende e o ritmo de aprendizagem variam de acordo com as suas capacidades, motivações e interesses.

Observando e analisando, nas práticas pedagógicas, as metodologias utilizadas nas salas de aula, em uma perspectiva mais filosófica, é possível classificar as diferentes posturas aí assumidas pelos professores, em várias categorias. Por isso, torna-se necessária uma análise dos pressupostos teóricos que norteiam e determinam as diferentes posturas nas nossas ações educativas para opinarmos mais conscientemente na construção de toda a proposta de trabalho educativo.

De um modo geral, segundo Zabala (1998), podemos distinguir três grandes enfoques teóricos ao processo ensino-aprendizagem: o comportamentalista, o cognitivista e o humanístico. Segundo ele:

A corrente comportamentalista considera o aprendiz como um ser que responde a estímulos fornecidos pelo ambiente externo. Limita-se ao estudo de comportamentos manifestos e mensuráveis que podem ser controlados por suas consequências. Não leva em consideração o que ocorre dentro da mente do indivíduo durante o processo de aprendizagem, pois tem como premissa que o estudo do comportamento não depende de conclusões sobre o que se passa dentro do organismo.

A corrente cognitivista enfatiza o processo de cognição, através do qual o universo de significados do indivíduo tem origem: à medida que o ser se situa no mundo, estabelece relações de significação, isto é, atribui significados à realidade em que se encontra. Preocupa-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição, e procura identificar regularidades nesse processo. Ocupa-se, particularmente, dos processos mentais.

A corrente humanística vê o ser que aprende primordialmente como pessoa. O importante é a autorrealização da pessoa, o crescimento pessoal. O indivíduo é visto

como um todo, não só intelecto. Ele é a fonte de todos os atos e é essencialmente livre para fazer escolhas em cada situação. Seu comportamento é o reflexo observável disso.

Para Zabala (1998), nesse último enfoque, a aprendizagem não se limita a um aumento de conhecimentos, ela é penetrante e influi nas escolhas e atitudes do aprendiz. O ensino deve facilitar esse tipo de aprendizagem.

Podemos observar que as maiores diferenças parecem estar entre o enfoque comportamentalista e os outros dois, pois enquanto que no primeiro o aprendiz é visto mais como objeto, nos outros dois, ele é considerado mais como sujeito.

A psicologia cognitivista enfatiza a cognição, ao passo que a humanística destaca a autorrealização, mas em ambas o homem é sujeito. A comportamentalista, por outro lado, vê o homem como um ser cujo comportamento é controlado por suas conseqüências. Na prática, às vezes é possível identificar claramente a orientação seguida pelos teóricos do ensino e da aprendizagem, outras não, pois seus posicionamentos combinam diferentes aspectos de uma ou outra corrente, (MOREIRA et al, 1982, p.12).

Numa concepção cognitivista a aprendizagem é um processo de conhecimento, de compreensão de relações, em que as condições externas atuam mediadas pelas condições internas.

Sobre os conteúdos da aprendizagem, seus significados são ampliados para além da questão do que ensinar, encontrando sentido na indagação sobre por que ensinar. Desse modo, para Zabala, acabam por envolver os objetivos educacionais, definindo suas ações no âmbito concreto do ambiente escolar. Esses conteúdos assumem o papel de envolver todas as dimensões da pessoa, caracterizando as seguintes tipologias de aprendizagem – factual e conceitual (o que se deve aprender?), procedimental (o que se deve fazer?), e atitudinal (como se deve ser?) (ZABALA, 1998, p. 20).

Nesse sentido Zabala (1998) afirma em sua concepção de aprendizagem que não é possível ensinarmos sem nos determos nas referências de como os alunos aprendem, chamando a atenção para as particularidades dos processos de aprendizagem de cada aluno. O construtivismo é eleito como concepção metodológica em virtude da validação empírica de uma série de princípios psicopedagógicos como os esquemas de

conhecimento, o nível de desenvolvimento e dos conhecimentos prévios, e a aprendizagem significativa.

1.2 – Aprendizagem significativa: A teoria de aprendizagem de David Ausubel.

A ideia central da teoria da aprendizagem significativa é a de que o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Essa é uma teoria cognitiva e, como esperamos, busca explicar teoricamente o processo de aprendizagem segundo a ótica do cognitivismo. Isso significa que ela procura descrever, em linhas gerais, o que sucede quando o ser humano se situa e organiza seu mundo, preocupando-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação.

Ausubel (1963, 2002) propõe uma explicação teórica para o processo de aprendizagem envolvendo, principalmente, a aquisição de novos significados. O que podemos evidenciar em sua obra é que, a partir da teoria de aprendizagem, nós podemos desenvolver noções defensáveis de como alguns fatores decisivos no processo de aprendizagem serão utilizadas com maior eficácia.

Para Joseph Novak (1981), a aprendizagem significativa está subjacente à interação construtiva do pensamento, dos sentimentos e das ações que levam à capacitação humana tanto quanto ao compromisso e à responsabilidade.

Pode-se, então, dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se" em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva. Ou seja, novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidos significativamente na medida em que outras ideias, conceitos, proposições relevantes e inclusivas estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às primeiras.

Assim, a aprendizagem significativa se caracteriza por uma interação entre aspectos específicos relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, e não simplesmente por uma associação simples de aprendizagem mecânica, repetitiva e memorialística.

A aprendizagem significativa compreende a aquisição de novos significados cuja operacionalização requer certas condições que produzam uma potencialidade

significativa do material e a disposição positiva do indivíduo em relação à aprendizagem. Assim:

> "Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie-se nisso os seus ensinamentos." (AUSUBEL et al, 1980, p. 20).

Na visão de Ausubel, a estrutura cognitiva de cada sujeito evidencia uma organização hierárquica e lógica, na qual cada conceito ocupa um lugar determinado em função de seu nível de abstração, de generalização e capacidade de incluir outros conceitos. Desta maneira, a aprendizagem significativa produz ao mesmo tempo a estruturação do conhecimento prévio e a extensão de sua potencialidade explicativa e operativa.

Porém, por que utilizar uma teoria que trata da aprendizagem cognitiva se vamos utilizar como recurso de aprendizagem a ferramenta computacional? Na perspectiva de compreender como se produzem os processos de aprendizagem, selecionamos a teoria da assimilação de Ausubel, fundamentalmente por ser uma das poucas que numa abordagem construtivista, define-se como uma psicologia da aprendizagem educacional, que manifesta sua preocupação com o que ocorre nas salas de aula. Ausubel destaca a aquisição de conceitos claros, diferenciados e estáveis como fator preponderante na aprendizagem subsequente – tendo como objetivo facilitar a aprendizagem de conceitos.

Também compartilhamos com a teoria de Ausubel, uma vez que, devido a nossa experiência em sala-de-aula nos ensinos fundamental e médio, faz-nos acreditar que essa é uma teoria que irá auxiliar para a melhoria de ensino utilizando a tecnologia da informática para o ensino da Física.

Além do mais, os *software*s educativos podem representar um material potencialmente significativo no processo de aprendizagem, desde que apresente coerência na estrutura interna do material, sequência lógica nos conteúdos e que eles sejam compreensíveis para o sujeito que aprende, podendo ser enriquecido e modificado sucessivamente com conceitos em cada nova incorporação.

Para Ausubel, segundo Moreira (MOREIRA, 1999, p.15), a aprendizagem significativa pode ocorrer por percepção ou por descoberta. Na aprendizagem receptiva,

a informação é apresentada ao aluno em sua forma final, já na aprendizagem por descoberta, o conteúdo a ser aprendido necessita ser descoberto pelo aluno. Porém, a aprendizagem só será significativa por recepção ou por descoberta, na concepção de Ausubel, se o novo conteúdo incorporar-se, de forma não-arbitrária e não-literal, à estrutura cognitiva do aluno.

Diferentemente, Ausubel define aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Nesse caso, a aprendizagem é armazenada de maneira arbitrária, ou seja, o aprendiz não dá significados ao que aprende. Embora possamos argumentar que algum tipo de associação possa ser feita, um bom exemplo de conhecimento adquirido de forma mecânica e distribuído de forma a não aproveitar conhecimentos prévios é a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos na disciplina Física. (MOREIRA, 1999, p. 9).

Segundo Ausubel, os materiais aprendidos por simples memorização e de forma significativa são transformados e organizados de modo bastante diferentes na estrutura cognitiva do aluno. Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia, e sim como um *continuum*. Os materiais aprendidos de maneira significativa possibilitam a apreensão e a compreensão de vários tipos de relações significativas e o surgimento paralelo de novos significados correspondentes, enquanto os materiais aprendidos por memorização são entidades de informações discretas e relativamente isoladas que são relacionadas com a estrutura cognitiva apenas de forma arbitrária, não permitindo relações como as descritas na aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2006, p 9).

Novak expõe quatro vantagens da aprendizagem significativa sobre a aprendizagem mecânica que são (NOVAK, 1981 p. 61):

- os conhecimentos adquiridos significativamente ficam retidos por um período maior;
- as informações assimiladas resultam num aumento da diferenciação das ideias que serviram de “âncoras”, aumentando assim, a capacidade de uma maior facilitação da subsequente aprendizagem de materiais relacionados;

- as informações que não são recordadas após ter ocorrido a assimilação e, na verdade, em todo o quadro de conceitos relacionados;
- as informações apreendidas significativamente podem ser aplicadas numa enorme variedade de novos problemas e conceitos.

Assim, para que uma aprendizagem seja eficaz, segundo Valadares, ela deve ser significativa, o que exige que seja vista como a compreensão de significados. Para tal, os conhecimentos a aprender devem ser relacionados com experiências anteriores e vivências pessoais dos alunos, permitindo a formulação de problemas de algum modo desafiantes que incentivem o aprender mais. O estabelecimento de diferentes tipos de relações entre fatos, objetos, acontecimentos, noções e conceitos, desencadeando modificações de comportamentos, contribui para a utilização do que é aprendido em diferentes situações (VALADARES, 2007, p. 78).

A aprendizagem significativa tem de ser assumida como um processo dinâmico que exige ações de ensino direcionadas para que os alunos aprofundem e ampliem os significados elaborados mediante as suas participações nas atividades de ensino e aprendizagem.

Através dessa concepção, o ensino se constitui em um conjunto de atividades sistemáticas, cuidadosamente planejadas, em torno das quais o conteúdo e a forma se articulam inevitavelmente e nas quais o professor e o aluno compartilham parcelas cada vez maiores de significados com relação aos conteúdos do currículo escolar, ou seja: o professor conduz as suas ações para que o aluno participe de tarefas e atividades que o façam se aproximar cada vez mais dos conteúdos que a escola tem para lhe ensinar.(GOWIN, 1981, apud VALADARES, 2007, p. 78).

O processo de aprendizagem significativa não se relaciona apenas a aspectos cognitivos dos sujeitos envolvidos nesse processo, mas também com as suas referências pessoais, sociais e afetivas. Nesse sentido, afeto e cognição, razão e emoção vão ser uma perfeita interação para atualizar e reforçar, romper e ajustar, desejar ou repelir as novas relações, com criação de novos significados na rede de conceitos de quem aprende. Assim, a aprendizagem não ocorre da mesma forma para todos os alunos. Pelo contrário, interferem nesse processo as diferenças individuais, o perfil de cada um, os estilos pessoais de aprender, o que nos remete para muitas outras variáveis de

interferência na aprendizagem significativa, entre as quais destacamos a concepção de inteligência que permeia o processo.

A aprendizagem significativa está relacionada à possibilidade dos alunos aprenderem por múltiplos caminhos e formas de inteligência, permitindo-lhes usarem diversos meios e modos de expressão e tecnologias. Por isso, podemos observar que as aulas devem se tornar um fórum de debate e negociação de concepções e representações da realidade. Resultará assim, num espaço de conhecimento compartilhado no qual os alunos são vistos como indivíduos capazes de construir, modificar e integrar ideias.

Em nossa prática escolar, vislumbramos que o conteúdo não necessita ser transmitido pelo professor e apenas aprendido pelos alunos. Ensinar e aprender tem um significado amplo que vai além do conteúdo. Apresentam uma significância a partir da interação entre professor x aluno, disputa, aceitação e rejeição dos caminhos diversos, ou seja, busca constante de todos os envolvidos na ação de conhecer. A aprendizagem significativa segue um caminho que não é linear, mas uma trama de relações cognitivas e afetivas.

Portanto, a aprendizagem significativa dá-se quando o aluno escolhe relacionar novas informações com ideias que já conhece. A sua qualidade está dependente da riqueza da estrutura cognitiva do aluno e do significado lógico do novo material a ser apreendido.

Assim, o modelo de transmissão e aquisição conceitual, muito utilizado no ensino de Física, baseado na transmissibilidade de conceitos não tem sido satisfatório para os nossos alunos. Então é necessária uma nova prática de ensino que utilize novas tecnologias e esteja fundamentado na construção de uma aprendizagem significativa.

As tentativas e os desafios são muitos, como, por exemplo, a utilização crescente das TIC que devem ser acompanhadas de uma avaliação cada vez mais criteriosa de seu valor pedagógico. Mesmo reconhecendo os enormes benefícios que a informática vem trazendo à educação, a simples presença de computadores em sala de aula não é suficiente para assegurar melhorias no ensino, se não for observada a qualidade do *software* utilizado.

O *Software* pedagógico é um instrumento que tem por objetivos favorecer os processos de aprendizagem significativa, orientando as diversas finalidades pedagógicas, programado de modo a poder ser aplicado em estratégias diversas (tutorial, exercício e prática, simulação, jogos, programação), podendo ser realizado com recursos informáticos mais ou menos sofisticados.

A inserção da informática nas escolas e a utilização de *softwares* de animação como ferramenta pedagógica já é uma realidade na sociedade do conhecimento, que, de certa forma, pode modificar o processo ensino aprendizagem, por isso, temos a responsabilidade, como pesquisadores em Educação e professores, descobrir uma forma de essa aprendizagem acontecer significativamente.

O *software* de animação pode caracterizar-se, atualmente, como um instrumento educativo utilizado na escola. Além de auxiliar o professor no exercício de sua prática pedagógica, ele também pode representar uma ótima fonte de informação científica.

No âmbito educacional, o professor é responsável pela escolha do *software* que vai utilizar em sala de aula, mediando o processo de aprendizagem. Por isso, acreditamos ser de grande importância investigar quais os critérios que os professores aplicam na escolha desse material, uma vez que é nas suas ações que ele explicitará os significados da sua prática profissional, da aprendizagem da Física e do seu alunado.

Porém, não podemos esquecer que as atividades não podem acontecer de uma forma simplista e reducionista: não podemos simplesmente escolher uma teoria formulada e então entregá-la pronta e acabada para o professor utilizá-la em sala de aula. Essa transformação deve ser construída por um constante pensar e aplicar, com uma avaliação contínua de todo o processo.

A análise dessa transformação deve partir das relações mais gerais, explicitando as inter-relações dos elementos do processo: a escola, o professor, o aluno, o conteúdo, os *softwares*, o computador e o projeto político-pedagógico para possibilitar a compreensão dos aspectos da informática na Educação de forma continua e significativa.

1.3 – Mapa conceitual: organizando o conhecimento.

Além dos princípios programáticos facilitadores da aprendizagem significativa, Ausubel e Novak, propõem a estratégia instrucional do mapa conceitual que pode coordenar a estrutura cognitiva do aprendiz, facilitar e até criar condições para a realização da aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (1997) os mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos.

Assim, mapas conceituais são propostos como uma estratégia potencialmente facilitadora de uma aprendizagem significativa. Por isso, Moreira coloca que;

> Embora normalmente tenham uma organização hierárquica e, muitas vezes, incluam setas, tais diagramas não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam seqüência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder. Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso. Isso também os diferencia das redes semânticas que não necessariamente se organizam por níveis hierárquicos e não obrigatoriamente incluem apenas conceitos. Mapas conceituais também não devem ser confundidos com mapas mentais que são associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente. Não devem, igualmente, ser confundidos com quadros sinópticos que são diagramas classificatórios. Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los (MOREIRA, 1997, p. 1).

É importante que o mapa seja um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos. Os mapas constituem uma síntese ou resumo que contém o mais importante ou significativo de uma mensagem, de um tema ou texto, para Novak (1981) um bom mapa conceitual é conciso e mostra as relações entre idéias principais de modo simples e atraente, aproveitando a notável capacidade humana para representação visual. De uma maneira análoga:

> mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitam a aprendizagem dessas estruturas.

> Entretanto, diferentemente de outros materiais didáticos, mapas conceituais não são auto-instrutivos: devem ser explicados pelo professor. Além disso, embora possam ser usados para dar uma visão geral do tema em estudo, é preferível usá-los quando os alunos já têm certa familiaridade com o assunto, de modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação de significados de conceitos (MOREIRA, 1980 apud MOREIRA 1997, p. 2).

O mapa conceitual é uma técnica flexível que, segundo Moreira (1997), pode ser utilizada em diversas situações, como: instrumento de análise de currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação.

As idéias chaves de um mapa conceitual são:

- os mapas compilam um número pequeno de conceitos e idéias;
- há que se compreender o significado de conceito mediante exemplos, análise de idéias simples;
- os mapas são hierárquicos;
- é necessário isolar conceitos e palavras de ligação;
- os mapas conceituais apresentam um modo de visualizar conceitos e relações hierárquicas entre conceitos;
- os mapas conceituais revelam com clareza a organização cognitiva dos estudantes;
- os mapas conceituais devem ser desenhados várias vezes.

Assim, o mapa conceitual é uma metodologia participativa mudando o papel do professor de transmissor para questionar, mediador e coloca em funcionamento as potencialidades do aluno, conectando parte das vivências do aluno, já que conecta seus conteúdos cognitivos aos conteúdos conceituais expostos no mapa, dando muita importância às "idéias prévias" que surgem da própria realidade do aluno.

No trabalho de construção do mapa o aluno se vê obrigado a buscar informações, a fim de enriquecer seus próprios conteúdos, envolvendo-se de maneira direta na tarefa,

experimentando a necessidade de optar por determinados conceitos, envolvendo-se de maneira direta na tarefa.

Segundo Moreira:

> mapas conceituais são instrumentos que podem levar a profundas modificações na maneira de ensinar, de avaliar e de aprender. Procuram promover a aprendizagem significativa e entram em choque com técnicas voltadas para aprendizagem mecânica. Utilizá-los em toda sua potencialidade implica atribuir novos significados aos conceitos de ensino, aprendizagem e avaliação. Por isso mesmo, apesar de se encontrar trabalhos na literatura ainda nos anos setenta, até hoje o uso de mapas conceituais não se incorporou à rotina das salas de aula (MOREIRA, 1997, p. 10).

Portanto, o mapa conceitual é um bom meio para que o aluno reflita sobre os mecanismos próprios de aprendizagem, ajudando-o a aprender por si mesmo qualquer conteúdo.

CAPÍTULO II

A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A APRENDIZAGEM.

Este capítulo tem por objetivo analisar itens considerados significativos a serem discutidos sobre a utilização das TIC no ensino de Física. Ele foi dividido em quatro tópicos. No primeiro é apresentada uma breve descrição sobre a relação Tecnologia, Educação e Sociedade no processo de aprendizagem. No segundo foi abordada, sucintamente, a Tecnologia da Informação e da Comunicação como ferramenta do processo ensino-aprendizagem nas aulas de Física e suas implicações. No terceiro tópico discutiu-se sobre o conteúdo "Transformações Termodinâmicas" e o uso do *software* de animação como instrumento pedagógico em atividades interativas para aprendizagem do mesmo em sala de aula. E finalmente, no último tópico, a relação das TIC e a formação do professor de Física.

2.1 - Tecnologia, Educação e Sociedade.

A sociedade pós-industrial provém de um conjunto de situações provocadas pelo advento da indústria. Alguns desses eventos, são: o aumento da perspectiva de vida da população, o desenvolvimento da tecnologia, a difusão da escolarização e da mídia.

A era Pós-industrial também é conhecida como a era da Informação e do Conhecimento. Mas qual seria a diferença entre informação e conhecimento? Podemos elucidar essa questão através do trecho abaixo, extraído do livro *Na Era do Capital Humano, de Richard Crawford*:

> "Um conjunto de coordenadas da posição de um navio ou o mapa do oceano são informações, a habilidade para utilizar essas coordenadas e o mapa na definição de uma rota para o navio é conhecimento. As coordenadas e o mapa são as "matérias-primas" para se planejar a rota do navio. Quando você diferencia informação de conhecimento é muito importante ressaltar que informação pode ser encontrada numa variedade de objetos inanimados, desde um livro até um disquete de computador, enquanto o conhecimento só é encontrado nos seres humanos. (...) Somente os seres humanos são capazes de aplicar desta forma a informação através de seu cérebro ou de suas habilidosas mãos. A informação torna-se inútil sem o conhecimento do ser humano para aplicá-la produtivamente. Um livro que não é lido não tem valor para ninguém..." (CRAWFORD, 1994, p.58)

Nessa nova sociedade, chamada Sociedade do conhecimento, que tem por base o capital humano ou intelectual, as ideias passam a ter grande importância na construção do mundo, uma sociedade mais saudável do ponto de vista econômico, social e da qualidade de vida.

As constantes transformações sociais, econômicas e tecnológicas que o indivíduo passa na sociedade contemporânea, impõem-nos novas formas de ensinar e aprender. Assim, a informação torna-se um recurso de poder, pela vinculação do desenvolvimento com a capacidade da sociedade em gerar e aplicar conhecimentos.

Segundo Borges,

> Com o desenvolvimento acelerado das tecnologias da informática e da convergência entre o computador e as telecomunicações, as sociedades foram desenvolvendo habilidades em armazenar e recuperar informações, tornando-as disponíveis de diferentes formas para qualquer lugar. A economia cada vez mais se sustenta na informação, que penetra na sociedade como infra-estrutura básica e como geradora de conhecimentos que se convertem em recursos estratégicos. (BORGES, 2007, p. 28)

As tecnologias da informação e da comunicação estão crescentemente incorporadas ao processo ensino - aprendizagem como ferramenta de mediação entre o indivíduo e o conhecimento.

Uma vez que com a adentração do computador nos lares e escolas, proliferaram inúmeros programas voltados ao entretenimento e que, utilizados como ferramentas didático-pedagógicas para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem, vêm possibilitando múltiplas formas de tratar o conhecimento e criar ambientes mais dinâmicos de aprendizagem.

Essa evolução do ensino através de ambientes de aprendizagem virtuais pode ser vista como uma integração entre a tecnologia disponível e a teoria de aprendizagem, unidas pela aplicação didática dos *software*s de computador.

Por isso, por mais simples que a aprendizagem científica possa parecer, sempre envolverá o desafio de romper os dados isolados para algo mais significativo para o sujeito cognitivo. Assim, não podemos conceber uma sociedade do conhecimento que não tenha a Educação e a Tecnologia com uma qualidade mais operacional para o sujeito, sendo cada vez mais aplicada em situações do cotidiano.

Porém, segundo Schneider (2002), a escola tradicional, que segue o paradigma de educação da Era Industrial, é uma instituição de ensino fechada e impermeável, vivendo alheia e alienada de tudo o que, no tempo e no espaço, a cerca (SCHNEIDER, 2002, p.23). É uma organização que não conhece e não atende aos anseios da

comunidade que se localiza ao seu redor (RAMOS, 1995, apud SCHNEIDER, 2002, p.23).

Assim sendo, Schneider (2002) pergunta: o que os alunos aprendem é útil e atual? A resposta, para ele, é não! E uma das razões para tal é que a escola está apoiada no conteúdo das disciplinas. Mas Ramos (1995, apud SCHNEIDER, 2002, p.24), coloca: "... o processo de ensino-aprendizagem se baseia nas informações que são passadas pelo professor e devolvidas pelos alunos, sem levar em consideração a experiência, a prática, as vivências do cotidiano, o aprender fazendo, o desenvolvimento da intuição, da percepção, da criatividade e da inventividade."

Segundo Lima, faz-se necessário proporcionar aos alunos os conhecimentos fundamentais sobre as implicações das novas tecnologias na sociedade e na educação. Porém, há um aspecto relacionado ao uso das TIC, que geralmente esquece-se de observar: as implicações sociais. (LIMA, 2001, p. 66).

Segundo ela são aspectos como:

- as implicações das novas tecnologias da informação e da comunicação na educação brasileira;
- a história da capacitação dos docentes em informática educativa no Brasil e no mundo;
- mudanças ocorridas nas disciplinas curriculares;
- mudanças ocorridas na sociedade em função destas novas tecnologias; (LIMA, 2001, p. 66).

É importante destacarmos que cada tipo de sociedade se apropria diferentemente da tecnologia para o exercício da cidadania. Essa preocupação pode ser comprovada por Pretto em:

> "educar em uma sociedade da informação significa muito mais que treinar as pessoas para o uso das tecnologias de informação e comunicação: trata-se de investir na criação de competências suficientemente amplas que lhes permitam ter uma atuação efetiva na produção de bens e serviços, tomar decisões fundamentadas no conhecimento, operar com fluência os novos meios e ferramentas em seu trabalho, bem como aplicar criativamente as novas mídias, seja em

> usos simples e rotineiros, seja em aplicações mais sofisticadas. Trata-se também de formar os indivíduos para "aprender a aprender", de modo a serem capazes de lidar positivamente com a contínua e acelerada transformação da base tecnológica" (PRETTO, 2000, p.38).

O que podemos notar é que a apropriação das TIC pelo indivíduo deve ser um pré-requisito básico para a tecnologia continuar evoluindo sem prejudicar a qualidade de vida do homem e a segurança da própria humanidade, visto que as máquinas são partes integrantes da evolução humana.

Rita Süssmuth (1998, apud SCHNEIDER, 2002, p.26) analisando a capacidade futura da sociedade, faz a seguinte observação: "... a meta mais importante deve ser restaurar o equilíbrio – e mantê-lo de forma sustentável - da proporção entre a capacidade de fornecer serviços sociais e a capacidade econômica para financiá-los sob condições econômicas e demográficas mundiais mutáveis".

Para Schneider (2002) a sociedade industrial foi marcada pela burocracia e pela razão; enquanto que a sociedade do conhecimento deposita na cooperação, na criatividade e emotividade das pessoas a esperança de se tornar uma sociedade mais lúdica e justa (SCHNEIDER, 2002, p.27).

Assim sendo, corroboramos com Schneider (2002) quando cita que a sociedade está necessitando de um sistema educacional que crie nas pessoas o espírito de solidariedade, de justiça, de dever, de direito e de autonomia; que ainda lhes dê capacidade de impor limite ao lucro quando outras pessoas precisarem ser lesadas; que busque construir o conhecimento na cidadania e que valorize as inter-relações epistemológicas, com o objetivo de se formar cidadãos independentes, capazes e com poder de reflexão. (SCHNEIDER, 2002, p.27).

2.2 – A Tecnologia da informação e da comunicação como suporte enriquecedor do processo ensino-aprendizagem.

Um dos objetivos da ação didática de nós professores é descobrir atitudes e metodologias que melhorem a eficácia do aprendizado. Acreditamos que seja necessário também respeitar a diversidade e heterogeneidade que existe em sala de aula para se obter resultados mais significativos na ação educativa.

Schneider (2002) enfoca que: “novas ferramentas, metodologias e princípios organizacionais serão necessários para que isso aconteça”, (SCHNEIDER, 2002, p. 133) caracterizando uma visão mais ampla do papel da escola. Nessa concepção a utilização da multimídia nos programas educativos pode agregar valores ao processo de ensino-aprendizagem.

Pois na sociedade do conhecimento a utilização de animações interativas pode provocar o interesse do aprendiz e, também, possibilitar que o objeto de aprendizagem seja aprendido e entendido de maneira prazerosa e significativa.

Como diz Rosenberg:

> “A riqueza e a natureza interativa da multimídia são importantes, ao permitir que os aprendizes sejam imersos em seu aprendizado para experenciar situações que adicionam autenticidade e impacto reais. No entanto, todas as multimídias do mundo não podem consertar um *design* de aprendizado inerentemente ruim; na realidade, podem torná-lo pior.” (ROSENBERG, 2002, apud SCHNEIDER, 2002, p. 136).

Segundo Pais, para se compreender a inserção das TIC na educação, é necessária “a identificação de condições que normalmente ocorrerão às situações de aprendizagem. Para ele, a questão se recorta em três platôs: o contexto da sala de aula, o espaço intermediário da escola ou ainda a dimensão mais ampla do sistema educativo, em nível das relações sociais em que o sujeito se encontra inserido” (PAIS, 2002, p. 22).

Essas condições de aprendizagem se expressam através de regras, códigos, normas, parâmetros, princípios, valores, costumes, que devem ser acatados pelos envolvidos no processo de educação (PAIS, 2002, p. 44), ou seja, a aprendizagem ocorre, principalmente, no plano cognitivo do aluno como nas situações propostas pelo professor.

Para Schneider (2002) a tecnologia é mais uma forma de enriquecer o processo ensino-aprendizagem. Ele considera que os entraves da educação formal têm principal origem nos modelos pedagógicos ainda adotados, os quais são orientados para o simples repasse da informação, visando a formar especialistas em áreas estanques do conhecimento.

E ainda destaca:

> Busca-se um modelo onde o aprendiz construa seu conhecimento de maneira reflexiva quando exposto a objetos de conhecimento e que esses encontros sejam mediados por um facilitador que provoque níveis incrementados de complexidade, de acordo com as capacidades cognitivas individuais do estudante (SCHNEIDER, 2002, p. 132).

Assim, para Schneider (2002), a tecnologia servirá como elemento de suporte no modelo proposto, pois ela ajudará a estabelecer uma comunicação ininterrupta síncrona e/ou assíncrona entre estudantes, professores e demais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, bem como oferecerá um ferramental que possibilite o acesso à informação com muito mais facilidade, usabilidade e disponibilidade.

Porém, não basta apenas se apropriar de pedagogias e didáticas adequadas, "é necessário quebrar o modelo de relacionamento um para muitos (o professor fala aos estudantes) e passar para um relacionamento de muitos para muitos (todos participam do processo de aprendizagem de todos)" (SCHNEIDER, 2002, p. 133), além de possuir competência e habilidade para utilizar a tecnologia adequada ao conteúdo e ao desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Isso poderá possibilitar o uso do computador com liberdade para inventar e criar indo muito além dos intermináveis treinos motores e exercícios prontos para pintar, completar e copiar.

Para Schneider é necessário estabelecer uma estratégia eficaz que engendre o ambiente tecnológico, bem como o formato e a mídia de apresentação do objeto de conhecimento, ou seja, "tem-se que assegurar o acesso irrestrito e ininterrupto à tecnologia, deve-se capacitar os usuários a fim de que estes se sintam à vontade com a tecnologia, tem -se que planejar uma arquitetura de aprendizado, ou seja, o projeto, o sequenciamento e a integração de todos os componentes eletrônicos e não-eletrônicos do aprendizado" (SCHNEIDER, 2002, p. 133).

Para Chaves,

> Para que essas decisões (de introduzir o computador no ensino), sejam tomadas com conhecimento de causa, é necessário que conheçam o que o computador pode e o que não pode fazer na educação, o que pode ser melhor feito com auxílio do computador e o que pode muito bem ser feito sem ele. Só assim os educadores colocarão o computador a serviço dos objetivos pedagógicos por eles fixados (CHAVES, 2004, p. 3).

Com essas colocações, podemos notar que a tecnologia por si só não vai aumentar o desempenho dos alunos, mas vai aumentar sim a capacidade do professor em ter a oportunidade de prender a atenção deles, de instaurar situações de aprendizagens em que não exista o risco de bloqueio cognitivo decorrente de relacionamentos, a faculdade de através de situações virtuais permitir os erros do aluno, o relacionamento interativo na formulação de teste de hipóteses por parte do aluno.

Assim, as TIC na Educação só significará avanço para professores e alunos se não consistir apenas na introdução da tecnologia no ambiente educacional. Essa tecnologia deve ser submetida aos objetivos pedagógicos e guiada pelas necessidades dos atores do processo ensino-aprendizagem.

Rafael Coelho expõe que ainda estamos longe de estabelecer algum consenso sobre todas as potencialidades e benefícios da utilização das TIC na educação. Para ele, é necessário salientar três questões principais:

> "a mera entrada da Informática no ambiente educacional não vai, por si só, provocar transformações no ensino que melhorem a qualidade da Educação; deve-se dar uma especial atenção à formação de professores, tanto a inicial como a continuada, de forma a que os profissionais que convivem em sala de aula tenham autonomia tanto para a utilização da Informática quanto para a participação no planejamento das políticas de Informática Educativa; a preocupação com a formação de professores aptos a utilizarem a Informática na Educação deve ser tanto na dimensão pedagógica quanto técnica, e estas duas de maneira integrada". (COELHO, 2002, p. 32).

2.2.1 – As Tecnologias da Informação e da Comunicação no ensino de Física.

Nossa formação acadêmica, que se soma com nossa prática docente em escolas públicas e particulares de Educação Básica, em Ensino Médio fez-nos descobrir várias razões que favorecem a dificuldade do ensino de Física, tais como: é uma disciplina que é vista como uma simples coleção de fórmulas; existem dificuldades de conexão entre os assuntos estudados na Matemática com aqueles estudados na Física; ensino na base fundamental deficiente, é uma disciplina interpretativa motivada por pouco entendimento conceitual e pouca significância; livros didáticos que não estão escritos com a qualidade desejada, ou mesmo, as limitações nas análises gráficas e dimensionais, entre outros.

Os avanços na área de ensino de Física e os trabalhos de pesquisa influenciam positivamente a criação de uma metodologia pedagógica centralizada na ação do sujeito. Com uma abordagem de aprendizagem significativa, o educando é colocado diante de situações desafiadoras de modo a encontrar alternativas e respostas para solucionar a situação-problema apresentada, sem a necessidade de haver uma condição padrão, ou uma única forma para ter as respostas, que, muitas vezes, são definidas por um professor tradicional, restringindo a individualidade do mesmo, acarretando resultados no processo ensino-aprendizagem não muito satisfatórios.

As tecnologias sempre tiveram papel importante na organização das sociedades, na forma de interação entre o homem e a natureza, entre o homem e sua cultura. Particularmente as TIC permitem o armazenamento, a difusão e a elaboração de conhecimento. Concordamos com Lévy (1990, p. 18), quando diz que as "tecnologias da inteligência" ou "da mente", propiciam um novo debate em torno da filosofia do conhecimento, por serem responsáveis por novas formas de elaboração e distribuição do saber. O uso da informática na educação exige, em especial, um esforço constante dos educadores para transformar a simples utilização de computadores numa abordagem educacional que favoreça efetivamente o processo de conhecimento do aluno.

Segundo Galvis (1997, p.12), os Materiais Educativos Computadorizados (MEC) têm sentido na medida em que aproveitam as qualidades únicas do computador como meio para criar ambientes educativos que acrescentam valores aos meios tradicionais de aprendizagem.

As TIC como instrumento pedagógico nas aulas de Física podem ter como finalidade auxiliar no processo ensino/aprendizagem. Para que se promova uma aprendizagem significativa, deve-se ter o tipo de instrumento correto para possibilitar a interação aluno/ MEC/professor objetivando a evolução dos alunos a serem trabalhados.

Uma das classificações mais utilizadas, segundo Sérgio Bertoldi (1999), que apresenta as modalidades de uso do computador relacionando as definições, características e critérios para o desenvolvimento de cada uma é:

Exercício e Prática - Forma tradicional na qual os computadores têm sido utilizados na educação, pois é mais fácil de ser desenvolvido e usado. Objetiva aquisição de uma habilidade ou a aplicação de um conteúdo já conhecido pelo aluno,

mas não inteiramente dominado. Pode ser utilizado como suplemento no ensino em sala de aula, automatizando a prática do conteúdo ministrado pelo professor. Em geral, utiliza feedback positivo e não as respostas erradas. Os alunos trabalham com uma seleção randômica de problemas, repetindo o exercício quantas vezes forem necessárias para atingir os objetivos determinados no programa. As respostas erradas são rapidamente detectadas, o que reduz a possibilidade de reforço em procedimentos errôneos.

Tutorial - Os programas tutoriais podem introduzir conceitos novos, apresentar habilidades de promover a aquisição de conceitos através da transmissão de determinado conteúdo ou da proposição de atividades que verifiquem a aquisição deste conteúdo. Servem como apoio ou reforço para aulas, para preparação ou revisão de atividades. Os tutoriais caracterizam-se por transmitir informações de modo pedagógico organizado, como se fossem um livro animado, um vídeo interativo.

Simulação e Modelagem - É o ponto forte do uso do computador na escola, pois possibilita a vivência de situações difíceis ou até perigosas de serem reproduzidas em sala de aula. É a representação ou modelagem de um objeto real, de um sistema ou evento. É um modelo simbólico e representativo da realidade que deve ser utilizada a partir da caracterização dos aspectos essenciais do fenômeno, Com isso, a simulação deve ser utilizada após a aprendizagem de conceitos e princípios básicos do tema em questão. As simulações têm o objetivo de possibilitar ao aluno explorar e usar habilidades na solução de problemas. Podem ser ditas reveladoras, pois possibilitam fazer experiências com modelos, variando as condições e verificando os resultados fornecidos para a nova situação.

A diferença entre simulação e modelagem está no fato de que na simulação trabalha-se com modelos não visíveis, fazendo-os atuar em diferentes condições. Já na modelagem, os modelos são apenas informados passo a passo e cada passo do cálculo pode ser definido de maneira elementar.

Jogos - Os jogos devem ser fontes de recreação com vista à aquisição de um determinado tipo de aprendizagem. Geralmente envolvem elementos de desafio ou competição, sendo colocados, em um cenário, problemas virtuais que devem ser solucionados.

Os jogos desenvolvem a capacidade de enfrentar desafios. A curiosidade, o controle, a fantasia, a cooperação mútua, a competição e o reconhecimento.

Hipertexto - Baseado no conceito de que o raciocínio humano funciona por associações, o hipertexto é um ambiente de *software* definido como uma forma não-linear de armazenamento e recuperação de informações. A informação pode ser consultada em qualquer ordem, por meio da seleção de tópicos de interesse. Dessa forma, um hipertexto tem como principal característica a capacidade de interligar pedaços de textos ou outros tipos de informação entre si pelo uso de palavras-chave. É hoje o ambiente mais usado na recuperação de informações pela Internet, e que muito tem auxiliado o seu uso na educação.

Hipermídia – Bertoldi (1999), citando Macdaid (1991) define hipermídia como um estilo de construção de sistemas para criação, manipulação, apresentação da informação na qual:

- a informação se armazena em uma coleção de nós multimídia. Os nós, para o autor, podem ser palavras, páginas, imagens, gráficos, sequências sonoras e documentos complexos.

- os nós se encontram organizados em forma explícita ou implícita em uma ou mais estruturas (habitualmente uma rede de nós conectados por *links*).

- os usuários podem acessar a informação, navegando através das estruturas disponíveis.

Tendo o conhecimento dessas modalidades, podemos ultrapassar a oposição simplista entre os defensores da aprendizagem por indução (atividades exploratórias do sujeito) e os defensores de tutorias. E utilizar os *software*s de animação como um hipertexto e uma hipermídia capaz de favorecer a aquisição de conceitos e procedimentos associados a um domínio do conhecimento, permitindo ao aluno transformar suas experiências em conhecimento organizado.

Como podemos observar, a tecnologia, como elemento de suporte que ajudará a estabelecer uma comunicação ininterrupta síncrona e/ou assíncrona entre estudantes e demais envolvidos no processo de ensino aprendizagem, pode também oferecer um

ferramental que possibilite o acesso à informação com facilidade, usabilidade e disponibilidade. Para isso acontecer, não basta apenas termos uma pedagogia apropriada ou didáticas adequadas, é preciso além de tudo:

- possuir a tecnologia certa e fornecer bons programas de ensino-aprendizagem que utilizem essa tecnologia;
- estabelecer estratégias eficazes que produzam um ambiente tecnológico, bem como o formato e a mídia de apresentação do objeto de conhecimento;
- assegurar o acesso irrestrito e ininterrupto à tecnologia;
- capacitar os usuários;
- planejar uma arquitetura de aprendizado.

A aprendizagem baseada no computador possibilita que as pessoas aprendam umas com as outras, ajudadas por um site na web, já que a internet será utilizada como ferramenta para promover a comunicação e o acesso à informação. Porém, mais uma vez é notório reafirmar que o ambiente de ensino-aprendizagem terá a função de reforçar o aprendizado do estudante. Jamais poderemos esquecer a imprescindível prática de sala-de-aula, pois é nela que o professor-facilitador apresenta problemas, introduz conceitos básicos, já que os demais devem ser induzidos ou deduzidos pelos estudantes. Outra coisa é que o computador, além de um excelente meio de comunicação e de transmissão de conteúdo, é uma biblioteca gigante em rede, onde se pode desenvolver um aprendizado baseado no gerenciamento do conhecimento.

2.2.2 – O computador no ensino de Física.

Neste ambiente, considera-se que a melhor forma de aprender é conceber o *software* de animação como instrumento pedagógico inserindo-o em contextos de ensino-aprendizagem.

O *software* de animação é uma classe de *software* educacional cujo objetivo é favorecer o processo de ensino-aprendizagem. O que o diferencia de outras classes de *softwares* educacionais é o fato de ser desenvolvido com a finalidade de levar o aluno a construir determinado conhecimento relativo a um conteúdo didático.

Para Oliveira e colaboradores (2001, p. 26) as características que o distinguem são: definição e presença de uma fundamentação pedagógica que permeie todo o seu desenvolvimento; finalidade didática para levar o aluno/usuário a "construir" conhecimento relacionado com seu currículo escolar; interação entre aluno/usuário e programa mediada pelo professor e facilidade de uso, uma vez que não se deve exigir do aluno conhecimento computacionais prévios, mas permitir que qualquer usuário, mesmo que em um primeiro contato com a máquina, seja capaz de desenvolver suas atividades;

Moreira (1999) discute a possibilidade de utilizarmos o computador como um instrumento de ensino na busca de uma aprendizagem significativa. Ele cita que é preciso entender que a aprendizagem é significativa quando novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele ou ela é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, enfim, quando compreende. Essa aprendizagem se caracteriza pela interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Assim, a aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa pode crescer de forma prática com a sua utilização em atividades interativas, utilizando a aquisição automática de dados de forma gradativa, de modo que o aprendiz inicialmente manuseie os dispositivos eletrônicos na área das TIC. Com isso, poderemos desenvolver a capacidade de construção e utilização de recursos interativos que podem ser facilmente manipulados por alunos e professores, e tronar melhor o entendimento de fenômenos de difícil compreensão e dinâmica técnica, por se tratar de um fenômeno complexo, esses recursos são os *software*s de animação como instrumento pedagógico.

Para os pesquisadores portugueses Fiolhais e Trindade (2003) a informática tem tido um papel avassalador no desenvolvimento da sociedade moderna. Os computadores estão hoje por todo o lado e dificilmente poderíamos imaginar a nossa vida sem eles. Os autores fundaram os programas "Softciências", são simulações computacionais para o ensino elaboradas na Universidade de Coimbra ao longo de vários anos, antes do desenvolvimento de ferramentas informáticas como o Java e o Flash, que permitem simulações interativas na World Wide Web. Apesar de algo datados, continuam porém a ser úteis do ponto de vista pedagógico. Podem ser descarregadas de Internet e usadas livremente através do site: http://nautilus.fis.uc.pt/~cfiolhais.

Medeiros e Medeiros (2002) discutem sobre a dificuldade da utilização de novas tecnologias no ensino, relacionando-a com uma avaliação sobre as limitações da utilização de modelagens e animações no ensino de Física. Eles também citam o fato de alguns modelos ou *softwares* produzidos serem muito simplificadores da situação real, podendo trazer concepções erradas do conteúdo ou fenômeno estudado. Medeiros & Medeiros enfatizam que o valor educacional de uma simulação dependerá do fato de ela poder vir a representar para o estudante um papel de auxiliar heurístico e não apenas cumprir um papel algorítmico ou meramente ilustrativo.

Eliane Veit e Teodoro (2002) em seu trabalho enfatizam que a visão de aprendizagem que fundamenta estes *softwares* considera métodos de aprendizagem ativos e interativos (aprender fazendo, aprender explorando, aprender a aprender, aprender a pensar, procurando abolir do ensino a visão de que o aluno é paciente, o professor agente e a escola o cenário do processo de ensino). Para eles o aprendiz é um agente ativo na construção do seu próprio conhecimento e é capaz de desenvolver atividades que extrapolam os limites impostos por lápis e papel. É sob esta perspectiva que entendem que os computadores devem ser inseridos na educação

Romero Tavares et al (2008) cita que "uma animação interativa representa a evolução temporal de um modelo da realidade, aceito e utilizado pela comunidade científica". Torna-se possível a exibição da evolução temporal de objetos abstratos em sua representação concreta. Ela é inclusiva e genérica quando abre a possibilidade de reunir em uma exibição todos os casos de uma determinada categoria.

Podemos, então, tratar os *software*s de animação como um recurso que influencia no processo ensino-aprendizagem e que, na realidade, pode agir como uma ferramenta de interação na relação professor-aluno-computador, que pode ser utilizada não só no ambiente de aprendizagem escolar, mas também como recurso educacional utilizado nos computadores pessoais do usuário.

Essa relação entre as TIC e a crescente demanda pela educação e a necessidade constante de uma reciclagem pessoal e profissional nas diferentes instâncias do saber e da cultura vêm sinalizando, também, ao sistema de ensino à distância, a necessidade de profissionais de educação capazes de elaborar conteúdos e objetos específicos que utilizem tais recursos.

Nesse contexto, poderemos unir às TIC a cada vez mais aparatos pedagógicos dinâmicos, que possam ser empregados por alunos e professores para facilitar a apresentação de conteúdos que dependem do tempo, necessitando, portanto, de um nível de abstração que está além da capacidade da maioria dos alunos.

Com as TIC, através do emprego de *softwares* como Java, Python, Modellus e flash, e com a fundamentação pedagógica baseada nas ideias de aprendizagem significativa, as animações, por seu caráter dinâmico e amplo, podem ser relevantes em sua utilização para aspectos referentes a um fenômeno físico, quais sejam: evolução temporal, gráficos, grandezas vetoriais e escalares, dados finais e instantâneos, referenciais e sinais, dependência funcional, resolução de exercícios, ajuste experimental de modelos, ênfase conceitual e relações entre conceitos e proposições sob o controle do usuário, de acordo com sua metodologia ou critério individual mais apropriado identificado por um orientador.

Em Física, em nossa experiência profissional, poucos alunos conseguem desenvolver uma razoável capacidade de abstração de fenômenos, e como uma das consequências um bom número de estudantes tem grande dificuldade em acompanhar certos tópicos dos cursos de Física do Ensino Médio. As animações são o poderoso aliado na exposição de fenômenos que variem com o tempo, tornando o processo pedagógico mais direto, e mais simples o contato dos estudantes com as ideias centrais que se deseja mostrar. Afora tornar acessíveis a qualquer instante os "experimentos virtuais", podendo ficar à disposição dos alunos fora do horário das aulas, pois os roteiros das "experiências" são autoinstrucionais.

Revisando a literatura em busca de *softwares* de animação como instrumento pedagógico em atividades interativas para aprendizagem do conteúdo em sala de aula, encontramos algumas experiências muito bem desenvolvidas.

O LaPEF, Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, criado no final da década de setenta, pelos professores de Metodologia do Ensino de Física, para ser um local de estudo e de pesquisa sobre o ensino e a aprendizagem de ciências, voltado principalmente ao ensino de Física realizado no âmbito da escola pública. Além dos professores de Metodologia de Ensino de física, fazem parte do Laboratório, alunos de iniciação científica, mestrandos e

doutorandos dos programas de Pós-Graduação em Educação, na área temática "Ensino de Ciências e Matemática" e pós-graduação em Ensino de Ciências. Também participam grupos de professores que, a partir de cursos de formação continuada destinados às escolas públicas, iniciaram uma série de pesquisas conjuntas, desenvolvidas tanto em suas escolas como no LaPEF.

Também na USP há o Laboratório Didático Virtual – labvirt, que é uma iniciativa da Escola do futuro da Universidade de São Paulo em conjunto com a faculdade de Educação, a Escola Politécnica de São Paulo e a Escola de Comunicação e Artes de São Paulo. Esse projeto tem como objetivo principal construir uma infra-estrutura pedagógica e tecnológica que facilite o desenvolvimento de projetos de Física nas escolas e incentive no aluno o pensamento crítico, o uso do método científico, o gosto pela ciência e a reflexão e compreensão do mundo que o cerca.

Existe um aplicativo didático chamado *Modellus*, obtido gratuitamente a partir do autor**,** que torna possível uma aula de Física com grande riqueza de detalhes. Ele é extremamente amigável, ou seja: aprende-se a usá-lo e a criar as próprias animações, com facilidade. Contando com um pouco de habilidade algébrica, pode-se aprender rapidamente a criar as suas animações. Este é um *software* de distribuição gratuita, prestando-se de um modo adequado à difusão da informática educativa. É excelente para apoio aos cursos presenciais.Este programa foi desenvolvido pelo grupo do Prof. Vitor Duarte Teodoro da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Na Universidade da Paraíba existe o Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem – NOA que constrói materiais didáticos com base nas novas tecnologias para motivar a aprendizagem significativa através do uso de textos eletrônicos, mapas conceituais e uma animação interativa.

O NOA apresenta inúmeros Objetos de Aprendizagem (OA) divididos em vários tópicos: Cinemática, Dinâmica, Conservação da Energia, Conservação do Momento Linear e Angular, Hidrostática, Termodinâmica, Ondas, Eletromagnetismo e Física Moderna.

A intenção desse conjunto de objetos de aprendizagem é introduzir o estudante na estruturação conceitual de cada um dos temas apresentados. Eles tentam aguçar a

curiosidade do aluno e instigar a sua intuição, de modo a facilitar a construção pessoal de significados sobre cada um dos assuntos.

Outra ação das TIC no Brasil é o Laboratório Interativo Interage que é composto por um conjunto de páginas, um banco de informações e mecanismos de comunicação on-line. De acordo com o nível de interatividade que o/a professor/a deseja estabelecer com outros usuários, ele pode acessar o Laboratório Pedagógico, o Laboratório Interativo ou o Curso, sendo as atividades desenvolvidas nesses espaços. Fundamentalmente o/a professor/a reflete sobre situações-problema apresentadas e propõe soluções na forma de planejamentos de uma ou mais unidades de ensino com base nos recursos pedagógicos oferecidos e na interação on-line entre os usuários.

Esse nome foi escolhido por evocar dois conceitos que fazem parte do desenho instrucional do ambiente: a Interação, que diz respeito às interações on-line professor-professor e professor-tutor e a Ação, que se relaciona ao fato de o aluno poder construir algo relativo à sua prática a partir da reflexão.

Assim, como podemos observar nessa revisão, as animações estão sendo utilizadas com potencial na construção de modelos facilitadores de aprendizagem em várias universidades. Essa ferramenta pedagógica pode ser de grande importância para o aumento da percepção do aluno, pois pode incorporar a um só momento diversas mídias, desse modo, podendo potencializar as possibilidades pedagógicas de aprendizagem. Para Tavares & Santos:

> As animações são um poderoso aliado na exposição de fenômenos que variam com o tempo. Por maior que seja a capacidade de explanação de determinado mestre, ele esbarrará sempre nas dificuldades de expor um fenômeno físico dinâmico, através de recursos estáticos de que dispõe. É quase impossível, usando apenas giz e quadro negro, representar a dinâmica de um evento em uma seqüência de instantâneos como os desenhos de uma animação. Apenas um artista gráfico com grande habilidade conseguiria fazer esta concatenação de desenhos, em tempo útil de uma aula normal. (TAVARES & SANTOS, 2003, p. 5).

Portanto, as transformações tecnológicas vêm ampliando significativamente a interação do ser humano com o computador, implementando modelos mais dinâmicos e representativos de um problema físico, dando realismo ao fenômeno em observação. Ou seja, a animação é um recurso pedagógico desenvolvido a partir dos avanços da tecnologia computacional no mundo moderno que é capaz de unir um universo de

problemas físicos e apresentá-los sob várias formas, em detalhes, que é acompanhado pelo aluno de acordo com o seu critério, fruto de suas experiências.

Por isso, torna-se imprescindível que o aluno seja incentivado a explorar as animações computacionais como instrumento pedagógico de modo a favorecer a tomada de consciência de que há sistemas e conceitos físicos que podem ser utilizados; que se dê conta de que as animações podem ser modelos representativos da realidade.

Logicamente, desde que sejam propostas atividades adequadas para os alunos, a animação computacional pode contribuir, além de outras coisas, para:

- a construção e exploração de diversas representações de um mesmo fenômeno físico;
- a construção, análise e interação com situações-problemas;
- o tratamento de problemas mais gerais e atuais;
- a substituição da imagem da Física como uma disciplina difícil, propedêutica e chata, em que o mais importante é decorar fórmulas.

2.3 – A animação interativa e a aprendizagem dos conceitos da Termodinâmica – uma construção conjunta.

A implantação de recursos tecnológicos em uma escola e o seu uso, atendendo aos objetivos curriculares, atividades realizadas em sala de aula, é um desafio, pois significa uma mudança na atitude e na metodologia do professor de Física que é consciente sobre todos os inevitáveis reflexos que, evidentemente, afetarão a sua prática pedagógica e o processo de construção do conhecimento do aluno.

Embora a tecnologia desempenhe um papel essencial na realização de atividades escolares, é preciso estar atento para o seu uso, como salienta Papert (1985):

> [...] meu foco central não é a máquina, mas a mente e, particularmente, a forma em que movimentos intelectuais e culturais se autodefinem e crescem. [...] o papel que atribuo ao computador é o de um portador de "germes" ou "sementes" culturais cujos produtos intelectuais não precisarão de apoio tecnológico uma vez enraizado numa mente que cresce ativamente. (PAPERT, 1985, p. 23).

Podemos observar que a preocupação de Papert está relacionada ao emprego das ferramentas computacionais como instrumento pedagógico, Uma vez que ele deve estar a serviço da dinamização de ações que favoreçam a construção do conhecimento em contraposição ao uso como uma máquina de ensinar.

O uso do objeto de aprendizagem virtual (OAV), na figuração do computador como uma máquina de ensinar, consiste na informatização dos métodos de ensino tradicionalista. Alguém o introduz numa série de informações que devem ser repassadas ao aluno na forma não diferente daquela feita de maneira mecânica.

Ao estudar um fenômeno físico, os cientistas se concentram em um número limitado de características essenciais, constroem modelos conceituais, que usualmente são comunicados não só via linguagem matemática e proposições semânticas, mas também via diagramas e outros elementos pictóricos.

A termodinâmica é conhecida desde a antiguidade. Seu estudo formal começou no século XIX, motivado pela utilização do calor como força motriz. Atualmente, como ciência da energia e das relações entre as propriedades da matéria, a Física interessa-se em compreender os fundamentos dos comportamentos físicos e químicos da matéria e usar os princípios termodinâmicos para estabelecer relações entre as propriedades da matéria.

A Termodinâmica Clássica, em sua visão macroscópica, é uma Ciência que procura apresentar os fatos de forma lógica e muitas vezes intuitiva. Pelo fato de muitas coisas parecerem óbvias quando demonstradas utilizando o quadro e o giz, ficamos com a impressão de que tudo é muito fácil e que saberemos também fazer as animações com a mesma facilidade. Isso tem trazido para muitos uma surpresa bastante desagradável na hora de verificar os conhecimentos assimilados.

Isso porque a Termodinâmica utiliza modelos científicos, que trabalham com objetos ou entidades que não têm existência real na natureza, e são simplificados, pois mantém apenas as características essenciais dos sistemas ou fenômenos que se pretendem representar. Em outras palavras, modelo científico é um análogo estrutural do sistemas representado, não se constituindo em sua imagem especular, mas apenas incorporando as características e relações essenciais, de modo aproximado.

Tais modelos científicos podem gerar dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos que incluem problemas conceituais, material didático não significativo e raciocínios errôneos que os alunos costumam apresentar na aprendizagem da Termodinâmica. Atribuímos essas dificuldades principalmente ao pensamento dedutivo predominante no método de estudo da Termodinâmica no ensino médio, pois todo o seu estudo é decorrente de poucos conceitos e mais princípios gerais de maneira empírica.

Mas como as Animações podem auxiliar na compreensão da Termodinâmica? Esperamos que ela possa permitir a construção de modelos facilitadores, para que os aprendizes entendam os fenômenos das transformações termodinâmicas, ou seja, essa ferramenta pedagógica será de boa valia para o aumento da percepção do aluno, pois pode incorporar a um só momento diversas mídias e, como já dissemos, potencializar as possibilidades pedagógicas de aprendizagem.

E também ao fato de que o estudante que apenas acabou de ver no primeiro ano do Ensino Médio os conceitos da Dinâmica num curso de mecânica, são apresentadas no curso de Termodinâmica ideias que mostram uma faceta completamente nova do mundo, no qual alguns fenômenos não mais podem ser explicados totalmente pelas leis de Newton.

Se fossemos enumerar as dificuldades enfrentadas por nossos alunos começaríamos com a diferença entre os conceitos de Temperatura e Calor. Para eles, essas duas grandezas físicas significam a mesma coisa. Um dos motivos que leva a esse pensamento é o senso comum. Podemos dizer que a temperatura informa o quanto um corpo está quente ou frio em relação a um padrão, porém, mais especificamente, ela está relacionada ao movimento aleatório dos átomos ou moléculas de uma substância, ou seja, a temperatura é proporcional à energia cinética média "translacional" do movimento molecular. Enquanto isso, o calor é uma forma de transferência de energia térmica que vai acontecer de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura.

Por que esses conceitos são tão importantes para a compreensão do conteúdo Termodinâmica? A própria palavra é derivada do grego e significa "movimento do calor", ou seja, a Termodinâmica é o estudo do calor e de suas transformações em

energia mecânica. Ela foi desenvolvida desde o início do século dezenove, antes mesmo que a teoria atômica e molecular da matéria fosse compreendida.

O fundamento da Termodinâmica é a conservação de energia e o fato de que o calor flui espontaneamente do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. Estudar Termodinâmica tem uma grande importância e justifica-se no ensino médio devido à diversidade de aplicações das suas teorias e aplicações no cotidiano das pessoas. Ela vai da teoria básica da máquina térmica, de turbinas a vapor até reatores nucleares, à teoria básica de refrigeradores e bomba de calor.

Historicamente a Termodinâmica é dividida em duas leis: a primeira Lei da Termodinâmica, também chamada de primeiro Princípio da Termodinâmica, diz que para todo e qualquer sistema termodinâmico há uma função característica, que é conhecida como energia interna. Sabendo disso, podemos enunciar essa primeira lei da seguinte maneira: a variação da energia interna entre dois sistemas pode ser determinada pela diferença entre a quantidade de calor e o trabalho trocado com o meio ambiente. Matematicamente, essa lei pode ser escrita da seguinte forma:

$$\Delta U = Q - \tau$$

Onde:

Q é a quantidade de calor recebida ou cedida;

τ é o trabalho realizado pelo sistema ou que é realizado sobre o mesmo;

ΔU é a variação da energia interna do sistema.

Nessa primeira lei, podemos notar na convivência em sala de aula que os alunos tem dificuldade de compreender que o Calor é uma forma de energia, assim como o trabalho mecânico, que pode ser definido como uma quantidade de energia térmica que se transfere de um corpo para outro por efeito exclusivo de uma diferença de temperatura entre ambos.

Também refere-se a uma dificuldade conceitual do nosso aluno considerar a conservação de energia na primeira lei e reconhecer que a quantidade de trabalho aplicada ao sistema e a quantidade de calor por ele cedida podem ser medidas no meio

externo, verificando-se que, embora se alterem em cada experiência as quantidades de trabalho e de calor trocadas com o meio exterior, é constante, em todas as transformações cíclicas, a razão entre o trabalho recebido e o calor cedido pelo sistema.

Essa relação de equivalência entre o trabalho e o calor constitui o primeiro princípio da Termodinâmica e, segundo Pilla (1979, p. 143), é um resultado puramente experimental, independente de qualquer postulado ou hipótese, o que gera uma dificuldade a uma metodologia de ensino que seja propedêutica e decorativa. Impedindo, assim, que os alunos compreendam que trabalho e calor são formas distintas da mesma entidade, a que denominamos de energia, e que se conserva em todas as transformações.

Uma outra dificuldade conceitual que podemos observar é o que acontece quando o trabalho que é aplicado a um sistema cujas coordenadas mecânicas (posição e velocidade) se mantêm inalteradas. A experiência nos mostra que, nesse caso, são as coordenadas termodinâmicas (volume, pressão e temperatura para o caso do ensino básico) que se alteram. Porém, devemos nos lembrar que essas variáveis dependem do estado interno do sistema e pode-se postular que o trabalho se conserva, agora sob a forma de energia interna do sistema (U). E aí, no caso da educação básica, nós admitimos que a variação de energia interna (ΔU) do sistema, que nada mais é que a soma das variações de energia cinética e/ou potencial de todos os corpúsculos, que constitui o sistema.

Para entendermos melhor essa relação da primeira lei, é necessário recorrermos as transformações que passam um gás ideal. Essa lei tem aplicação prática em três transformações particulares de um gás perfeito. Lembrando, logicamente, que um gás perfeito ou ideal é um modelo idealizado para o comportamento de um gás, o qual obedece às leis de Gay Lussac, lei de Boyle Mariotte e a lei de Charles.

O primeiro tipo de transformação é a Isotérmica. Essa transformação ocorre à temperatura constante, de modo que a variação da energia interna do gás é igual a zero, pois a energia interna inicial é igual à energia interna final, $\Delta U = 0$. Dessa forma, fica que a quantidade de calor do sistema é igual ao trabalho realizado pelo mesmo, ou seja, $Q = \tau$.

Nessa primeira transformação, podemos reconhecer dificuldades na compreensão da representação gráfica da transformação, de modo que, se o processo for reversível, o gás percorre estados sucessivos de equilíbrio representados pelos pontos de uma isoterma.

O segundo tipo de transformação é a Isovolumétrica ou Isocórica. Essa é um tipo de transformação de um gás perfeito que ocorre a um volume constante, ou seja, o volume do gás permanece o mesmo durante todo processo termodinâmico. Sendo o volume constante podemos concluir que o trabalho é igual a zero. Dessa forma, observamos que a equação que descreve a primeira lei da termodinâmica fica do seguinte modo:

$$\Delta U = Q$$

O terceiro tipo de transformação é a Isobárica. Essa é um tipo de transformação de um gás perfeito que ocorre a uma pressão constante, ou seja, a pressão do gás permanece a mesma durante todo processo termodinâmico. Dessa forma, a equação que descreve a primeira lei da termodinâmica fica do seguinte modo:

$$\Delta U = Q - \tau$$

O quarto tipo de transformação é a Adiabática. Nessa transformação o gás não troca calor com o meio externo, seja porque ele está termicamente isolado ou porque o processo ocorre suficientemente rápido de forma que o calor trocado possa ser considerado desprezível, ou seja, $Q = 0$. Em uma expansão adiabática, o volume do gás aumenta, a pressão diminui e a temperatura diminui. Já na compressão adiabática, ocorre que o volume diminui, a pressão e a temperatura aumentam.

Percebe-se nessas transformações abstrações nos entendimentos conceituais referentes ao fato de algumas das grandezas de estados terem uma constância, por se tratarem de transformações reversíveis de um gás ideal, de forma que o gás está sujeito apenas a condições que determinam o caminho da transformação, de tal forma que o trabalho produzido e o calor recebido pelo gás passam a depender apenas dos estados inicial e final, fatos que, muitas vezes, os alunos não conseguem observar.

A Segunda Lei da Termodinâmica, enunciada pelo físico francês Sadi Carnot (1824), veio estabelecer restrições para a conversão de calor em trabalho, realizadas pelas máquinas térmicas e para determinar os fatores de que depende o seu rendimento.

O segundo princípio da Termodinâmica é o resultado de uma experiência humana que não se inclui no Primeiro Princípio e representa uma limitação às previsões permitidas por esse último.

Para Pilla:

> A máquina térmica é um sistema que sofre transformações cíclicas que podem ser repetidas indefinidamente. Utilizando-se uma máquina cujas peças se movimentem sem atrito, é possível converter quantidades ilimitadas de uma forma de trabalho em outra e este processo pode ser invertido por simples inversão do ciclo da máquina. Isto significa que diferentes reservatórios de trabalho são perfeitamente equivalentes em relação à máquina ou agente transformador. (PILLA, 1979, p. 245).

Assim, segundo Pilla (1979), para que ocorresse conversão contínua de calor em trabalho, uma máquina térmica deveria realizar ciclos contínuos entre a fonte quente e a fonte fria, as quais permanecem em temperaturas constantes. A cada ciclo realizado é retirada uma quantidade de calor da fonte quente, parte desse calor é convertida em trabalho e a outra parte é rejeitada para a fonte fria. As muitas máquinas que vemos diariamente como, por exemplo, o motor de uma geladeira ou um motor de um veículo automotivo, são máquinas térmicas, pois elas realizam o processo de conversão de calor em trabalho, operando sempre em ciclos como o descrito por Carnot.

Lord Kelvin e Max Planck (Pilla, 1979) deram o seguinte enunciado ao segundo princípio: "é impossível realizar um *perpetuum móbile* de segunda espécie, ou seja, uma máquina que, operando em ciclos, tenha como único efeito a produção de trabalho à custa do calor de uma única fonte de calor".

A dificuldade mora no fato de que para termos uma máquina perfeita seria necessário que ela trabalhasse numa fonte fria que estivesse no zero absoluto. Temperatura que na escala Kelvin refere-se ao ponto zero, e na escala Celsius a, aproximadamente, - 273,15°C.

Podemos notar que teorias ou hipóteses sobre a microestrutura dos sistemas e sobre o mecanismo íntimo de suas transformações são alheios ao pensamento

termodinâmico. E esse pensamento pode ter dificuldades de entendimento devido às concepções dos alunos, principalmente aquilo que eles veem numa experiência, mudando suas concepções e as transformando em científicas, auxiliadas devido às atividades como as de animação em *software*s de animação que sejam pedagógicos.

2.4 – Mídias e a formação do professor

Na formação do conhecimento humano, são necessárias informações obtidas em fontes vivenciadas pelo sujeito, passadas através de experiências empíricas, pela leitura, pelo diálogo, pela solitude da reflexão individual, pelo debate coletivo, entre outras situações. Segundo Pais, com a utilização do computador, essa lista fica enriquecida pela rede mundial de informações, cuja extensão serve de interface para mediar várias das fontes tradicionais, pois nela se encontram textos, espaços para comunicação direta, reflexões com os mais variados níveis de racionalidade e empirismo (PAIS, 2002, p. 22).

Além disso, todas as transformações científicas e tecnológicas que estão ocorrendo de forma acelerada em nossa sociedade, exigem das pessoas novas aprendizagens ao longo de toda a vida. E atualmente tem-se observado o uso cada vez mais disseminado de computadores e de outras tecnologias que trazem uma mudança em todos os campos da atividade humana.

Para Araújo,

> As atuais exigências sociais têm desencadeado a necessidade de uma visão de mundo construída a partir de uma nova concepção de educação. Essa nova forma de ver a educação deve aproximar a prática pedagógica, processo de construção do conhecimento e formação de personalidades à acepção de ambiente como espaço geográfico, acervo natural do ecossistema e acervo construído ao longo da história humana através das relações culturais, sociais, políticas e ecológicas (ARAÚJO, 2004, p.92).

Em nossa experiência profissional, evidenciamos que as condições de acesso às informações não são as mesmas do tempo em que não existia computador. A comunicação oral e escrita convive cada dia mais intensamente com a comunicação eletrônica, fazendo com que se possa compartilhar informações simultaneamente com pessoas de diferentes locais.

Se em um passado recente o professor exercia um papel de centralizador como a principal fonte de conhecimento para o aluno, atualmente com a ampliação das redes digitais, sua prática sofre uma ampliação considerável.

Pais coloca:

> O entendimento mais equivocado, do ponto de vista didático, seria insistir no entendimento de que o professor posa competir com o computador na execução dessa tarefa de registrar e disponibilizar informações para o aluno. Esta é uma concepção que se localiza na contramão das condições impostas à educação contemporânea. Mas não é só isso; é preciso relembrar ainda que o excesso de informações coloca uma questão tão desafiadora para a aprendizagem tal qual a dificuldade em obter esses dados primários para a aprendizagem (PAIS, 2002, p. 23).

Vislumbra-se dessa colocação que cresce a cada dia o desafio docente de trabalhar com informações, ter competência para pesquisá-las, associá-las e aplicá-las às situações de interesse do sujeito do conhecimento, pois:

> A preocupação com o rumo das mudanças tecnológicas impõe a área da educação um posicionamento entre tentar entender as transformações do mundo, produzindo conhecimento pedagógico sobre ele e auxiliando o homem a ser sujeito da tecnologia; ou ao contrário – como acusam muitos que já se posicionaram em relação ao assunto "dar as costas" para a realidade. (SAMPAIO E LEITE, 2000, p. 29)

Portanto, com o avanço das tecnologias, alteram-se alguns conceitos e são introduzidas novas formas de perceber e conhecer o mundo. São modificadas as formas de ensinar e de aprender, e isso vem impactando de maneira significativa o campo educacional. A instituição escolar, pressionada por esse cenário, precisa se renovar, aceitando os desafios que hoje se apresentam e incidem sobre o profissional da educação. "O surgimento dessas novas interfaces exige ajustes nas diferentes estratégias utilizadas pelos professores na condução do processo ensino/aprendizagem" (OLIVEIRA; COSTA; MOREIRA, 2004, p. 112).

Diante de tal demanda, faz-se necessário pensar a educação relacionada às TIC. A escola, por sua vez, precisa se adequar ao tempo, rompendo com paradigmas e práticas inadequadas no campo do conhecimento. Para tanto, os professores necessitaram ressignificar suas práticas e fazer o uso das tecnologias digitais e

comunicacionais de forma que possibilitem a construção do conhecimento por parte do aluno.

Araújo coloca que:

> Os professores enfrentam hoje circunstâncias especiais, que os obrigam a trabalhar em condições nem sempre desejáveis, expondo-se sobremaneira a críticas generalizadas que não consideram as circunstâncias nas quais os professores estão desenvolvendo suas atividades. Uma das dificuldades enfrentadas pelos professores é acompanhar e discutir, de maneira correta, as informações veiculadas por meio da mídia, televisão, jornais, internet, etc, que possibilitam à população brasileira um conhecimento, algumas vezes distorcido da realidade (ARAUJO, 2004, p.92).

A teoria da Aprendizagem Significativa, que foi o suporte teórico do nosso trabalho, considera que o conceito de aprender está diretamente ligado a um sujeito (que é o aprendiz) que, por suas ações, envolve-se próprio e os outros colegas, busca e adquire informações, muda comportamentos, integra conceitos teóricos com a prática, relaciona e contextualiza experiências. E o professor, como fica nesse processo de acordo com esses referenciais?

Atualmente os professores, concebidos como técnicos, ao final de seus cursos de licenciatura veem-se desprovidos de conhecimento e ações que os ajudem a dar conta da complexidade do ato pedagógico, ao qual não cabem receitas prontas nem soluções padrão, por não serem estas reproduzíveis, uma vez que envolvem conflitos de valores.

Porém, o professor deve desempenhar o papel de articulador das atividades do aprendiz, alguém que possa colaborar para dinamizar as ações no ambiente de aprendizagem, alguém que trabalhe em equipe, junto com o aluno, buscando os mesmos objetivos.

Dessa forma, o trabalho do professor não deve restringir-se a realizar esta ou aquela atividade com o aluno, ele necessita organizar situações que os alunos, após realizar as atividades, possam refletir sobre como fez ou realizou determinada ação.

O professor ao fazer essa reflexão sobre as ações realizadas no processo de desenvolvimento de uma tarefa, obterá subsídios que permitirá a ele próprio compreender não só o que foi feito, mas como, a maneira que foi realizada.

> [...] se pretendemos formar um cidadão que seja capaz de interferir na sociedade e na economia em sentido emancipatório e coletivamente solidário, é indispensável lançar mão do instrumento mais decisivo de inovação, que é a capacidade de reconstruir conhecimento. Todavia, esse desafio da competência somente é viável se o professor for a imagem e semelhança dela. (DEMO, 1996, p. 273, apud ARAUJO, 2004, p.93).

Entendemos que o professor, ao utilizar a informática dentro de uma aprendizagem significativa, torna-se responsável por promover a aprendizagem do aluno para que este possa construir o seu próprio conhecimento dentro de um ambiente que o desafie e o motive para a exploração e a reflexão, a depuração de ideias e a descoberta, e que venha a remeter continuamente à realidade prática do próprio e às suas experiências.

Para Andrade, é necessário pensar em formar professores com valores próprios, autoconhecedores, capazes de buscar seu autodesenvolvimento, sua autoestima, de trabalhar colaborativamente, conhecer e construir conhecimentos, conquistando o direito e o espaço de acesso a eles, num aprendizado contínuo e reflexivo. (ANDRADE, 2008, p. 224).

A formação do professor vai além da própria docência. Ela inclui também a participação no projeto educativo e curricular da instituição educacional, a produção do conhecimento, ou seja, ser sujeito da história, participando do processo histórico e social e levando seus alunos a fazerem o mesmo.

Portanto, as novas tarefas atribuídas à escola e a dinâmica por elas geradas impõem, segundo o Parecer CNE/CP 009/2001 do Conselho Nacional de Educação do Ministério da Educação, a revisão da formação docente em vigor na perspectiva de fortalecer ou instaurar processos de mudança no interior das instituições formadoras, respondendo às novas tarefas e aos desafios apontados, que incluem o desenvolvimento de disposição para atualização constante de modo a inteirar-se dos avanços do conhecimento nas diversas áreas, incorporando-os, bem como aprofundar a compreensão da complexidade do ato educativo em sua relação com a sociedade.

Para isso acontecer, faz-se necessária uma revisão profunda de aspectos que acreditamos ser essenciais na formação de professores, tais como: a organização institucional, a definição e estruturação dos conteúdos para que respondam às

necessidades da atuação do professor, os processos formativos que envolvem aprendizagem e desenvolvimento das competências do professor, a vinculação entre as escolas de formação e os sistemas de ensino, de modo a assegurar-lhes a indispensável preparação profissional.

Segundo Valente:

> "a formação do professor envolve muito mais do que provê-lo de conhecimento técnico sobre computadores. Ela deve criar condições para o professor construir conhecimento sobre os aspectos computacionais; compreender as perspectivas educacionais subjacentes aos *software*s em uso, isto é, as noções de ensino, aprendizagem e conhecimento implícitas no *software*; e entender por que e como integrar o computador na sua prática pedagógica. Deve proporcionar ao professor as bases para que possa superar barreiras de ordem administrativa e pedagógica, possibilitando a transição de um sistema fragmentado de ensino para uma abordagem integradora de conteúdo e voltada para a elaboração de projetos temáticos do interesse de cada aluno. Finalmente, deve criar condições para que o professor saiba recontextualizar o aprendizado e a experiência vivida durante a sua formação para a realidade de sala de aula, compatibilizando as necessidades de seus alunos e os objetivos pedagógicos que se dispõe a atingir." (VALENTE, 1999, p. 23)

Isso evidencia que as instituições de formação inicial necessitam se empenhar numa reflexão contínua tanto sobre conteúdos como sobre a metodologia com que eles são trabalhados. Seria a necessidade de um novo modo de formação para professores.

A evolução das novas tecnologias da informação e da comunicação está mudando a natureza do trabalho e a organização da produção, exigindo um novo professor. Para tanto, é necessário sair de uma didática reprodutiva e essencialista para iniciar uma abordagem construtivista, ou de um campo de conhecimento disciplinar para um campo transdisciplinar, ou da escola como o único lócus da formação para uma pluralidade de lócus de formação.

Assim, como cita Araújo (2004), o novo modelo de formação de professores propõe a preparação do professor comprometido com a mudança educativa, apontando para a necessidade de promover iniciativas que assegurem uma formação rigorosa dos docentes, ao mesmo tempo em que sejam estabelecidos vínculos seguros entre a formação inicial e a continuada.

CAPÍTULO III

ANIMAÇÕES INTERATIVAS: CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE O SOFTWARE DE ANIMAÇÃO COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA.

O propósito deste capítulo é apresentar inicialmente um quadro teórico sobre os critérios de avaliação e definição de *software* de animação como instrumento pedagógico existente na literatura.

Depois apresentar as dificuldades e perspectivas, nas concepções dos professores, sobre a utilização de *software* de animação como instrumento pedagógico para a abordagem de conteúdos de Física que eles enfrentam no cotidiano de sala de aula.

Por último, com fundamento nos pressupostos teóricos apresentados, procuramos identificar, em trechos de depoimentos dos professores entrevistados, as concepções dos professores sobre os critérios de avaliação de *software* de animação como instrumento pedagógico nas aulas de Física.

3.1 - Quadro teórico sobre os critérios de avaliação e definição de *software* de animação como instrumento pedagógico.

Segundo Bertoldi (1999), a avaliação é o processo técnico de mediação de qualidade. Para ele a avaliação do processo de desenvolvimento de *software* consiste no exame dos procedimentos operacionais e gerenciais, métodos e técnicas utilizados nas fases de desenvolvimento de um produto de *software*, com o objetivo de identificar práticas que possam provocar problemas na qualidade do produto e de estabelecer novas práticas que evitem esses problemas.

Deve-se, então, avaliar a qualidade de um *software* como instrumento pedagógico para identificar e entender as razões pedagógicas pelas quais ele foi concebido e as suas possíveis deficiências e limitações para a aprendizagem, que podem se manifestar através de problemas operacionais ou problemas conceituais.

Assim, segundo Silva (1998), projetar e avaliar a qualidade de um *software* ou sistema educacional passa, fundamentalmente, pela sua qualidade enquanto ferramenta pedagógica. Nesse sentido, os *softwares* têm que buscar adaptar os meios didáticos para obter satisfação e produtividade dos alunos na aprendizagem de um conteúdo ou habilidade.

Portanto, podemos considerar que avaliar um *software* como instrumento pedagógico significa analisar as características de sua interface e suas implicações para o uso educacional.

Porém, conhecer ou determinar a qualidade e a eficácia de um *software* como ferramenta pedagógica não é uma tarefa facilmente mensurável por dados quantitativos, devido aos diversos domínios do comportamento humano, envolvidos na interação. Ele deve conseguir favorecer os processos de ensino aprendizagem e levar o aluno a "construir" conhecimento, relacionando-o com o conteúdo aplicado em sua disciplina. Isso é uma tarefa complexa que envolve inúmeros e diversificados atributos e deve ser efetuada tanto na fase de concepção (projeto e produção), como também na fase de utilização (uso educacional).

Diante de inúmeros materiais educativos informatizados (exercício e prática, tutoriais, simulações e modelagens, jogos, ambientes ao modo hipertexto e hipermídias), descritos no segundo capítulo, faz-se necessário encontrar um amplo e sistematizado quadro teórico para orientar o projeto e a avaliação de um *software* de animação como ferramenta pedagógica. Dos modelos e abordagens para a avaliação de *software* educacional pesquisados, podemos destacar: os de Silva (1998), os de Oliveira et all (1987), e os de Niquini (1996).

Observa-se que uma questão primordial no desenvolvimento de um bom *software* como instrumento pedagógico é o próprio aspecto pedagógico, ou seja, as contribuições metodológicas do *software* para o ensino.

Oliveira et al (2001), por exemplo, descreve alguns pontos importantes a serem levados em consideração no desenvolvimento de *software* como instrumento pedagógico (p.66; 72), com destaque para:

1- Escolha do conteúdo;

2- Análise dos conhecimentos prévios necessários;

3- Identificação dos conceitos que definem a estrutura do conteúdo;

4- Desenvolvimento do diagrama de fluxo;

5- Desenvolvimento das telas;

6- Implementação das telas;

a. Diagrama de fluxo das telas;

b. Documentação e layout das telas;

c. Interligação entre as telas.

7- Desenvolvimento da documentação do *software;*

a. Ficha técnica do produto;

b. Manual de instruções (Professor e aluno).

8- Utilização, avaliação e manutenção do *software*.

Oliveira et all (1987 p.51), parte do princípio de que "avaliar é um processo de classificar situações específicas em função de parâmetros pré-estabelecidos", colocando questões básicas sobre a avaliação de *software* como ferramenta pedagógica.

A concepção das pesquisadoras é de que "todo *software* educacional reflete, necessariamente, uma concepção de ensino e aprendizagem, resultante de uma visão filosófica da relação sujeito-objeto "(OLIVEIRA et all,1987 p.52) e destacam como itens relativos ao conteúdo e processo de uso:

- pertinência do tema para uso em *software*;
- pertinência do tema para o objetivo educacional proposto;
- relevância para a clientela a ser envolvida;
- fundamentos psico-pedagógicos do conteúdo e de como será trabalhado;
- coerência do *software* com as propostas pedagógicas do professor e/ou instituição escolar;
- existência do manual do usuário com as informações necessárias;
- Nos itens relativos à imagem visual na tela de vídeo, também são destacados:
- a formatação da tela;
- a paginação;
- a facilidade de uso;

- a interação.

A contribuição de Niquini (1996) para a avaliação de *software* educacional dá-se a partir da constatação de que hoje há uma grande disponibilidade de produtos no mercado e, por isso mesmo, há uma grande necessidade de selecioná-los de acordo com os objetivos que se tem em mente, ao colocar o computador na escola como instrumento de ensino. Diante disso, a autora apresenta as formas e critérios para a avaliação de *software* educacional, considerando duas formas distintas para avaliá-lo: a formativa e a somativa.

A avaliação somativa "prevê globalmente o enfoque educativo produzido pela utilização do *software*, incluindo os objetivos alcançados e os obstáculos ou dificuldades" (NIQUINI, 1996 p.100).

A avaliação formativa, "prevê a individualização dos procedimentos para as soluções adotadas pelos alunos, os obstáculos específicos que se opõem à compreensão". (NIQUINI, 1996 p.101).

Em ambas as formas, são aplicadas técnicas de levantamentos e tratamentos de dados como questionários, observações e aplicação de testes.

Para ela, os *softwares* devem ser avaliados para garantir que os programas e objetivos educacionais sejam atingidos e os critérios de avaliação devam estar direcionados para as características técnicas e pedagógicas do programa.

Na avaliação das características pedagógicas, a autora destaca que a qualidade é o que determina o seu valor, em se tratando do processo ensino-aprendizagem, ressaltando, ainda, que a seleção e a avaliação de *software* é uma tarefa educativa e ao mesmo tempo técnica, que avaliar o material instrutivo requer a compreensão do contexto do ensino e da aprendizagem.

Os critérios pedagógicos que devem ser avaliados num *software* são os objetivos, os conteúdos, a didática, a capacidade interativa e a apresentação dos conteúdos. E descreve algumas características desses critérios quanto (NIQUINI 1996, apud SILVA 1998):

a) Aos objetivos

- estarem bem definidos, claramente expostos na documentação para o docente e mostrados no programa para os alunos;
- serem bem precisos, referindo-se a alguns aspectos como atenção e habilidades práticas, conceitos propostos em nível de formulação.

b) Aos conteúdos

- estarem corretos e completos, o mais científico possível, dependendo do nível de ensino dos alunos, tanto do ponto de vista dos conceitos como do linguístico;
- serem organizados de forma lógica e o tratamento ao argumento deve ser feito de modo a conquistar o interesse do aluno. Considerando também uma boa gráfica;
- devem adaptar-se à idade e à preparação do aluno que o utiliza, por isso a necessidade de percursos individualizados, exercícios com diferentes níveis de dificuldades e um desenvolvimento ramificado.

c) À didática

- o *software* deve ser de fácil uso e não ser ele mesmo objeto de estudo para o aluno e para o professor;
- ter presente a modalidade de sua utilização: autocontrole, aquisição de informações, possibilidade de ilustrações e outras;
- apresentar os tipos de intervenções: atividades, desenvolvimento, número de etapas percorridas, coordenação ou progressividade entre as etapas, tipos de corretivos, tipo de discussão e interação, possibilidade de retorno indireto.

d) À capacidade interativa

- na apresentação das informações devem ser dadas boas informações com instruções sobre como fazer funcionar o programa como tal;
- devem aparecer na tela as explicações necessárias, inclusive com a possibilidade de saltá-las à escolha do usuário;

- o *software* deve ser simples e facilitador, dando um enfoque de massa ao computador;
- o *software* deve evitar sensação de medo ou preocupação.

e) À apresentação dos conteúdos

- um programa didático deve oferecer vantagens em relação ao livro:
- deve ser dinâmico, dependendo do nível de interatividade e de individualização possíveis;
- deve possuir capacidade de manipular grande quantidade de dados-presença de um eventual arquivo de dados, possivelmente modificáveis;
- deve possuir velocidade de execução.

Na avaliação das características técnicas deve-se levar em consideração a máquina, o programa, os acessórios e a rede de *software*. Para cada item, são estabelecidos alguns aspectos a serem observados quanto (NIQUINI 1996, apud SILVA 1998):

(a) À máquina

- em que tipo de computador funciona?
- qual o sistema de utilização requerido?
- quanto de memória necessita?
- quais os periféricos indispensáveis para funcionar?

(b) Ao programa

- tipo de suporte do *software*;
- linguagem de programação utilizada;
- língua possível para o texto;
- capacidade gráfica (traços, figuras, animação);

- capacidade sonora;
- tempo de resposta;
- possíveis proteções;
- manutenção do programa;
- confiabilidade do programa;
- possibilidade de modificações;
- tipo de tratamento das respostas dos alunos;
- possibilidade de memorização das respostas pelos alunos.

(c) Aos acessórios

- características da modalidade de uso;
- para o professor;
- para o aluno;
- subsídios didáticos complementares.

(d) À rede de *software*;

- características das ligações;
- acesso à rede.

Observa-se que as abordagens para a concepção e avaliação de *softwares* educacionais acima referidos demonstram o quão amplo e complexa é a tarefa de se estabelecer parâmetros gerais para conceber e avaliar um *software* com qualidade pedagógica. Pois, integrar as abordagens pedagógicas para a concepção e avaliação de um *software* de animação como ferramenta pedagógica constitui uma tarefa interdisciplinar e um esforço de equipe para atingir o pleno objetivo de validação e aplicação de uma ferramenta com esse propósito.

Assim, utilizamos o modelo de avaliação de Niquini como referência para a identificação das concepções dos professores sobre a avaliação do *software* de animação como instrumento pedagógico nas aulas de Física, estabelecendo-se as seguintes categorias:

(a) Pedagógicas

As características pedagógicas do *software* formam um conjunto de atributos que evidenciam a conveniência e a viabilidade da sua utilização em situações educacionais. Para isso o *software* deve permitir a identificação do ambiente educacional e do modelo de aprendizagem que ele privilegia, além dos seus objetivos e seu conteúdo, facilitando a interação entre usuários com o *software*, visando à aprendizagem, ou seja, propiciar a interação entre usuário; aprendiz x agente da aprendizagem x grupo de usuários; aprendiz x máquina.

(b) Técnicas

Para se justificar uma aplicação computacional, o *software* deve obedecer a um conjunto de características técnicas que levem em consideração a máquina, o programa, os acessórios e a rede de *software*.

3.2 – Dificuldades e perspectivas, nas concepções dos professores, sobre a utilização de *software* de animação como instrumento pedagógico para a abordagem de conteúdos de Física para a educação básica, em nível médio.

O levantamento de dados para a caracterização dos professores envolvidos nas atividades da disciplina de Física na segunda série do Ensino Médio foi realizado por meio de questionário (anexo 1) aplicado no segundo semestre de 2008 com 32 professores de Física da Diretoria de Educação de Aracaju (DEA) da rede pública da Secretaria de Estado de Educação de Sergipe (SEED) que, de maneira voluntária e espontânea, quiseram participar da pesquisa.

Os resultados do questionário nos permitiram uma melhor organização da pesquisa. Além disso, eles forneceram os indicativos necessários para observar a viabilidade da implementação e utilização do *software* de animação como instrumento pedagógico.

Desses indicativos, consideramos relevantes: identificação do grupo pesquisado, identificação dos fatores dificultadores do processo de ensino-aprendizagem de Física e quais os fatores determinantes para a utilização de um *software* de animação em sala de aula.

3.2.1 - Identificação do grupo pesquisado

Participaram da aplicação do questionário 32 professores de Física de escolas públicas estaduais da cidade de Aracaju (vinculados à DEA), dos quais 75% são do sexo masculino, 100% são licenciados em Física em Instituição pública, 80 % não fizeram cursos de pós-graduação, 20% são especialistas (curso com no mínimo 360 horas) e 50% participaram de atividade de formação continuada (atualização, treinamento, capacitação, etc) nos últimos dois anos. Dos professores pesquisados, 50% encontram-se na faixa etária de 25 a 29 anos e 25% entre 30 e 39 anos.

Os resultados apresentam, de uma forma geral, uma equipe de professores jovens (75% com idade inferior a 40 anos) e certificada para atuar na área de Física, porém somente a metade participou de ações de formação continuada, o que pode ser um possível elemento dificultador para uma prática educativa centrada numa atuação profissional em outras dimensões, além da sua preparação para a regência de classe no curso de graduação. Pois, salvo raras exceções, os cursos atuais de formação de professor, ou se dá grande ênfase à transposição didática dos conteúdos, sem sua necessária ampliação e solidificação, ou se dá atenção ao conteudismo, sem considerar sua relevância e sua relação com os conteúdos que ele deverá ensinar nas diferentes etapas da Educação Básica.

3.2.2 - Identificação dos fatores dificultadores do processo de ensino-aprendizagem de Física.

Tendo como finalidade visualizar quais os fatores dificultadores do processo de ensino-aprendizagem de Física, a partir dos pressupostos teóricos, definimos os seguintes indicadores no questionário em anexo 1:

(1) Metodologias tradicionais de ensino nas aulas de Física;

(2) A quantidade de conteúdos que, de certa forma, dificulta a opção do que se deve ensinar;

(3) Não consegue fazer a adequação do que aprendeu na formação inicial para o ensino médio;

(4) Fenômenos que são de natureza abstratos para a compreensão pela percepção visual e dinâmica manipuláveis;

(5) Os alunos não possuem conhecimentos prévios que possibilitem aprender os assuntos ensinados;

(6) Ausência de laboratórios para realizar atividades experimentais;

(7) Dificuldades para acesso a novas ferramentas e utilização destas que facilitem o ensino de Física.

Apresentamos a seguir, em cada categoria de análise, os resultados obtidos:

Fatores dificultadores	Pontos	% máximo
1	66	41,25
2	98	61,25
3	92	57,5
4	92	57,5
5	136	85
6	146	91,25
7	122	76,25

Tabela 1 - Identificação dos fatores dificultadores do processo de ensino-aprendizagem de Física.

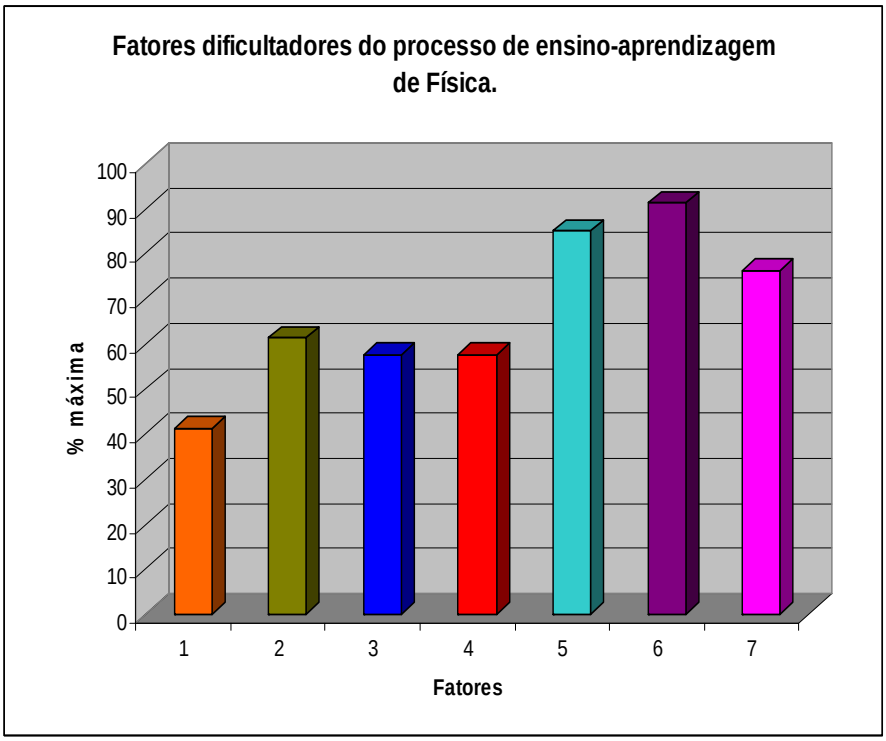

Figura 1 - Identificação dos fatores dificultadores do processo de ensino-aprendizagem de Física.

Da análise da questão: Quanto às metodologias tradicionais de ensino nas aulas de Física, observou-se que 41,25% dos entrevistados estão insatisfeitos com os métodos tradicionais. Possíveis explicações dessa insatisfação são: o formalismo matemático excessivo, dissociado do conceitual e aplicativo, também a desarticulação entre conteúdo e método de ensino, o que gera incoerência entre o conteúdo que se ensina e a metodologia utilizada, levando a um ensino sem significado para o aluno. Para que a aprendizagem possa ser significativa, torna-se necessário que os conteúdos sejam analisados e abordados de maneira a formarem uma rede de significados para o aluno além de que diferentes metodologias podem atender à diversidade da sala de aula e ser um elemento motivador para ensinar e aprender Física.

Na questão referente à quantidade de conteúdos que, de certa forma, dificulta a opção do que se deve ensinar, 61,25% dos entrevistados responderam que é um fator dificultador. A quantidade de conteúdos, pela nossa experiência escolar, pode gerar problemas como: o despreparo para selecionar e adequar os conteúdos, as dificuldades decorrentes para atender o programa do vestibular, o não enfoque interdisciplinar, a não contextualização do conteúdo, a inserção da Física Moderna no currículo da Educação Básica, a dificuldade para implementar inovações curriculares (predomina a estrutura disciplinar) e a escassez de atividade extraclasse.

O fato de não conseguir fazer a adequação do que aprendeu na formação inicial para o ensino, na Educação Básica, foi o que obteve menor pontuação, mas correspondendo a 57,5% dos professores entrevistados, o que caracteriza que mesmo tendo acesso aos conteúdos específicos na formação inicial, a maioria não consegue transferir o que aprendeu de forma adequada ao aluno da faixa etária de ensino, caracterizando um ensino com caráter propedêutico relacionado com a preparação para "passar no vestibular", ou seja, predomina o "fazer". É preciso então, que na formação inicial esteja claro a relação entre o que está aprendendo e os conteúdos que serão ensinados na Educação Básica, além de ser necessário identificar, entre outros aspectos, obstáculos didáticos, relação dos conteúdos com o mundo real e a sua inserção histórica.

Isso não será possível se as instituições formadoras insistirem com o formato de currículo (3 mais 1). Citamos MALDANER (2000), quando coloca que a separação da formação profissional específica da formação em conteúdos cria uma sensação de vazio de saber na mente do professor, pois é diferente saber os conteúdos de Física, por

exemplo, em um contexto físico, de sabê-lo, em um contexto de mediação pedagógica dentro do conhecimento do fenômeno físico.

Fenômenos que são por natureza abstratos para a compreensão apenas, pela percepção visual e dinâmica manipuláveis são considerados por 57,5% dos professores entrevistados um elemento dificultador. Nesse contexto deve-se inserir as diversas TIC no desenvolvimento dos cursos de formação de professores. Para gerir e referir o significado dessa natureza abstrata, o futuro professor precisará aprender a fazê-lo em ambientes reais e virtuais durante a sua formação.

O grau de dificuldade para o indicador "Os alunos não possuem conhecimentos prévios que possibilite aprender os assuntos ensinados" foi de 85%. Isso pode caracterizar um ensino centrado no professor que transmite uma sequência de conteúdos numa lógica de quem já sabe Física, e não na lógica de quem precisa aprender Física. Assim, cabe ao professor, propor alternativas sequenciais (quem deve determinar a seqüência dos conteúdos é a necessidade de aprendizagem do aluno) e metodológicas visando a promover uma aprendizagem significativa.

O grau de dificuldade dado pelos professores para o indicador: "Ausência de laboratório para realizar atividades experimentais", foi o maior de todos, tendo uma taxa de 91,25%, o que caracteriza, talvez, uma preocupação com as condições de trabalho seguras. Convém, contudo, colocar que necessariamente não precisamos de um laboratório para realizar atividades experimentais, pois há diferentes maneiras de realizá-las com demonstrações em sala de aula em que o professor realiza os experimentos interagindo com os alunos; como estudos do meio; visitas a industrias, estação de tratamento de água, preparação de kits com material de baixo custo, dentre outras.

Para os parâmetros curriculares nacionais "A aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas são finalidade da área, de forma a aproximar o educando do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividade institucionalizadas de produção de bens e serviços."(PCN, 1999, p. 15). Assim, justifica-se o trabalho experimental em Física, pois favorece no desenvolvimento da capacidade de investigação Física, como: classificar, organizar,

sistematizar; identificar regularidades; observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar. (PCN, 1999, p. 2)

Por último, o grau de dificuldade dado pelos professores para o indicador: "Dificuldades para acesso a novas ferramentas e utilização destas que facilite no ensino de Física", obteve uma taxa de 76,25%, evidenciando que, mesmo sabendo que o uso das TIC é um importante recurso para a Educação Básica, observa-se, na escola, entraves a sua utilização, demonstrando que o uso de TIC no espaço escolar vai, ainda, na contramão do desenvolvimento da sociedade contemporânea.

3.2.3 - Fatores determinantes para utilização de um *software* de animação em sala de aula

Para a questão: Quais os fatores determinantes para utilização de um *software* de animação em sala de aula, conseguimos coletar os seguintes dados: 100% dos professores que responderam ao questionário dispõem de laboratório de informática em sua escola, porém apenas 50% deles assinalaram que têm acessibilidade para sua utilização durante as aulas e 25% disseram que os equipamentos são obsoletos.

A não-acessibilidade para todos e a não-modernização dos equipamentos (25%) reforçam que o espaço escolar ainda está na contramão do desenvolvimento da sociedade contemporânea.

Sobre o conhecimento e a utilização dos *softwares* educativos, 12,5% dos entrevistados não conhecem *software*s educativos, 87,50% conhecem, mas apenas 18,75% utilizam em suas atividades de sala de aula.

Também foi perguntado o que os professores achavam do *software* de animação como um instrumento pedagógico e 60% dos entrevistados responderam que é uma ótima ferramenta potencialmente significativa no processo de ensino aprendizagem e 40% responderam que ela é uma boa ferramenta. Observa-se uma certa incoerência nas respostas dos entrevistados considerando que em relação à questão anterior apenas 18,75 % utilizam-na em suas atividades de sala de aula.

3.3 – Caracterização do *software* de animação "Transformações Termodinâmicas" da NOA – UFPB.

a) Da descrição

O *software* de animação escolhido para estudo das concepções dos professores sobre a animação interativa como estratégia para a aprendizagem e como instrumento pedagógico para a abordagem de conteúdos de Física foi construído por Gil Luna Rodrigues; Mariel José Pimentel de Andrade; Romero Tavares da Silva; José Nazareno dos Santos, membros do Núcleo de Objetos de Aprendizagem - NOA da Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

Esse *software* pode ser encontrado no site do NOA ou no RIVED/MEC, e nele são trabalhados conceitos como: pressão, volume, temperatura e ciclo termodinâmico. A primeira tela do *software* é a seguinte:

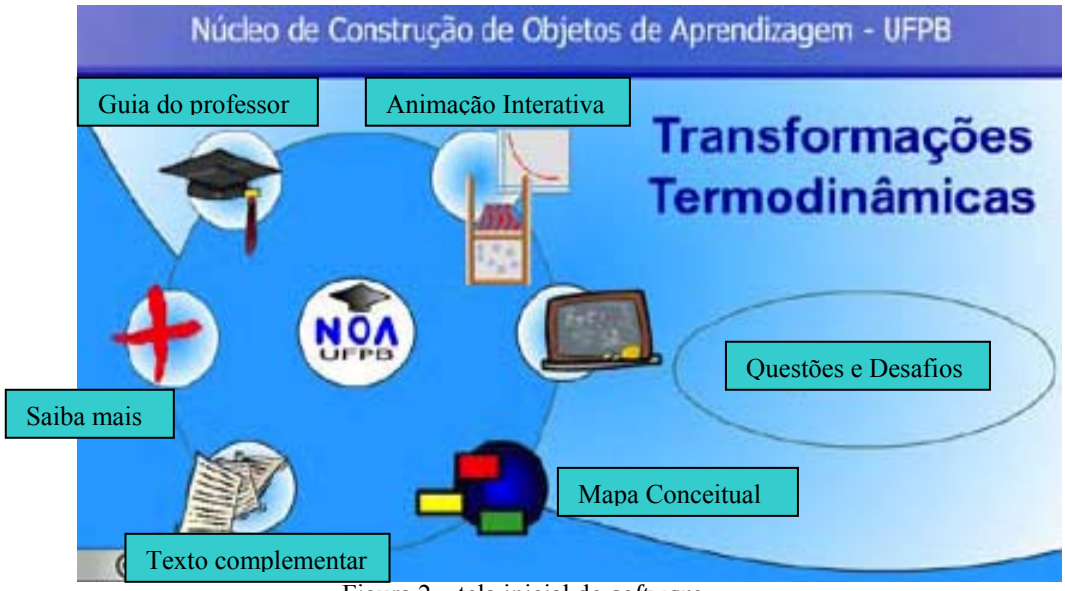

Figura 2 – tela inicial do *software*

Nela encontramos os seguintes ícones:

- animação interativa envolvendo a funcionalidade das transformações termodinâmicos;
- mapa conceitual explicitando conceitos referentes às transformações termodinâmicas;
- guia do professor explicativo sobre a funcionalidade do *software*;
- textos complementares sobre o conteúdo Termodinâmica;
- questões conceituais e desafios sobre o tema abordado.

A Figura 3 é representativa da animação que rege o movimento do êmbolo no sistema termodinâmico.

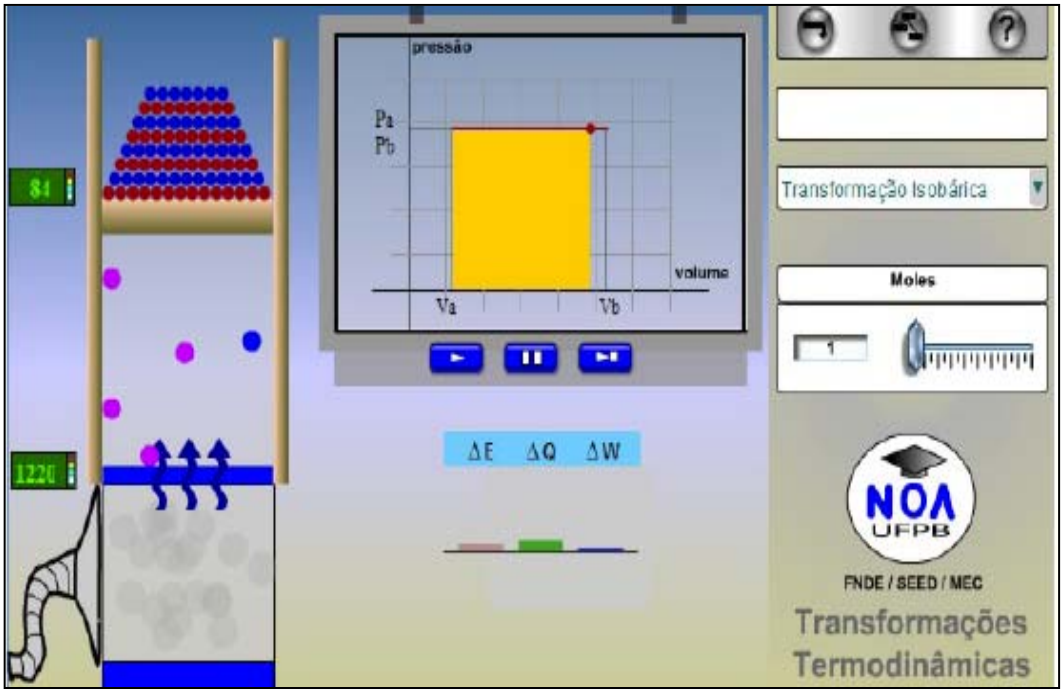

Figura 3 – Animação que rege o movimento do embolo no sistema termodinâmico, tipo de transformação, quantidade de mols e valores iniciais atribuídos.

Nela pode-se observar:

- o tipo de transformação;
- a quantidade de mols, havendo possibilidade de alterar a quantidade de substância;
- a fonte térmica, indicando o sentido do fluxo de calor;
- substância de trabalho, considerado um gás ideal (PV = nRT);
- número de corpos sobre o pistão, representando a pressão sobre o sistema;
- representação gráfica da transformação, construída com a indicação do estado inicial e final do sistema;
- menu para ajuda e atualização;
- menu para visualizar o mapa conceitual, que podemos visualizar na figura 4.

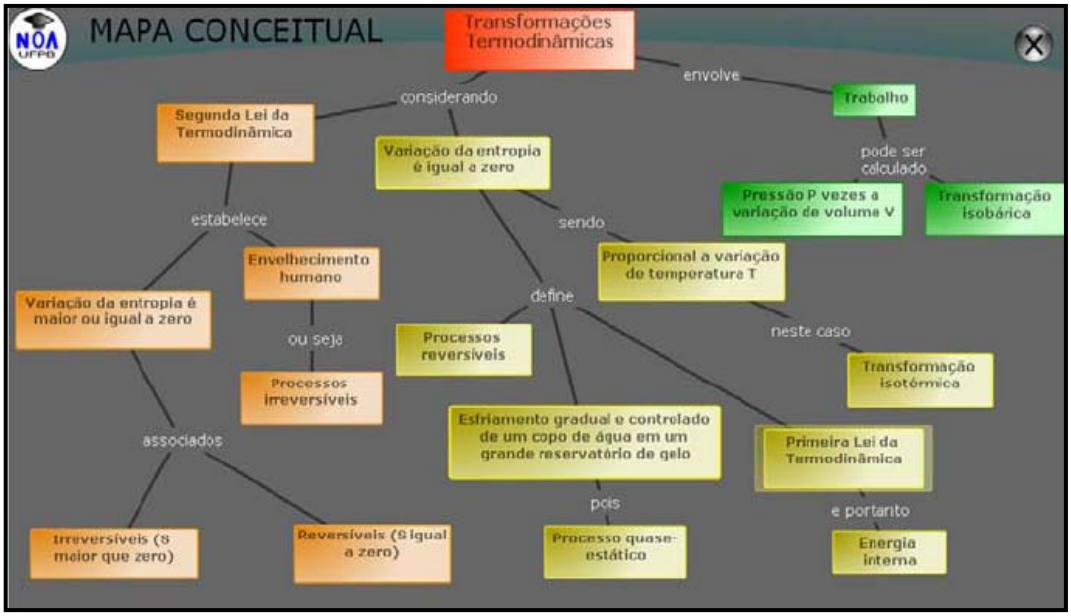

Figura 4 – mapa conceitual interativo das transformações termodinâmicas.

No mapa conceitual das Transformações Termodinâmicas, cada quadro funciona como um *hiperlink* para um texto referente ao conteúdo, com possibilidades de visualizar individualmente cada conceito.

O idioma utilizado é o português e o seu armazenamento pode ser feito em qualquer mídia. A tela de observação é interativa, na qual o usuário tem a oportunidade de percorrer todos os processos de Transformações Termodinâmicas, observando o comportamento das moléculas no êmbolo.

O *software* permite que parâmetros e valores iniciais sejam alterados durante a execução de cada modelo, controlando-se cursores com o mouse. Para cada modelo construído, é possível criar vários casos, atribuindo-se diferentes pontos para os parâmetros e condições iniciais.

Segundo o guia do professor que acompanha o *software*, o principal objetivo do *software* é "levar o aprendiz a construir os conceitos científicos da Física, mediante as atividades de exploração do OA - "Transformações Termodinâmicas" em um processo mediado pelo professor-tutor".

b) Da análise com base nas categorias:

(1) Pedagógicas

Conforme as características pedagógicas definidas pelos autores do *software* no material instrucional que o acompanha, o Objeto de Aprendizagem (OA) foi elaborado no sentido de atender a um duplo viés: por um lado uma abordagem rica dos aspectos pedagógicos que levam à Aprendizagem Significativa dos conceitos científicos. Por outro lado, implementamos de forma virtual uma Animação Interativa que possibilita a simulação de diversas possibilidades de se unir dois estados termodinâmicos diferentes; sob a fundamentação dos possíveis processos termodinâmicos.

Partindo do fato de que o *software* deve permitir a identificação do ambiente educacional e do modelo de aprendizagem que ele privilegia, e se ele é adequado e pertinente em relação ao contexto educacional. E que numa concepção de uma abordagem de aprendizagem significativa, o educando é colocado diante de situações desafiadoras de modo a encontrar alternativas e respostas para solucionar a situação-problema apresentada, sem a necessidade de haver uma condição padrão, ou uma única forma para obter as respostas.

Nesse contexto não se observa a característica definida pelos autores do *software* de animação com relação ao primeiro viés, uma vez que não vislumbramos a integração teoria e contextualização de forma a facilitar a construção e uso dos conceitos da Física e aproximar os saberes da Física com o cotidiano do aprendiz. O material de apoio e os desafios que acompanham o Objeto de Aprendizagem confirmam um ensino conteudista e descontextualizado.

Porém, são confirmadas as características de um *software* que aproveita as qualidades do computador como meio para criar ambientes educativos que acrescentam valores aos meios tradicionais de aprendizagem. Além de propiciar a interação entre aprendiz x agente da aprendizagem x grupo e usuário; aprendiz x máquina.

Essa simulação tem a vantagem de se apresentar como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional (quadro-e-giz) e os experimentos de laboratório, pois permite que os processos sejam vistos com clareza, repetidas vezes, possibilitando, com a mediação do professor, sua compreensão tanto do ponto de vista da construção dos conceitos físicos envolvidos quanto do ponto de vista do instrumental matemático. Podemos ainda dizer que se trata de uma simulação dinâmica, na qual os parâmetros podem ser modificados com um grau de liberdade que permite o estudante verificar as

implicações de cada variável termodinâmica nas possíveis transformações que o sistema pode sofrer.

Na abordagem dos conteúdos percebe-se uma concepção de ensino-aprendizagem tradicional, pois tem atividades centradas no professor, podendo, provavelmente, privilegiar a aprendizagem mecânica evidente, por exemplo, os textos de apoio, questões e desafios que acompanham o *software* são descontextualizadas.

Assim, sem a mediação constante do professor o *software* não apresenta um potencial que leve ao aluno adquirir conhecimentos sobre as Transformações Termodinâmicas que tenham significância dentro dos seus esquemas conceituais. Nesse contexto, para a sua utilização, como objeto de aprendizagem, é preciso uma reflexão crítica por parte do professor sobre os conteúdos apresentados visando a proporcionar alternativas que levam o aluno a interagir com o novo conhecimento e com o conhecimento prévio, enriquecendo-o, diferenciando-o e reelaborando-o em termos de significados, pois trata-se de uma simulação dinâmica, cujos parâmetros podem ser modificados com certo grau de liberdade.

O *software* permite recorrer a recursos já utilizados, porém, não permite o registro daquilo que foi realizado, impossibilitando a continuidade num outro momento inerente ao processo de construção do conhecimento.

Numa concepção significativa de aprendizagem, o erro é uma importante fonte de aprendizagem. O aprendiz deve sempre se questionar sobre as consequências de suas atitudes e, a partir de seus erros ou acertos, ir construindo seus conceitos. No programa em tela o erro ou o acerto é dado pelo agente da aprendizagem, ou seja, o próprio aluno faz o *feedback*.

Segundo Schneider (2002), é o *software* que se comporta como um agente da aprendizagem, possibilitando produzir retornos ao aprendiz que o leve a refletir acerca das suas respostas: se a resposta estiver incorreta, o resultado pode não ter um retorno imediato, mas a oportunidade de ver as consequências dessa resposta. Dessa forma, além do retorno, pode-se oferecer orientação para reforçar o aprendizado em momentos vitais e criar oportunidades de *insight,* alertando o aprendiz para possíveis alternativas de resposta e raciocínio.

Sobre os recursos motivacionais na relação aluno-*software*-professor, ele tem a capacidade de despertar no aluno interesse pelo conteúdo trabalhado. Não promove prêmios ou disputas entre alunos, mas, pela sua interface atrativa: tem telas com visuais esteticamente adequados, coloridos, com texto bem distribuído, imagens, animações e gráficos pertinentes ao contexto, com elementos capazes de captar a atenção do usuário. Há ausência de efeitos sonoros, que numa animação pode auxiliar e trazer novos efeitos na interatividade usuário-*software*.

Perguntas e desafios estão no ícone de entrada do *software*, o que faz o usuário ter que sair da tela de animação, ou ter que imprimi-la, não havendo, portanto, interação usuário-*software* nesse ícone.

Existe orientação didático-pedagógica no material de apoio do *software* para o professor, explicitando os objetivos didáticos da animação, a definição do público alvo, sugestões para a sua utilização em diferentes circunstâncias e ambientes educacionais, porém é necessário que o professor elabore situações e problemas que o aluno não faria sozinho e que tenham o potencial de levar à aquisição de um conhecimento significativo, ou seja, a utilização do *software* necessita da ação mediadora do professor no processo de aprendizagem.

(2) Técnicas.

O *software* em questão apresenta funções codificadas de forma clara e de fácil entendimento. Ao acessá-lo, ele indica, logo na sua página de capa, as possibilidades de uso e especifica os requisitos de hardware/*software*. É de fácil instalação e desinstalação, fornece manual de utilização com linguagem apropriada.

As instruções do *software* de animação são feitas de forma clara e objetiva e no próprio quadro da tela, sem a necessidade de ativar qualquer outro ícone. O vocabulário e as estruturas das frases são adequados ao público alvo.

Observa-se uma facilidade para navegação em todas as partes do *software* e a presença de um ícone com o símbolo de interrogação para ajuda na navegação, quando necessário.

O *software* também dispõe de hipertexto e hiperlink, de ícone de "ajuda" e é de fácil navegação, com facilidade de utilização do programa em diferentes configurações de computador.

3.4 - Concepções dos professores sobre os critérios de avaliação de *software* de animação como instrumento pedagógico nas aulas de Física.

As concepções, como forma de conhecimento, encontram sua origem nas estruturas organizativas, nas relações institucionais e nas dinâmicas funcionais em que estão integrados os indivíduos, por isso, podemos dizer que elas têm um caráter coletivo, sendo constituídas a partir das interações interindividuais e dinâmicas coletivas.

Dessa forma, elas conseguem influenciar as práticas educativas, no sentido de que podem apontar caminhos, fundamentar decisões, decidir opções. Sendo assim, as práticas, que são condicionadas por uma multiplicidade de fatores, podem levar, consequentemente, a geração de concepções que com elas sejam compatíveis e que possam servir para enquadrá-las conceitualmente, sendo, então, indispensáveis na estruturação do sentido que damos às coisas.

Considerando que as concepções se formam num processo simultaneamente individual e social, as mesmas, sobre os *software*s de animação como instrumento pedagógico, podem ser influenciadas pelas experiências que nos habituamos a reconhecer e pelas representações sociais dominantes.

Assim, neste trabalho, consideramos que as concepções de cada professor de Física, em relação à utilização dos *software*s de animação como ferramenta para aprendizagem, podem ser influenciadas pelas concepções que o próprio tem acerca do ensino de Física, da utilização do *software* de animação e do "tipo" de ensino que teve em sua formação.

Dessa forma, a análise e a discussão dos dados gerados a partir das entrevistas são apresentadas nas seguintes categorias:

(a) Pedagógicas

Da fala dos professores entrevistados, depreendem-se posições sobre a utilização de Tecnologias da Informação e da Comunicação na sociedade atual e todo o seu significado para a educação. Como afirma o professor 4:

> *as atividades utilizando computadores como ferramenta na Educação Básica estimulam o interesse do aluno para que dessa forma consigam a comprovação das leis estudadas, e ajudem-no na explicação de fenômenos do seu dia-a-dia. (Prof. 4).*

Observa-se nessa fala uma preocupação com a comprovação do que foi estudado, posição contrária à de Papert (1985), no qual revela que o emprego das ferramentas computacionais como instrumento pedagógico deve estar a serviço da dinamização de ações que favoreçam a construção do conhecimento e não apenas sua comprovação.

Algumas concepções remetem a esse caráter dinâmico que se torna a aula utilizando-se das TIC, para o professores 2:

> *Assim como as experiências em laboratório, os softwares de animação devem permitir e auxiliar o aprendizado da Física, pois em algumas situações de aprendizagem não conseguimos desenvolvê-la por ser muito abstrata e apresentar materiais experimentais muito caros (Prof. 2).*

Para ele, alguns métodos de ensino não são suficientes para a compreensão de fenômenos físicos, pois a abstração de alguns conteúdos ao serem observados são dinâmicos, difíceis de explicá-los através de recursos estáticos tradicionais, desestimulando a criatividade e o envolvimento dos aprendizes. Essa posição confirma a concepção de Papert (1985) para o emprego das ferramentas computacionais como instrumento pedagógico, citada anteriormente.

Realmente, para facilitar a percepção de fenômenos físicos que estão longe de afetar nossos sentidos, como no caso do *software*, o movimento das partículas subatômicas que realizam a transformação termodinâmica, é comum a utilização de ilustrações em sala de aula. Estamos acostumados a essas imagens que desenhamos no quadro, mas sabemos que a interpretação das mesmas, a partir da articulação gestual do

professor é difícil, sendo a animação por computador uma possível solução para esses casos, como podemos observar na fala do professor 4:

> *Eu considero as atividades experimentais com software no Ensino Médio, como: úteis, necessárias, imprescindíveis, complementares para fenômenos que não conseguimos explicar estaticamente através do quadro e do giz. (Prof. 4).*

O que pode ser percebido no depoimento do professor 3:

> *Com o auxílio do software fica facilitado o ato de ensinar as transformações termodinâmicas, podendo ser mostrado de maneira dinâmica aquilo que só consigo mostrar de maneira estática. (Prof. 3).*

Nesses discursos, as palavras estático e quadro-de-giz também podem simbolizar o ensino transmissivo, no qual o professor é alguém que repete aquilo que está no livro, ou resolve exercícios, para que alunos copiem, estudem e na prova repitam o que conseguem lembrar.

Segundo Moreira:

> eliminar o quadro-de-giz não resolve o problema porque outras técnicas poderão manter vivo esse tipo de ensino; até mesmo o moderno canhão eletrônico (*datashow*), como coloridas apresentações em *power point*, poderá servir para isso. Mas o quadro-de-giz simboliza e estimula um ensino no qual o aluno espera que nele o professor escreva respostas certas e este acredita que deve fazê-lo porque assim estará ensinando. (MOREIRA, 2000, p.35).

O uso de estratégias de aprendizagem como os *software*s de animação podem tornar a aula de Física mais dinâmica, o que implica numa participação ativa do aluno e, de fato, promover um ensino centralizado no aluno que é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa favorecendo o ambiente de aprendizagem agregando valor ao processo de ensino e possibilitando uma maior predisposição do aluno para aprender.

Por outro lado o professor 2 reafirma o papel das Tecnologias da Informação e da Comunicação frente à Física, colocando o seguinte depoimento:

> *"O uso das Animações Interativas nos auxiliou na visualização das mudanças reais que acontecem quando mudamos alguns parâmetros das*

equações da Física, possibilitando tecer algo muito próximo da realidade do aluno".(Prof. 2).

Observa-se nessas concepções, que a utilização das TIC deve ir além do simples fato de permear a relação Tecnologia x Ciência, deve fazer a integração com a vida humana, é preciso que realmente ela contribua para a formação do aluno, devendo ser utilizada como um catalisador de uma mudança do paradigma educacional.

Sobre esse assunto o professor 3 afirma que:

é uma ferramenta que permite, através dos softwares, que os professores e os alunos aprendam a lidar com a informática, imprescindível para o mundo moderno e para vida do aluno.(Prof. 2).

Em ambos os argumentos, os professores tem a concepção de que o uso das TIC como ferramenta deve propiciar "(...) um novo paradigma que promova a aprendizagem em vez do ensino, que coloca o controle do processo de aprendizagem nas mãos do aprendiz (...)" (VALENTE, 1993, p.54).

Aqui os professores remetem à importância da apropriação e uso do computador pelo aluno decorrente do fato de ele se instrumentalizar com conhecimentos necessários ao manuseio de um equipamento para atender às exigências de material significativo. Para o desenvolvimento de uma aprendizagem, é necessário reflexões para além do manuseio da máquina, é preciso o desenvolvimento de uma aprendizagem própria e adequada aos conhecimentos apropriados a partir das TIC.

Para Papert,

> [...] o foco central não é a máquina, mas a mente e, particularmente, a forma em que movimentos intelectuais e culturais se autodefinem e crescem. [...] o papel que atribuo ao computador é o de um portador de "germes" ou "sementes" culturais cujos produtos intelectuais não precisarão de apoio tecnológico uma vez enraizado numa mente que cresce ativamente. (PAPERT, 1985, p. 23).

Quando questionados a respeito da utilização desse *software* de animação como instrumento pedagógico de aprendizagem em suas aulas, todos responderam positivamente ao seu caráter como ferramenta significativa na construção do

conhecimento e apontaram critérios motivacionais e visuais para justificar a qualidade pedagógica do *software*:

> *A utilização desse software pode trazer mais entusiasmo aos alunos em sala de aula. (Prof. 1).*

Nota-se, segundo a fala do professor, que o *software* pode ter efeitos significativos na motivação dos alunos, implicando na utilidade que parece ter ele e a sua aplicação nas aulas de Física, coisas que são acessíveis, palpáveis e que se realizam no seu cotidiano, na sua vida, conta com maior consideração e, portanto, tem maior poder de motivação.

O professor 2 fala que:

> *O visual chama muita atenção, tanto do professor como do aluno, deixando a aula mais interessante do ponto de vista pedagógico.(Prof. 2).*

Essa fala também pode ser evidenciada no discurso do professor 4:

> *O visual do software auxilia o aluno a perceber as transformações termodinâmicas experimentalmente, alcançando os objetivos da aula. (Prof. 4).*

Logicamente que uma das expectativas em relação ao uso das TIC na educação é a elaboração de aulas mais criativas, dinâmicas e motivadoras, mas isso não significa dizer que os aspectos didático ou pedagógico dela se resuma ao fato de serem atraentes visualmente. É certo que os aspectos lúdico, visual e sonoro do *software* são elementos extremamente relevantes para o processo de ensino-aprendizagem, mas não podem substituir o aspecto pedagógico do processo.

Corroboramos com Schneider (2002), quando coloca que não podemos confundir *design* e desenvolvimento de multimídia com *design* e desenvolvimento instrucional. Para ele, nós podemos estar criando programas que parecem ótimos/atraentes, mas não ensinam. O que importa, mais que a tecnologia, é o modo como a multimídia é utilizada para o aprendizado. Assim, a tecnologia multimídia deve ser aplicada quando vier, de fato, facilitar a construção do conhecimento pelo sujeito epistêmico.

Também ficou evidente que os professores acreditam que o *software* de animação pode ser uma ferramenta em potencial para o ensino de Física, mas não substitui a prática do professor. Para o professor 2:

> *Não é possível o aluno trabalhar com o software sem haver uma aula antes sobre o conteúdo com o professor.(Prof. 2).*

Corroborando com essa afirmativa, o professor 1 relata que:

> *O aluno não vai conseguir trabalhar os conceitos do software se ele nunca viu o conteúdo teoricamente nas aulas com o professor. (Prof. 1).*

Nesse caso, é imprescindível não só explicitar a perspectiva transformadora do uso da TIC nas aulas de Física, mas também tem-se que assumir a mediação das interações professor-aluno-*software* de modo que se possa construir o conhecimento em um ambiente desafiador, no qual as TIC sejam um auxiliar no desenvolvimento da autonomia e da criatividade. Mas, logicamente, o professor terá um papel importante a desempenhar. Cabe a ele, segundo Lima, "organizar e orientar todas as situações de aprendizagem, de modo a estimular e enriquecer o desenvolvimento cognitivo, afetivo e social dos alunos, e esses conhecimentos precisam ser a ele garantidos em sua formação" (LIMA, 2001, p. 57).

Com o mesmo argumento, o professor 4 salienta que, mesmo com a documentação explicativa que acompanha o *software*, não há como o aluno desenvolver o conteúdo sem o auxílio do professor. Para ele;

> *O software; como foi colocado, a sua documentação, a sua estrutura não facilita o trabalho do aluno sem a figura do professor. (Prof. 4).*

Nessa perspectiva, visualizamos que as TIC deixam de ser usadas apenas como fontes de informações. Passam a ser usadas para se posicionar, para produzir, para socializar. Dessa forma, segundo Bonilla:

> a produção dos alunos não é mais para o professor, nem para ser avaliada apenas, tem como objetivo se posicionar, construir conhecimento, socializar idéias e experiências, comunicar. Extrapolando as paredes da sala de aula, alunos e professores se relacionam com o mundo, com o contexto em que vivem, sentindo-se sujeitos ativos e participantes, uma vez que também têm o que dizer e sabem que um número significativo de pessoas vai escutá-los. Para

> esses alunos, a escola passa a ser uma escola viva! (BONILLA, 2008, p. 13).

Ainda, afirmando essa concepção o professor 2 expõe que:,

> *O software serve como ferramenta que gera no aluno o interesse pelo conteúdo trabalhado e torna a aula diferenciada das aulas tradicionais.(Prof. 2).*

A análise dessas concepções nos remete principalmente à elucidação do instrumento significativo em que configura esse *software* como uma ferramenta relevante para a construção dos conceitos da Física, os quais, em resumo, traduzem as concepções do *software* analisado como: uma ferramenta pedagógica, sinalizando para uma construção do conhecimento como possibilidade de reconstrução da realidade através da animação e favorecendo, de modo geral, a construção dos conceitos da Física de forma dinâmica; em que novos conhecimentos potencialmente significativos interagem com os conteúdos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz propiciados na interatividade com o *software*.

Sobre o conteúdo de aprendizagem do *software*, a opinião do professor 3 foi que:

> *o software é tradicionalista e mecânico, não faz uma relação com o dia-a-dia do aluno.(Prof. 3).*

Nessa fala percebe-se uma visão de ensino tradicional ao utilizar o *software*, pois suas atividades são centradas no professor, podendo, provavelmente, privilegiar a aprendizagem mecânica, que, segundo Ausubel, é a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Evidencia-se também no discurso do professor 1:

> *As informações conteudistas do software não remetem ao dia-a-dia do aluno. (Prof. 1).*

O professor 2 também admite que os conceitos que o *software* traz estão de acordo com o conteúdo, afirmando que:

> *ele está dentro do conteúdo, mas não é contextualizado.(Prof. 2).*

Nessa declaração o professor reafirma uma descontextualização do conteúdo apresentado no *software*, ou seja, eles se sensibilizam com um ensino descontextualizado do cotidiano do aluno, que encontre seu conteúdo na realidade vivida pelo sujeito da aprendizagem, demonstrando uma aprendizagem mecânica. Para que isso não ocorra Ausubel cita que é necessário formular questões e problemas de maneira nova e não familiar e que requeira uma máxima transformação no conhecimento adquirido (AUSUBEL, 1968 apud MOREIRA e OSTERMANN, 1999, p. 52).

Confirmando tais discursos, o professor 3 afirma que:

> *O software não é contextualizado, mas me dá a oportunidade de, através de um estudo mais aprofundado, contextualizá-lo através da aula, utilizando-o como uma ponte para a realidade do aluno. A maioria dos softwares que conheço não faz isso, ficando a encargo do professor. (Prof. 3).*

Nessa fala, o professor 3 afirma a descontextualização dos conteúdos de Física citada pelos outros professores, mas refere-se a ações a serem desenvolvidas no laboratório pelo professor que requerem um planejamento que permita o gerenciamento do processo durante toda a aula.

Quando questionados se o *software* deveria ser utilizado em aulas de Física, todos responderam que sim e destacaram que:

> *As características do software permitem que sejam verificados todos os conceitos que o software se objetiva. (Prof. 1).*

Afirmando, mais uma vez, que, em termos de conteúdo, o *software* atinge os conceitos das Transformações Termodinâmicas.

Sobre a interação aluno-*software*-professor, podemos verificar nas falas dos professores que o *software* proporciona liberdade nas ações do usuário, tais como: de acesso, de saída, de adiamento e anulação das ações e também de recursos motivacionais como as figuras e os gráficos.

> *O software educativo vai mostrar na prática aquilo que trabalhamos em sala de aula, dando a liberdade de os alunos mexerem no computador para*

ver de maneira mais interessante as figuras e gráficos que muitas vezes não conseguimos desenhar, de uma maneira mais interativa, fazendo com que eles tenham mais ânimo em participar das aulas com maior liberdade de ação sobre os parâmetros físicos. (Prof. 3).

Destacamos também, a possibilidade de o aprendiz interferir diretamente sobre a animação; alterando parâmetros e condições iniciais. Possibilitando simulações diferenciadas de um mesmo fenômeno físico. Segundo o professor 4:

Os estudantes têm a liberdade de mexer e interferir nos parâmetros, alterando condições sem se preocupar com erros, tornando esse software uma ferramenta interativa muito interessante aos nossos dias. (Prof. 4).

Para o professor, o estudante pode alcançar a percepção do conteúdo através do *software*. Pela concepção ausubeliana a aprendizagem significativa possibilita, através das atividades interativas, engajar o estudante na busca de conexões entre o seu conhecimento prévio e o novo conhecimento. Segundo Novak, é nesse estágio que a aprendizagem passa a ser um processo interativo ao longo do tempo até se atingir a proficiência na área deste conhecimento (NOVAK, 2003, apud TAVARES p. 105).

Por isso, na medida em que interage com o *software*, o sujeito da aprendizagem constrói seu conhecimento, faz conexões importantes entre significados.

O *software* apresenta uma tela com um mapa conceitual que, segundo a documentação de apoio que acompanha o *software*, quando o aluno clica no botão de mapa conceitual, ele é levado à tela interativa que relaciona hierarquicamente conceitos que versam sobre o tema transformações termodinâmicas. Sobre este, tivemos as seguintes concepções dos professores:

O mapa conceitual parece um resumo geral do conteúdo da termodinâmica, podendo atrapalhar o aluno porque sai do foco do conteúdo, mas não diminui a qualidade do software. (Prof. 2).

De acordo com Costamagna (2001, apud ARAUJO, 2004, p.208), mapa conceitual constitui um recurso de avaliação, capaz de expressar o grau de conhecimento sobre um determinado tema possível de ser aperfeiçoado mediante o necessário intercâmbio entre o professor e os alunos. O que confirma o caráter de aprofundamento dos conteúdos, e não de resumo, para explorar explicitamente relações

entre proposições e conceitos, evidenciar semelhanças e diferenças significativas e aproximar inconsistências reais ou aparentes.

Corroborando, o professor 1 afirma que;

> *O mapa conceitual traz as informações muito sintetizadas, mas auxilia o aluno a procurar os conteúdos em outras fontes. (Prof. 1).*

É notável, em sua teoria, que Ausubel a caracteriza pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do aluno. Esse novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significado, e adquire mais estabilidade (MOREIRA, 2003, p. 3). Algo que, pelo que notamos na opinião dos professores, não vai acontecer com o mapa conceitual sintetizado e estático.

O professor 3 referiu-se à linguagem do mapa conceitual do *software* da seguinte forma:

> *O mapa conceitual tem uma linguagem que não contempla o nível de aprendizado do nosso aluno, tornando, em alguns casos, o conceito não muito compreensível e, em minha opinião, mais complicado para o aluno. (Prof. 3).*

É claro que a linguagem cientifica está longe de ser neutra no processo de aprendizagem, uma vez que ela está totalmente implicada em qualquer tentativa de perceber a realidade. Quando o professor relata que a linguagem não está de acordo com o nível de aprendizado dos alunos podemos evidenciar que ela, como mediadora de toda a percepção humana, está separando o que aprendemos daquilo que conseguimos abstrair como conhecimento. Nesse sentido, Moreira coloca que:

> Cada linguagem, tanto em termos de seu léxico como de sua estrutura, representa uma maneira singular de perceber a realidade. Praticamente tudo o que chamamos de "conhecimento" é linguagem. Isso significa que a chave da compreensão de um "conhecimento", ou de um "conteúdo" é conhecer sua linguagem. Uma "disciplina" é uma maneira de ver o mundo, um modo de conhecer, e tudo o que é conhecido nessa "disciplina" é inseparável dos símbolos (tipicamente palavras) em que é codificado o conhecimento nela produzido. (MOREIRA, 2003, p. 10).

O que vem atestar aquilo que já tinha sido colocado quando referiu-se à descontextualização do *software*.

O professor 4 relatou que o mapa conceitual tem conteúdo além do necessário para a compreensão das transformações termodinâmicas:

> *O fato de o mapa conceitual trazer informações além do conteúdo trabalhado vai atrapalhar o aluno no desenvolvimento do conhecimento.(Prof. 4).*

Isso deve-se ao fato de que o mapa conceitual também é utilizado para outros *software*s de animação do mesmo grupo de pesquisa, o que pode justificar o fato de haver outros conteúdos que vão além do alcance do *software*, mas se não colocados para os alunos, pode realmente gerar problemas conceituais.

Assim, podemos notar a partir das concepções dos professores que quando o sujeito da aprendizagem for utilizar o mapa, terá dificuldades de entendimento, uma vez que o mesmo não apresenta com clareza os conceitos mais relevantes e as relações sobre esses conceitos, criando lacunas conceituais. No *software* o mapa conceitual é apresentado de forma estática sem possibilidade de interatividade pelo usuário.

Para Moreira, os mapas conceituais são:

> diagramas que indicam relações entre conceitos (apenas conceitos) e procuram refletir a estrutura conceitual de um certo conhecimento. Mais especificamente, podem ser vistos como diagramas conceituais hierárquicos. Construílos, "negociá- los", apresentá-los, refazê- los, são processos altamente facilitadores de uma aprendizagem significativa. (MOREIRA, 1992, p. 5)

Uma vez que na aprendizagem significativa a estrutura cognitiva se reorganiza constantemente, os mapas conceituais devem ser dinâmicos no curso da aprendizagem significativa.

(b) Técnicas

Com fundamento nos pressupostos teóricos apresentados anteriormente, procuramos identificar, nos depoimentos dos professores entrevistados, as opiniões dos professores sobre os elementos constitutivos que justificam uma aplicação computacional. Para isso o *software* deve obedecer a um conjunto de características

técnicas que levem em consideração a máquina, o programa, os acessórios e a rede de *software*. Sobre a parte técnica, o professor 3 relata que::

> *o software fornece instruções de forma clara, indica suas possibilidades de uso, especifica os requisitos de hardware e de software, é de fácil instalação e desinstalação, possui recursos de hipertexto e hiperlink, dispõe de ajuda e é de fácil navegação, documentação direcionada para os professores e alunos referente à descrição do software satisfatório com identificação, recursos necessários, objetivos, e todas as ações necessárias para atingir a aprendizagem e ao uso como instalação.(prof. 3).*

O professor 4 corrobora essa opinião e complementa sobre a parte técnica da animação citando que:

> *O software é de fácil acesso, é gratuito, não é difícil de utilizar e roda em computadores sem precisar de grandes memórias e mídias de armazenamento. (prof. 4).*

Sobre a documentação que acompanha o *software* tivemos a seguinte opinião do professor 2:

> *A documentação do software é boa e direciona muito bem o aluno a trabalhar com o mínimo de auxílio do professor.(Prof. 2).*

Observamos que a documentação é composta de um guia que auxilia professor e aluno na utilização da animação, como também afirma o professor 3:

> *O texto da documentação do software é simples e objetivo. (Prof. 3).*

Sobre o questionário de avaliação que está presente na documentação do *software*, tivemos a seguinte concepção do professor 2:

> *Eu acho o roteiro de avaliação pobre devido à importância do tema, porém cabe ao professor fazer uma leitura do software para fazer novas questões ou até um roteiro de utilização do software que privilegie questões que facilitem a aprendizagem. (Prof. 2).*

Nessa opinião pode-se observar as características técnicas que levam em consideração uma avaliação da aprendizagem descontextualizada, tratando-se de um aspecto desfavorável à utilização do *software*.

Segundo os professores entrevistados, o *software* de animação não permite o registro e a consulta de ações desenvolvidas, ou seja, não possibilita um *feedback* dos fenômenos realizados. Segundo o professor 2:

> *Não tem como fazer a comparação entre gráficos anteriormente feitos com os atuais. (Prof. 2).*

Reafirmando a opinião sobre a impossibilidade do *feedback*, o professor 3 afirma que:

> *O aluno não consegue retornar ao gráfico anterior, uma vez que o próprio gráfico não traz números nem pontos possíveis para repetição e análise após um possível erro ou acerto. (Prof. 3).*

A análise dessas concepções remetem à necessidade de estabelecer relações cognitivas abertas em que o aluno se permita errar e aprender com o erro, errar e não se sentir pré-julgado no seu erro, tentar novamente até chegar a ter consciência do aprendizado. Também muito bem explicitado em Schneider:

> Por intermédio de *software* que se comporta como um agente, é possível produzir retornos ao aprendiz que o leve a refletir a cerca das suas respostas: se a resposta estiver incorreta, o resultado pode não ser um retorno imediato, mas a oportunidade de ver as conseqüências dessa resposta. Dessa forma, além do retorno, pode-se oferecer orientação para reforçar o aprendizado em momentos vitais e criar oportunidades de *insight,* alertando o aprendiz para possíveis alternativas de resposta e raciocínio.(SCHNEIDER, 2002, p. 136).

Foram verificados pelos professores possíveis problemas e/ou equívocos no conteúdo e na construção do *software* de animação, o professor 1 observou que:

> *O bonequinho que aparece fica na frente das informações necessárias para compreensão dos fenômenos. (prof. 1).*

Observação evidenciada tanto na figura 6, quanto na opinião do professor 3:

A bonequinha fica na frente da informação e quando se inicia a transformação as dicas desaparecem. (Prof. 3).

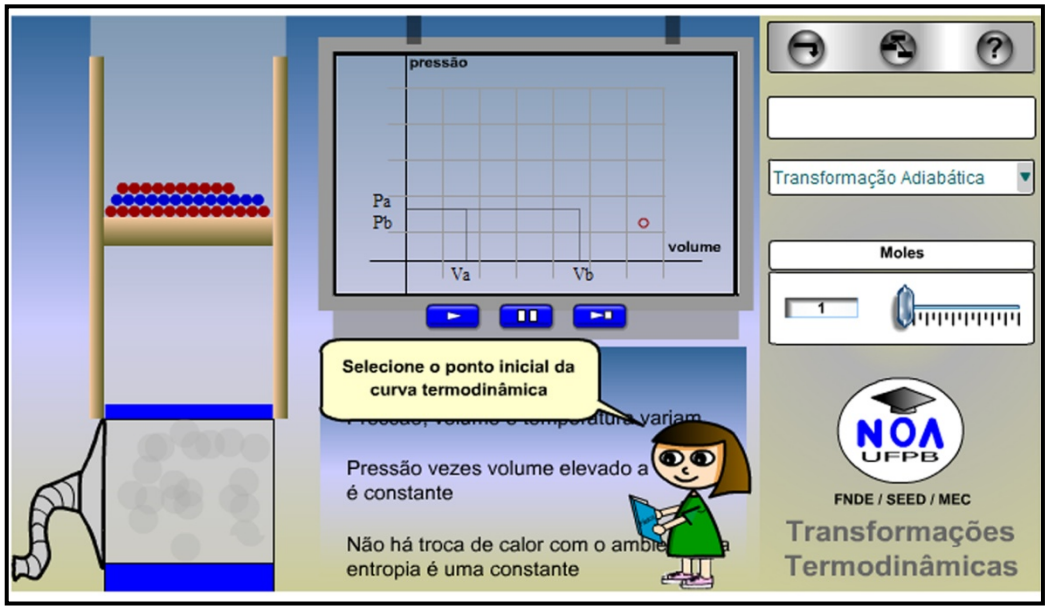

Figura 5 – tela do *software* para uma transformação adiabática.

Sobre a construção gráfica da transformação termodinâmica, o *software* só apresenta o gráfico da relação pressão x volume, como o professor 3 faz referência:

> *O software só coloca gráfico pressão x volume, o que já é uma limitação para o software. Quando você muda de transformação os pontos marcados no gráfico da última transformação continuam no gráfico. (Prof. 3).*

Como podemos vislumbrar, a simples e única demonstração da transformação através apenas desse gráfico pode limitar a ação de aprendizagem do aluno quando se referir a uma construção gráfica utilizando como parâmetro físico a temperatura.

Pode-se criar uma dificuldade conceitual quando o aluno não observar o que acontece quando o trabalho que é aplicado a um sistema cujas coordenadas mecânicas (posição e velocidade) se mantêm inalteradas. A experiência nos mostra que, nesse caso, são as coordenadas termodinâmicas (volume, pressão e temperatura para o caso do ensino básico) que se alteram. E uma delas não é observável no gráfico.

Por exemplo, numa transformação isotérmica, na qual a temperatura é constante, não podemos reconhecer, através do gráfico do *software*, a representação gráfica da transformação demonstrando a temperatura constante.

Pela figura 6 observa-se, como cita o professor, que ao selecionarmos uma transformação isobárica, os pontos a serem marcadas podem ser confundidos com a reta representativa da transformação isocórica, trabalhada anteriormente, podendo se caracterizar como um elemento dificultador do processo de aprendizagem.

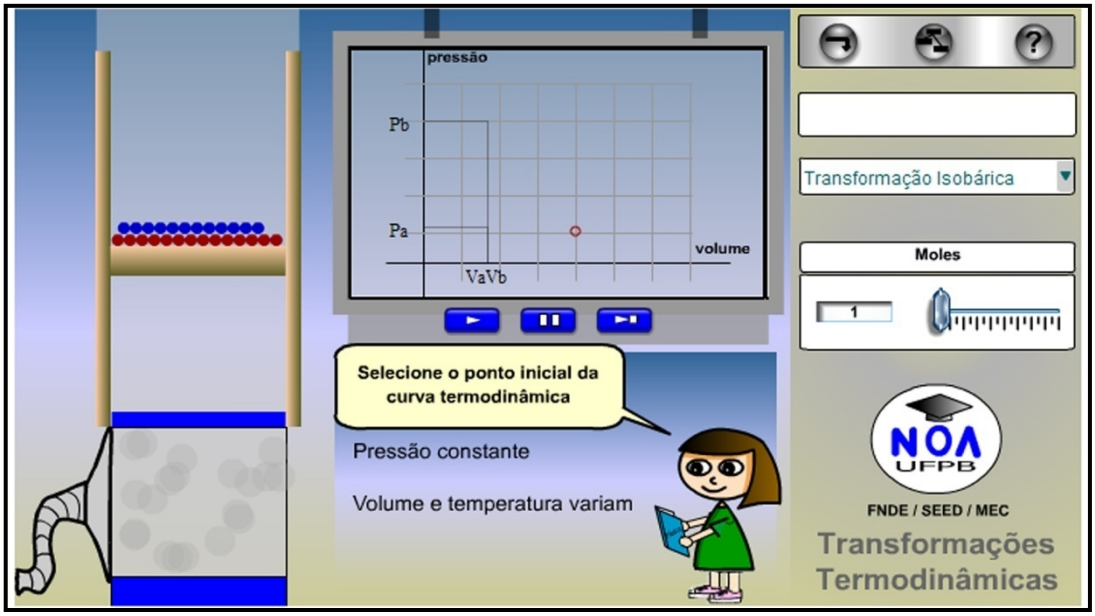

Figura 6 – tela do *software* para uma transformação isobárica.

Observando o diagrama representativo da primeira lei da Termodinâmica na figura 7, na qual a variação da energia interna entre dois sistemas pode ser determinado pela diferença entre a quantidade de calor e o trabalho, o professor 3 percebeu que:

> *no diagrama que se refere a variação de energia interna, ao trabalho e à quantidade de calor, enquanto o gráfico de transformação vai se desenvolvendo, o trabalho só se apresenta a partir do meio do caminho, discordando-se com a equação do trabalho, que é igual à área do gráfico, portanto o diagrama também deveria ser crescente. (Prof. 3).*

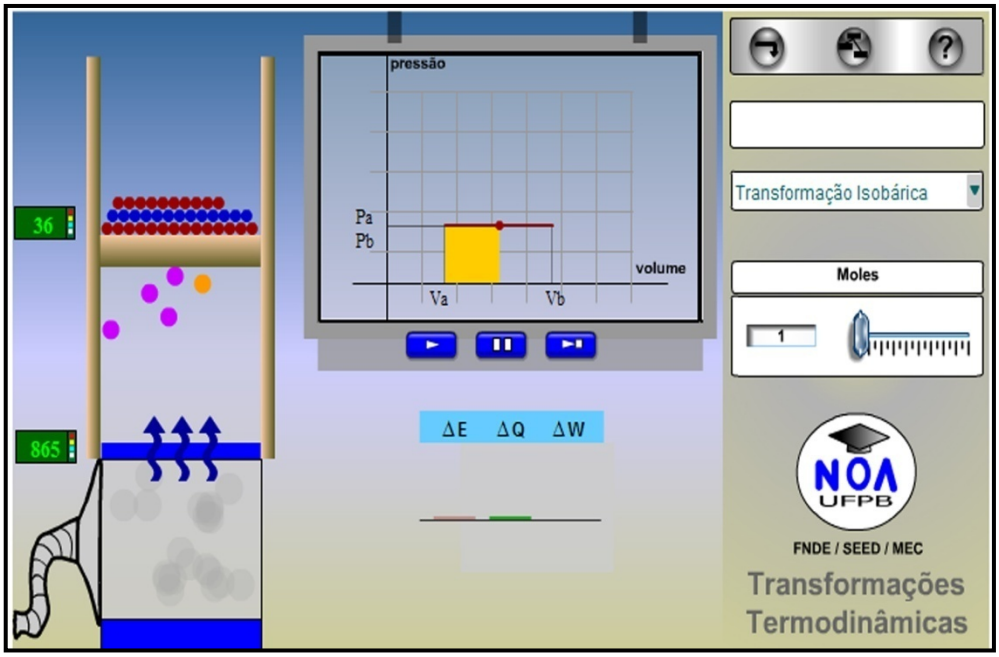

Figura 7 - tela do *software* para uma transformação isobárica em desenvolvimento.

Corroborando com a opinião do professor, enquanto a área do gráfico, na cor amarela, desenvolve-se dinamicamente na transformação, o parâmetro físico trabalho (W) no diagrama de coluna permanece estático, só revelando seu valor final ao término da expansão isobárica, demonstrando um equívoco conceitual já que o seu valor também é dinâmico como a área do gráfico. Caracterizando-se como mais um elemento dificultador do processo de aprendizagem.

Outro elemento que pode dificultar a aprendizagem é o fato de o trabalho ser representado no gráfico na cor amarela e no diagrama na cor azul. Isso, na interatividade do aluno com o *software*, pode gerar erros conceituais, uma vez que ambos os elementos tratam do mesmo conceito físico, só que representados de maneira diferente.

O mesmo professor também observou que o sentido do diagrama inverte quando aumenta-se a quantidade de mols, citação observável na figura 9. Isso pode gerar o falso conceito de que o trabalho é realizado sobre o sistema, e não pelo sistema, como ele afirmou:

> *na transformação isobárica, quando você aumenta o número de mols, o diagrama passa para a parte de baixo, acredito que este fato se justifica para não tomar o espaço do gráfico, já que devido à intensidade das*

variáveis o valor fica alto, porém dá a falsa impressão para os alunos de que as variáveis são negativas. (Prof. 3).

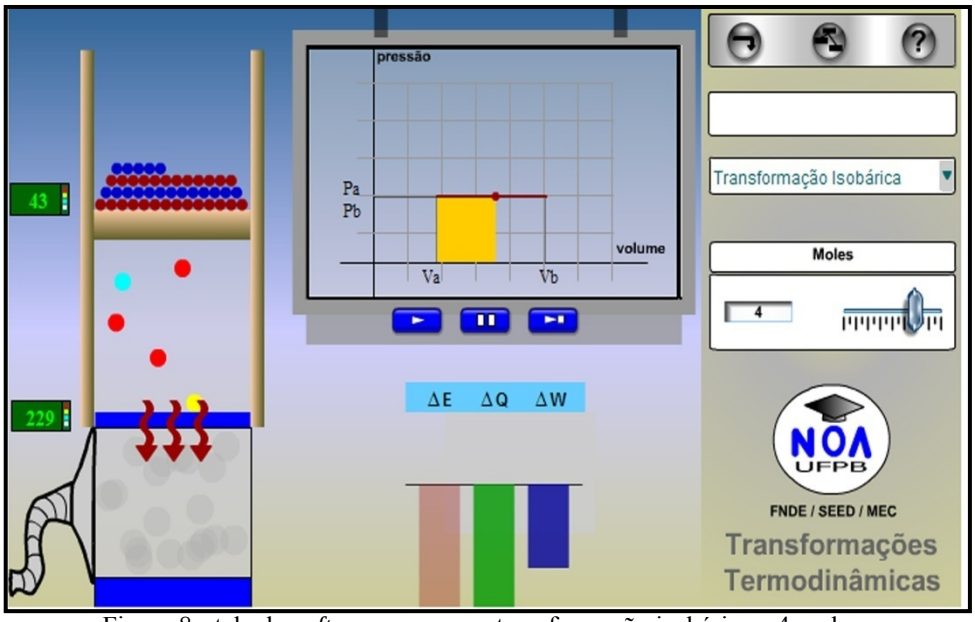

Figura 8 - tela do *software* para uma transformação isobárica a 4 mols.

Outro problema representacional são as setas que indicam que o trabalho está sendo realizado sobre o sistema, porém, quando o sistema se expande, ou seja, o volume aumenta, como é visível na figura 8, o trabalho é realizado pelo sistema, que se referiria ao sentido oposto que as setas são representadas.

O professor 4 argumentou que:

Não consigo entender porque ao aumentar a quantidade de mols as esferas também não aumentam? Por que há uma mudança de cor destas esferas? (prof. 4).

Podemos observar que na figura 8, quando temos o sistema gasoso com quatro mols, as esferas apresentam cores diferentes da figura 7 que tem apenas um mol. Se o sistema é o mesmo, dever-se-ia caracterizar o aumento de mols pelo aumento da quantidade de esferas de mesma cor, e não pela coloração que elas têm, a não ser que elas representem estados energéticos diferenciados. Porém, isso não é exposto em nenhum lugar da documentação do *software*, e em nenhum momento fica claro na interação com o mesmo, podendo criar equívocos conceituais nos professores e nos alunos.

Assim, conhecer as concepções dos professores foi o nosso objetivo para futuramente gerar propostas metodológicas viáveis para a inserção das TIC nas aulas de Física. Conforme visto no capítulo três, os professores apresentam concepções homogêneas que vão, em nosso entendimento, a favor de uma postura de construção e de produção do conhecimento destinadas aos alunos da Educação Básica, apropriadas aos objetivos e condições do contexto onde se desenvolve a educação assim como, atender às necessidades dos alunos e da sociedade.

Dos resultados desta pesquisa pode-se concluir:

Quanto às dificuldades que os professores de Física encontram no processo de ensino-aprendizagem ficou evidente:

- um ensino centrado no professor que transmite uma sequência de conteúdos numa lógica de quem já sabe Física, e não na lógica de quem precisa aprender Física;

- uma preocupação com as condições de trabalho seguras, a exemplo de que só com um laboratório estruturado é possível realizar atividades experimentais;

- dificuldades para o ensino de fenômenos que são, por natureza, abstratos para compreensão, apenas, pela percepção visual e dinâmica manipuláveis;

- que o uso das TIC podem ser um facilitador da aprendizagem significativa, porém, observaram-se entraves para a sua utilização com o instrumento pedagógico nas atividades do ensino de Física na Educação Básica.

Das questões específicas suscitadas pelo quadro teórico, pela revisão bibliográfica e pela identificação das dificuldades e perspectivas, nas concepções dos professores, sobre a utilização de *software* de animação como instrumento pedagógico para a abordagem de conteúdos de Física para a educação básica, em nível médio, ficou evidente:

- uma preocupação com a comprovação do que foi estudado na teoria quando na concepção de Papert (1985) o emprego das ferramentas computacionais

como instrumento pedagógico, deve estar a serviço da dinamização de ações que favoreçam a construção do conhecimento e não apenas sua comprovação;

- que pelo caráter abstrato de alguns conteúdos de Física alguns métodos de ensino não são suficientes para a compreensão de fenômenos, pois são difíceis de explicá-los através de recursos estáticos tradicionais, confirmando a concepção de Papert (1985) para o emprego das ferramentas computacionais como instrumento pedagógico;

- a ideia de que a utilização das TIC deve ir muito além do simples fato de permear a relação Tecnologia x Ciência, é preciso que ela seja utilizada como um catalisador de uma mudança do paradigma educacional;

- que o contato com máquina deixa o aluno mais próximo do conhecimento, aumentando a possibilidade de assimilá-la;

- a motivação como elemento da eficiência, capaz de produzir os resultados almejados e que o aspecto didático ou pedagógico do computador parece se resumir à atração visual. O potencial do *software* se caracteriza como uma "ferramenta de ensinar";

E especificamente sobre o *software* analisado que:

- quando ocorre interatividade do aluno com o *software*, ele gera erros conceituais e/ou representacionais;

- o suporte teórico é descontextualizado;

- que o *software* proporciona liberdade nas ações do usuário, criando possibilidades de o aprendiz interferir diretamente sobre a animação; alterando parâmetros e condições iniciais;

- mas não permite, segundo os professores entrevistados, o registro e a consulta de ações desenvolvidas, ou seja, não possibilita um *feedback* dos fenômenos realizados;

- o *software* fornece instruções de forma clara, indica suas possibilidades de uso, especifica os requisitos de hardware e de *software*, é de fácil instalação e desinstalação, possui recursos de hipertexto e hiperlink, dispõe de ajuda e é de fácil navegação.

Observando o quadro teórico e as concepções dos professores podemos vislumbrar que uma das principais características de um *software* de animação como ferramenta pedagógica nas aulas experimentais de Física é como ele pode favorecer o processo de ensino aprendizagem, como o aluno deve construir o seu conhecimento entre o teórico e o experimental, entre o estático e o dinâmico. Podemos evidenciar que as concepções dos professores puderam validar o conjunto de critérios definidos no quadro teórico que são preponderantes no processo de aprendizagem com esse tipo de ferramenta, que são: a base pedagógica utilizada na construção do *software*, como o conteúdo é construído, a interação aluno x professor x *software* e os aspectos técnicos.

Com as concepções dos professores corroborando com as fontes pesquisadas e com os critérios utilizados, também evidenciamos que as TIC em sala de aula podem favorecer o trabalho do professor, enriquecendo o processo de aprendizagem, e também salientar que o *software* de animação como ferramenta pedagógica não vem para substituir quaisquer atividades que já são realizadas ou até mesmo a figura do professor, mas sim contribuir e dinamizar as ações realizadas, servindo como um complemento e aprimorando a qualidade de ensino nas escolas.

CONSIDERAÇÕES E IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

Este trabalho não esgotou o tema sobre as possibilidades e limitações da utilização do *software* de animação como ferramenta pedagógica nas aulas experimentais de Física no ambiente escolar. Mas o que podemos concluir inicialmente com este trabalho é que o *software* de animação pode ser uma ferramenta importante no processo de aprendizagem dos alunos, logicamente, se utilizado de forma contextualizada com os conteúdos trabalhados teoricamente em sala de aula e com objetivos claramente estabelecidos pelos professores e toda a equipe pedagógica e pelo projeto político pedagógico da escola.

Esta pesquisa mostrou que as TIC não devem ser adotadas somente como uma metodologia de ensino favorável para a educação, mais do que isso, deve ser adotada como uma ferramenta cognitiva significamente importante em ambientes de aprendizagem.

Por isso, as TIC exigem do professor um planejamento pedagógico que contemple, explicitamente, a interação professor x aluno x *software*, a partir da aquisição de conceitos científicos e tecnológicos, promovendo no indivíduo o desenvolvimento de novas atitudes em função das novas tecnologias da informação e da comunicação, um processo que insira a dimensão experimental dos objetos de aprendizagem virtual no processo educativo.

Assim, a seleção do *software* de animação, a ser trabalhado na aula de Física, deve ser feita pelo professor da disciplina, que está em contato direto com o processo de ensino e aprendizagem, pois é ele quem vai identificar as dificuldades dos alunos, por meio da análise de suas ações, e vai propor o uso de materiais os mais adequados a criar as situações favoráveis à aprendizagem dos conceitos mal compreendidos.

Em vista disso, na escola a utilização do computador deve ter como objetivos promover a aprendizagem dos alunos e ajudar na construção do processo de conceituação e desenvolvimento de habilidades importantes para que eles participem de maneira crítica dentro dessa nova sociedade tecnologicamente desenvolvida.

As Tecnologias da Informação e da Comunicação quando são empregadas como recurso pedagógico na aprendizagem de Física adquirem uma função fundamental no auxílio do processo ensino e aprendizagem, podendo oferecer ao discente uma perspectiva de mudar ou até de (re)construir o seu próprio conhecimento.

Os resultados da pesquisa, comprovados através das afirmações dos professores entrevistados com relação aos benefícios que o uso do *software* como instrumento pedagógico nas aulas experimentais de Física, pode ter para o processo ensino-aprendizagem, corroboram com Parreiras, quando afirma que:

> "Tais benefícios certamente vão além do simples aumento da velocidade de aprendizagem e incluem argumentos favoráveis [...] como aumento da autonomia e da motivação do aprendiz, domínio da tecnologia pelos aprendizes, mudança de foco nas relações de poder da sala de aula" (PARREIRAS, 2000, p.101)

Concluindo ainda que:

> "as TIC dão uma nova dimensão à sala de aula. Ao serem integradas às salas de aula, essas novas tecnologias parecem libertar o aprendiz da massificação imposta pelo modelo convencional de aula centrado no professor e a estabelecer um perfil de aprendiz cada vez mais autônomo. [...] Nesse ambiente de aprendizagem, o aprendiz assume o centro do processo de ensino e aprendizagem." (PARREIRAS, 2000, p. 102)

Assim, a qualidade de um *software* de animação depende, entre outras coisas, da possibilidade de o sujeito da aprendizagem construir um vasto conjunto de situações, envolvendo um número relativamente importante de situações cotidianas ou de uma medida da abrangência do número de situ ações que o mesmo pode fazer emergir na atividade.

Notamos através das entrevistas que o papel do professor é imprescindível no processo de aprendizagem utilizando *software*s de animação como instrumento pedagógico nas aulas experimentais de Física como mediador da relação *software*-aluno. Por isso, torna-se essencial que os professores que utilizem tal ferramenta dominem os recursos tecnológicos de maneira eficiente, articulando o seu uso à prática pedagógica.

Para isso, torna-se necessária a formação de professores para a utilização desses recursos de tecnologia educacional que tenha como objetivos, como cita Borges (BORGES, 2007, p. 94):

- estimular o interesse e sensibilizar os educadores envolvidos para os benefícios que a introdução da tecnologia no ensino pode propiciar;

- estimular a troca de experiências através da participação em projetos interdisciplinares, promovendo a interação entre os educadores;

- propiciar a adaptação dos educadores com a tecnologia, através de cursos de introdução ao uso dos recursos tecnológicos;

- habilitar os educadores para a correta operação dos recursos tecnológicos que integram a solução proposta e para a articulação destes à prática pedagógica;

- preparar os educadores e demais envolvidos para, em conjunto com o *software* de animação, planejar, executar e acompanhar todas as fases de implementação na escola.

Esperamos, a partir dos objetivos aqui colocados, contribuir para a utilização das TIC como referência dos saberes a serem ensinados na Educação Básica, para além da simples ilustração. Para alcançar esse propósito defendemos a ideia da formação continuada como inerente ao exercício profissional do professor visando a levá-los a uma prática transformadora, vinculada a uma reflexão sobre a ação.

Podemos, então, a partir daquilo que foi discutido, concluir que a introdução do *software* de animação como ferramenta pedagógica nas escolas não garante melhorias no processo ensino-aprendizagem, se não for observada sua qualidade pedagógica. O ideal é que o aprendizado seja interativo e que venha a acrescentar valor aos meios tradicionais utilizados no processo educativo. Podemos, também, vislumbrar que as TIC podem contribuir para a construção de um aprendizado significativo, explorando as potencialidades do aluno, da escola e a sua adequação à proposta político-pedagógica da mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANCHES, Sergio Paulino. **Modernidade e formação de professores: a prática dos multiplicadores dos núcleos de tecnologia educacional do nordeste e a informática na educação.** São Paulo/SP, 2003. Dissertação de mestrado. USP.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. **Informática e formação de professores.** Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2000.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de**. Educação e tecnologias no Brasil e em Portugal em três momentos de sua história.** Pontifícia Universidade Católica de S. Paulo**,** 2002, Brasil. EFT – educação, formação e tecnologia.

ANDRADE, Djalma. A formação inicial de professores para educação básica: uma reflexão. In. **Desafio da formação de professores para o século XXI**. Org. ARAÚJO, Maria Inêz Oliveira e OLIVEIRA, Luiz Eduardo. São Cristovão/SE, 2008, CEAV/UFS. p. 224 a 237.

ANJOS, Antonio Jorge Sena dos. **As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica:** a simulação computacional na educação em Física. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 25, n. 3: p. 569-600, dez. 2008.

ARAÚJO, Maria Inêz Oliveira. **A dimensão ambiental nos currículos de formação de professores de Biologia**. São Paulo, 2004. Tese de Doutorado. FEUSP.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. e HANNESIAN, H. (1980). **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro. Interamericana.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Ed.Plátano, 2002.

BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. **Desenvolvimento e utilização de um programa de análise de imagens para o estudo de tópicos de mecânica clássica**. *Revista Brasileira de Ensino de Física,* São Paulo, v. 24, n.2, p. 158-167, jun. 2002.

BAZZO, Walter A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica.** Disponível em www.campus-oei.org/salactsi/bazzo.htm. Acesso em 5/10/2008.

BERTOLDI, Sérgio**. Avaliação de *software* educacional: impressões e reflexões**. Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

BONILLA, Maria Helena Silveira. **As tecnologias da informação e comunicação estruturando novas práticas pedagógicas**. Mesa: comunicação e ensino de Física. IX encontro de pesquisa em ensino de Física, 2008, 15 p.

BONILLA, Maria Helena S. **Concepções do Uso do Computador na Educação**. Espaços da Escola, Ano 4, No. 18 (59-68). Ijuí: 1995

BORGES, Márcia de Freitas Vieira. **Inserção da informática no ambiente escolar: inclusão digital e laboratórios de informática numa rede municipal de ensino**. Belo Horizonte: CEFET-MG, 2007. 255 f.: il.

BRASIL. MEC. SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnologia, 1999.

BRASIL. MEC. SEMTEC. **PCN + Ensino Médio**: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnologia, 2004.

BRASIL/MEC. LEI nº 9394, de 20/12/96. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília:MEC, 1996.

BRASIL. Parecer CNE/CP 009/2001 – **Diretrizes curriculares nacionais para formação de professores da educação básica em nível superior, cursos de licenciatura, de graduação plena,** de 08 de maio de 2001, Brasília.

CAMPOS, Gilda Helena Bernardino. **Metodologia para avaliação da qualidade de *software* educacional. Diretrizes para desenvolvedores e usuários**. Rio de Janeiro, 1994. Tese de Doutorado.COPPE/UFRJ.

CAMPOS, Gilda Helena Bernardino. **Avaliação da qualidade de *software* educacional**. COPPE/UFRJ, setembro de 1996.(notas de acompanhamento de curso).

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999

CASTELLS, Manuel. **A galáxia da Internet**: reflexões sobre a Internet, os negócios e a sociedade . São Paulo : Zahar, 2003.

CHAVES, Eduardo. **Computadores: máquinas de ensinar ou ferramentas para aprender?** Brasília, 1983.

CHAVES, Eduardo O. C.. **O computador na Educação**. 2004. Acessado em 15/02/2007. http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/EDTECH/tecned2.htm

COELHO, Rafael Otto. **O Uso da Informática no Ensino de Física de Nível Médio.** Pelotas/RS, 2002. Dissertação de mestrado. UFRGS.

CRAWFORD, Richard. **Na era do capital humano.** Tradução de Luciana Bontempi Gouveia. São Paulo, editora Atlas, 1994.

DEMO, P. Formação Permanente de Formadores: educar pela pesquisa. In: MENEZES, L. C. (Org), **Professores: Formação e Profissão**. São Paulo: NUPES, 1996.

FERREIRA, Valdivina Alves; GOBARA, S. T. **Dificuldades dos professores diante do uso pedagógico dos recursos da informática no ensino médio**. In: XIII ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 2006, Recife. Anais doXIII ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Recife: UFPE, 2006. v. 1. p. 1-13.

FIOLHAIS, C. e TRINDADE, J. **Revista Brasileira de Ensino de Física 25**, p. 259, 2003.

HEWITT, P. G.**Física Conceitual**. 9ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2002.

GALVIS, A. H. *Software* educativo multimídia aspectos críticos no seu ciclo de vida. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, São Paulo, v. 1, n.1, p. 11-14, setembro. 1997.

GOWIN, D. B. **Educating**. Ithaca, N. Y., Cornell University Press. 1981.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira e FILHO, Kepler de Souza Oliveira. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no**

ensino/aprendizagem de óptica. Revista Brasileira de Ensino de F´ısica, v. 29, n. 2, p. 267-273, (2007)

LÉVY, P. **A Máquina Universo: criação, cognição e cultura informática**. Porto Alegre, Editora: Artmed, 1987.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**. São Paulo: Editora 34, 1990.

LIMA, Patrícia Rosa Traple. **Novas Tecnologias da informação e comunicação na educação e a formação dos professores nos cursos de licenciatura do estado de Santa Catarina.** Florianópolis/SC, 2001. Dissertação de mestrado. UFSC.

LITTO, Frederic. **Os grandes desafios da educação para o novo século**. Disponível em http://www.futuro.usp.br/ef/menu/menu.htm. Acesso em 26 de junho de 2001.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química:** professores/pesquisadores. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

MEDEIROS, A. e MEDEIROS, C.F. **Revista Brasileira de Ensino de Física 24**, p. 77, 2002

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 2005.

MORAES, Maria Candida; **Informática Educativa No Brasil:** um pouco de história...; Em Aberto, Brasília, ano 12, n.57, jan./mar. 1993

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006. www.if.ufrgs.br/~moreira, consulta realizada em 19/10/2007 às 23:00 h.

MOREIRA, Marco Antonio. A**prendizagem significativa crítica** Versão revisada e estendida de conferência proferida no *III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000. Publicada nas Atas desse Encontro, p.p. 33-45, com o título original de *Aprendizagem significativa subversiva.*

MOREIRA, Marco Antonio. **Linguagem e aprendizagem significativa**.Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil, 8 a 12 de setembro de 2003. Versão revisada e ampliada de participação em mesa redonda sobre Linguagem e Cognição na Sala de Aula de Ciências, realizada durante o II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição, Belo Horizonte, MG, Brasil, 16 a 18 de julho de 2003

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais no ensino de física**. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 1992.

MOREIRA, Marco Antonio & MASINI, Elcie Aparecida S. (1982) **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes. 112 p.MOREIRA, Marco A. Aprendizagem significativa: A teoria da David Ausubel. São Paulo: Moraes LTDA., 1982.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORAIS, M. C.Informática Educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas. **Revista Brasileira de Informática na Educação,** São Paulo, v. 1, n.1, p. 6-10, setembro. 1997.

NIQUINI, Débora Pinto**. Informática na educação implicações didático - pedagógicas e construção de conhecimento**. [s.l.] : Editora UNIVERSA, [s.d.].1996.

NOVAK, Joseph Donald. **Uma teoria de educação.** Tradução de Marco Antônio Moreira, São Paulo: Pioneira, 1981.

OLIVEIRA, Celina Couto; MENEZES,Eliane Inez M.; MOREIRA, Mércia. **Avaliação de *software* educativo**. Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro, v.16, p. 50-54, jul/ago. 1987.

OLIVEIRA, Celina Couto de & COSTA, José Wilson da & MOREIRA, Mercia. **Ambientes Informatizados de Aprendizagem:** Produção e Avaliação de *Software*s Educativo. Campinas, SP: Papirus, 2001.

OLIVEIRA, Celina Couto de; COSTA, José Wilson da; MOREIRA, Mercia. Ambientes informatizados de aprendizagem. In: OLIVEIRA, Maria Auxiliadora Monteiro;

COSTA, José Wilson da.(Orgs.) **Novas linguagens e novas tecnologias.** Petrópolis: Vozes, 2004. p.111- 138.

OLIVEIRA, Silvia Sales de; NETO, Hermínio Borges e GOMES, Alex Sandro. **Avaliação de *software* educativo para o ensino de matemática** - o caso das estruturas aditivas. www.infobom.com.br/izabel/Textos. Consulta realizada em 12/12/2008 às 11:10 h

PAIS, Luis Carlos. **Educação escolar e as tecnologias da informática.** Belo Horizonte, editora Autêntica, 2002.

PAPERT, Seymour. **LOGO:** Computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PARREIRAS, Vicente Aguimar. **Percepções de Aprendizes da primeira série do ensino médio sobre a integração da Internet à sala de aula de inglês: um estudo de caso**. Belo Horizonte: UFMG, 2000. Dissertação (Mestrado em Estudos Lingüísticos).

PILLA, Luiz. **Físico-Química**, volume 1. São Paulo, editora livros técnicos e científicos. 1979.

PRETTO, Nelson De Luca. **Construindo um escola sem rumo - documentos da gestão**. Salvador, encarte, 2000.

RODRIGUES, Gil Luna. **Animação interativa e construção dos conceitos da Física: trilhando as veredas pedagógicas.** Paraíba, 2005. Dissertação de mestrado. UFPB.

SAMPAIO, Marisa Narcizo; LEITE, Ligia Silva. **Alfabetização tecnológica do professor**. Petrópolis: editora Vozes, 2000.

SANTOS, José Nazareno dos. **Uso de ferramentas cognitivas para a aprendizagem de Física.** Paraíba, 2005. Dissertação de mestrado. UFPB.

SCHNEIDER, Henrique Nou. **Um ambiente ergonômico de ensino aprendizagem informatizado**. Santa Catarina, 2002. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

SILVA, Cassandra Ribeiro de Oliveira. **Bases pedagógicas e ergonômicas para concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados**. Florianópolis, 1998. http://www.eps.ufsc.br/disserta98/ribeiro/, Consulta realizada em 12/03/2009.

TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa em um ambiente multimídia**. Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, 2007, Monografía VIII, pp. 551-556.

TAVARES, Romero e SANTOS, José N.: **Animação interativa como organizador prévio**. 2003, IV Encontro Internacional sobre aprendizagem significativa - Maragogi.

TAVARES, Romero: **Animações interativas e mapas conceituais**. (2005-a), XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física – Rio de Janeiro — (2005 - b): Aprendizagem significativa e o ensino de ciências XXVIII Reunião Anual da ANPEd - Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação – Caxambu.

TOFFLER, Alvin. **Powershift**. Rio de Janeiro: Record, 1990.

TRIVIÑOS, Augusto N.S**. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**: 1.ed. São Paulo: Atlas, 1987.

VALENTE,José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento. et ali. Coleção Informática na Educação.** São Paulo, 1999.

VALENTE, José A. **O uso inteligente do computador na educação**. Campinas: Núcleo de Informática Educacional. UNICAMP, 1997.

VALENTE,José Armando. **Formar I: Relatório final**. Campinas, NIED/Unicamp, 1988.

VEIT, E. A.; TEODORO V.D. Modelagem no ensino/aprendizagem de Física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. **Revista brasileira de ensino de Física.** São Paulo, v. 24, n. 2, p. 87-96, jun. 2002.

VALADARES, Jorge; FONSECA, Fédora. U**ma estratégia construtivista e investigativa para o ensino da óptica.** 2007, revista abrapec V.4 N.3, p. 74 a 85.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NUCLEO DE POS-GRADUACAO EM EDUCACAO

QUESTIONÁRIO

Prezado (a) Professor(a),

Você está sendo convidado(a) a responder o presente questionário para que possamos analisar, com maior segurança e precisão a importância dos conteúdos de aprendizagem de Física em nível médio.

Suas informações são fundamentais para concretização da investigação que estamos realizando, por isso pedimos a você o máximo de sinceridade e franqueza nas suas respostas.

O questionário é anônimo e os dados rigorosamente confidenciais, não precisa se identificar. Desde já agradecemos a colaboração

IDENTIFICAÇÃO

1 – Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

2 – Idade
( ) até 24 anos ( ) De 25 a 29 anos ( ) De 30 a 39 anos
( ) De40 a 49 anos ( ) De 50 anos ou mais

3 – Se você fez curso superior, de que forma ele foi realizado?
( ) Presencial ( ) Semi-presencial ( ) à distância

4 – Você se graduou em?
( ) Instituição pública ( ) Instituição privada

5 – Entre as modalidades de cursos de pós-graduação listados abaixo, assinale a opção que corresponde ao curso de mais alta titulação que você completou.
( ) Não fiz
( ) Especialização (mínimo de 360 horas)
( ) Mestrado
( ) Doutorado

6 – Você participou de alguma atividade de formação continuada (atualização, treinamento, capacitação, etc) nos últimos dois anos?
( ) Sim ( ) Não

QUAIS OS FATORES QUE CONTRIBUEM PARA DIFICULDADES NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA?

Marque apenas uma opção em cada linha. O questionário está enumerado em ordem crescente de dificuldade, sendo zero menor dificuldade e o cinco maior dificuldade.

FATORES QUE CONTRIBUEM PARA AS SUAS DIFICULDASDES	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1 – Metodologias tradicionais de ensino nas aulas de Física						
2 – A quantidade de conteúdos que, de certa forma, dificulta a opção do que se deve ensinar.						
3 – Não consegue fazer a adequação do que aprendeu na formação inicial para o ensino médio.						
4 – Fenômenos que são demasiadamente abstratos para compreensão pela percepção visual e dinâmica manipuláveis.						
5 – Os alunos não possuem conhecimentos prévios que possibilite aprender os assuntos ensinados.						
6 –. Ausência de laboratórios para realizar atividades experimentais.						
7 – Dificuldades para acesso e utilização de novas ferramentas que facilite no ensino de Física.						

FATORES QUE INFLUENCIAM NA UTILIZAÇÃO DE UM *SOFTWARE* EDUCATIVO EM SALA DE AULA

1 – Sua escola dispõe de laboratório de informática?
( ) Sim ( ) Não

2 – Caso sua escola tenha laboratório, ele é de fácil acessibilidade para utilização durante as aulas?
( ) Sim
( ) Não
( ) Sim, porém os equipamentos na ajudam na utilização dos *software*s

3 – Sobre o conhecimento e utilização dos *software*s educativos
( ) Não conheço *software*s educativos
( ) Conheço e utilizo *software*s educativos em minhas aulas
( ) Conheço, mas não uso *software*s educativos
( ) Outros? _____

4 – Do seu ponto de vista, qual o motivo que tem maior importância na escolha de *software* educativo no processo de ensino-aprendizagem em Física?
( ) É um recurso didático que estimula o interesse do aluno
( ) É um recurso didático que auxilia na compreensão dos conceitos
( ) É um recurso didático que faz parte de uma política de incentivo de tecnologia educacional
( ) Outros? _____

ANEXO 2

As questões específicas suscitadas pelo quadro teórico, pela revisão bibliográfica e pela identificação das dificuldades e perspectivas, nas concepções dos professores, sobre a utilização de *software* de animação como instrumento pedagógico para abordagem de conteúdos de Física para a educação básica, em nível médio, foram:

1) Qual a sua opinião sobre o *software*?

2) Você utilizaria este *software* de animação como instrumento pedagógico de aprendizagem em suas aulas?

3) Que critérios você utilizou para chegar a essa resposta?

4) O *software* permite que se verifiquem quais conceitos estão sendo aprendidos pelos sujeitos da aprendizagem?

5) O *software* fornece documentação direcionada para os professores e alunos referente a descrição do *software* (identificação, recursos necessários, objetivos, entre outros) e ao uso (instalação e instruções)? Se fornece, o que você acha sobre eles?

ANEXO 3

ENTREVISTA COM O PROFESSOR 1

T - Qual a sua opinião sobre o *software*?

R. - Para mim *software* educativo é aquele que vai mostrar na prática aquilo que trabalhamos em sala de aula, tirando as dúvidas conceituais utilizando o computador. Portanto, o objetivo do *software* é trazer o aluno para mais próximo da realidade. Na sala de aula o aluno é um mero espectador, com o *software* ele vai participar ativamente do processo de ensino.

T - No que o *software* vai auxilia-lo em sala de aula?

R. - Com o auxílio do gráfico do *software* fica facilitado o ato de ensinar as transformações termodinâmicas, podendo ser mostrado de maneira dinâmica aquilo que só consigo mostrar de maneira estática.

T - Você utilizaria este *software* de animação como instrumento pedagógico de aprendizagem em suas aulas?

R - Sim, O visual chama muita atenção, tanto do professor como do aluno. E as características do *software* permitem que sejam verificados todos os conceitos que o *software* se objetiva. E a utilização de *software* pode trazer mais entusiasmo aos alunos em sala de aula.

T - Você acha que é necessária a interferência do professor para a melhor utilização do *software* pelo aluno?

R - No momento inicial do ensino é necessária a interferência do professor. E tive dificuldades de utilização antes de ler o tutorial. Mas o texto da documentação do *software* é simples e objetivo, me auxiliou bastante. Não é possível o aluno entender todos os conteúdos do *software* estudando sozinho em casa.

T - Você já tinha utilizado *software* de animação alguma vez?

R - Nunca peguei um *software* para avaliar, nem tão pouco para utilizar.

T - O *software* é contextualizado?

R - As informações do *software* não remetem o dia-a-dia do aluno. O aluno não vai conseguir trabalhar os conceitos do *software* se ele nunca viu o conteúdo teoricamente.

T - O que achou dos mapas conceituais que o *software* contém?

R - Nunca trabalhei com mapas conceituais. Porém, para mim o mapa conceitual traz informações além do conteúdo trabalhado vai atrapalhar o aluno no desenvolvimento do conhecimento.

T - O *software* fornece documentação direcionada para os professores e alunos referente à descrição do *software* (identificação, recursos necessários, objetivos, entre outros) e ao uso (instalação e instruções)? Se fornece, o que você acha sobre eles?

R - Não tive problema nenhum com a usuabilidade do *software*.

T - Mais algum comentário?

R - A minha formação inicial não foi de grande ajuda para a utilização de uma metodologia de ensino que utilize *software*s educacionais.

ENTREVISTA COM O PROFESSOR 2

T - Qual a sua opinião sobre o *software*?

R - O *software* serve como uma ferramenta porque auxilia o aluno a perceber as transformações termodinâmicas experimentalmente.

T - Que critérios você utilizou para chegar a essa resposta?

R – Para mim, o *software* serve como ferramenta de aprofundamento o conhecimento, gera no aluno o interesse pelo conteúdo trabalhado e torna uma aula diferenciada das aulas tradicionais.

T - Você utilizaria este *software* de animação como instrumento pedagógico de aprendizagem em suas aulas?

R - Sim

T – Existe algum problema técnico observável no *software*?

R - O bonequinho que aparece fica na frente das informações necessárias para compreensão dos fenômenos. E também não tem como fazer a comparação entre gráficos anteriormente feitos com os atuais.

T - O que achou dos mapas conceituais que o *software* contém?

R - O mapa conceitual traz as informações muito sintetizadas, mas auxilia o aluno a procurar os conteúdos em outras fontes. Para mim, o mapa conceitual parece um resumo geral do conteúdo da termodinâmica, podendo atrapalhar o aluno porque sai do foco do conteúdo, mas não diminui a qualidade do *software*.

T - Você acha que é necessário a interferência do professor para a melhor utilização do *software* pelo aluno?

R - Não é possível o aluno trabalhar com o *software* sem haver uma aula antes sobre o conteúdo com o professor.

T - O *software* permite que se verifiquem quais conceitos estão sendo aprendidos pelos sujeitos da aprendizagem?

R – Sim, ele está dentro do conteúdo, mas não é contextualizado.

T - O *software* fornece documentação direcionada para os professores e alunos referente a descrição do *software* (identificação, recursos necessários, objetivos, entre outros) e ao uso (instalação e instruções)? Se fornece, o que você acha sobre eles?

R – Sim. A documentação do *software* é boa e direciona muito bem o aluno a trabalhar com o mínimo de auxílio do professor.

Porém, eu acho o roteiro de avaliação pobre devido a importância do tema, porém cabe ao professor fazer uma leitura do *software* para fazer novas questões ou até um roteiro de utilização do *software* que privilegie questões que facilitem a aprendizagem.

T - Mais algum comentário?

R – Na minha opinião, O *software* é uma coisa nova, que deve ser utilizada pelos professores porque a aula de informática utilizada numa interação com a Física é muito importante, até porque os PCNs contemplam esses objetivos.

Assim como as experiências em laboratório, os *software*s de animação devem permitir e auxiliar o aprendizado da Física, pois em algumas situações de aprendizagem não conseguimos desenvolvê-la por ser muito abstrata e materiais experimentais muito caros

O *software* é uma ferramenta que permite, através dos *software*s, que os professores e os alunos aprendam a lidar com a informática, imprescindível para o mundo moderno.

Sei que na exigência de se cumprir conteúdo para o vestibular torna a prática difícil, mas o professor tem que se esforçar para utilizar novas ferramentas para dar aula, para tornar as aulas de Física mais atrativa.

ENTREVISTA COM O PROFESSOR 3

T - Qual a sua opinião sobre o *software*?

R - O *software* como ferramenta pedagógica é válido, precisa melhorar um pouco, mas ele tem uma ótima diagramação, visual, estrutura de ensino. Ele demonstra o conceito físico de forma dinâmica, ganho tempo durante a aula.

T - Que critérios você utilizou para chegar a essa resposta?

R - Na minha visão o *software* é tradicionalista e mecânico, não faz uma relação com o dia-dia do aluno, coisa que já consigo fazer com aulas utilizando somente quadro e giz.

T - Você utilizaria este *software* de animação como instrumento pedagógico de aprendizagem em suas aulas?

R – Sim. Os conceitos podem ser verificados indiretamente, se houvesse um roteiro talvez assim ficaria mais interessante.

T - O *software* fornece documentação direcionada para os professores e alunos referente a descrição do *software* (identificação, recursos necessários, objetivos, entre outros) e ao uso (instalação e instruções)? Se fornece, o que você acha sobre eles?

R – Sim. Muito boa.

T - O *software* permite que se verifiquem quais conceitos estão sendo aprendidos pelos sujeitos da aprendizagem?

R – Sim, porém o material instrucional sem o auxílio do professor pode ser um fator complicador para o aluno.

T - O que achou dos mapas conceituais que o *software* contém?

R - O mapa conceitual tem uma linguagem que não contempla o nível de aprendizado do nosso aluno, tornando, em alguns casos, o conceito não muito compreensível e, na minha opinião, mais complicado para o aluno.

T - Mais algum comentário?

R – Verifiquei alguns problemas técnicos qu posso enumerar: O aluno não consegue retornar ao gráfico anterior, uma vez que o próprio gráfico não traz números nem pontos possíveis para repetição e análise após um possível erro ou acerto.

Ele só coloca gráfico pressãoxvolume, o que já é uma limitação para o *software*. Quando você muda de transformação os pontos marcados no gráfico da última transformação continuam no gráfico. A bonequinha fica na frente da informação e quando se inicia a transformação as dicas desaparecem.

Na transformação isobárica quando você aumenta o número de mols o diagrama passa para parte de baixo, acredito que este fato se justifica para não tomar o espaço do

gráfico, já que devido a intensidade das variáveis o valor fica alto, porém dar a falsa impressão para os alunos que as variáveis são negativas.

No diagrama que refere-se a variação de energia interna, a trabalho e a quantidade de calor, enquanto o gráfico de transformação vai se desenvolvendo o trabalho só se apresenta a partir do meio do caminho, discordando-se com a equação que trabalho é igual a área do gráfico, portanto o diagrama também deveria ser crescente.

O mapa conceitual tem uma linguagem que não contempla o nível de aprendizado do nosso aluno, tornando, em alguns casos, o conceito não muito compreensível e, na minha opinião, mais complicado para o aluno.

ENTREVISTA COM O PROFESSOR 4

T - Qual a sua opinião sobre o *software*?

R – É uma boa ferramenta para aulas experimentais de Física.

T - Que critérios você utilizou para chegar a essa resposta?

R - O visual do *software* auxilia o aluno a perceber as transformações termodinâmicas experimentalmente, alcançando os objetivos da aula

T - Você utilizaria este *software* de animação como instrumento pedagógico de aprendizagem em suas aulas?

R – Sim

T – Por quê?

R – Porque os estudantes têm a liberdade de mexer e interferir nos parâmetros, alterando condições sem se preocupar com erros, tornando esse *software* uma ferramenta interativa muito interessante aos nossos dias.

T - O *software* permite que se verifiquem quais conceitos estão sendo aprendidos pelos sujeitos da aprendizagem?

R – Sim, porém o *software* como foi colocado, a sua documentação, a sua estrutura não facilita o trabalho do aluno sem a figura do professor.

T - O *software* fornece documentação direcionada para os professores e alunos referente a descrição do *software* (identificação, recursos necessários, objetivos, entre outros) e ao uso (instalação e instruções)? Se fornece, o que você acha sobre eles?

R - O *software* é de fácil acesso, é gratuito, não é difícil de utilizar e roda em computadores sem precisar de grandes memórias e mídias de armazenamento

T – O que achou do mapa conceitual que acompanha o *software*?

R - O fato do mapa conceitual trazer informações além do conteúdo trabalhado vai atrapalhar o aluno no desenvolvimento do conhecimento.

T – Mais algum comentário?

R – Sim, gostaria de saber porque ao aumentar a quantidade de mols as esferas também não aumentam? Porque há uma mudança de cor destas esferas?

Outra coisa, na minha opinião, as atividades utilizando computadores como ferramenta na Educação Básica estimulam o interesse do aluno para que dessa forma consigam a comprovação das leis estudadas, e ajudem-no na explicação de fenômenos do seu dia-a-dia.

Eu considero as atividades experimentais com *software* no Ensino Médio, como: úteis, necessárias, imprescindíveis, complementares para fenômenos que não conseguimos explicar estaticamente através do quadro e do giz.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo