



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
TIAGO LESSA DO NASCIMENTO

**REPENSANDO O ENSINO DA FÍSICA
NO ENSINO MÉDIO**

FORTALEZA – CEARÁ

2010

Tiago Lessa do Nascimento

**REPENSANDO O ENSINO DA FÍSICA
NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao Curso de Física Licenciatura Plena, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciado em Física.

Orientadora: Prof.^a. Dra. Eloísa Maia Vidal.

FORTALEZA – CE

2010

N244r Nascimento, Tiago Lessa
Repensando o ensino da Física no ensino médio / Tiago Lessa do Nascimento. Fortaleza, 2010.
61 p.
Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Eloísa Maia Vidal.
Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Física) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.
1. Ensino de Física. 2. Algumas questões metodológicas. 3. As principais dificuldades no ensino de Física. I. Universidade Estadual do Ceará, Curso de Física.

CDD:530

Tiago Lessa do Nascimento

REPENSANDO O ENSINO DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Curso de Física Licenciatura Plena, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciado em Física.

Aprovada em: 20 / 09 / 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Eloísa Maia Vidal (Orientadora)
Universidade Estadual do Ceará – UECE

Prof. Dr. Emerson Mariano da Silva
Universidade Estadual do Ceará – UECE

Prof. Me. Charllys Barros Andrade Sousa
Universidade Estadual do Ceará – UECE

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo e de todos, por me conceder o privilégio de sempre está ao meu lado e por ter me dado muita força para eu vencer obstáculos desse meu percurso de graduação.

Em seguida aos meus pais, Raimunda Lessa do Nascimento (Dona Lessinha) e Antônio Bonifácio do Nascimento que lutaram muito por seus filhos incentivando-os a estudarem.

Aos meus três irmãos Alêssa, Alana, Tassio que sempre estão ao meu lado e me dão apoio nas escolhas que faço.

Ao meu avô Plaucides Santos Lessa (*in memorian*) que sempre me incentivou e aconselhou-me a ser o homem que eu sou.

A Luisa Lessa que mais do que uma tia é uma mãe para mim, pois está presente em todos os momentos da minha vida.

A minha orientadora, Professora Eloísa Maia Vidal, por acreditar no conceito desse projeto e pela transposição de conhecimento.

À Universidade Estadual do Ceará, pelo acolhimento durante o período do curso.

A todos os professores do curso, responsáveis pela minha formação acadêmica.

E aos demais que me ajudaram direta e indiretamente para apresentação deste trabalho.

RESUMO

O atual ensino da Física nas escolas não é o que se deseja, nem na forma de ensinar nem no conteúdo. A forma é inadequada por que passa a ilusão do conhecimento absoluto e eternamente estabelecido, não procurando mostrar a relatividade dos fatos e a correlação entre eles. É inadequado o conteúdo porque se gasta muito tempo com assuntos de pouco interesse. A capacidade criativa e o espírito crítico são pouquíssimos incentivados. Podemos até dizer que, na realidade, são bloqueados. Baseado na visão "moderna" da Educação deve-se levar em consideração fatores e ações que facilitem ou mesmo permitam uma aprendizagem real. Assim, nesta monografia foram abordados alguns tópicos que são considerados de grande importância para o ensino da ciência Física. Onde esses, quando aplicados de forma correta, sem dúvida nenhuma irão minimizar as dificuldades na aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Física, Algumas questões metodológicas e As principais dificuldades no ensino de Física.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	07
2. OS PCNS E A DISCIPLINA DE FÍSICA.....	10
2.1 PRINCIPAIS DIFICULDADES NO ENSINO DA FÍSICA.....	16
2.2 A EDUCAÇÃO ATRAVÉS DA FÍSICA.....	21
3. O CURRÍCULO, O PROFESSOR E UMA NOVA ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	23
3.1 O PROFESSOR COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM.....	24
3.2 ALGUMAS QUESTÕES METODOLÓGICAS.....	27
3.3 A LINGUAGEM ORAL E ESCRITA NA SALA DE AULA.....	29
3.4 O LIVRO DIDÁTICO.....	31
3.5 MODELOS E NÚMEROS.....	32
3.6 A HISTÓRIA DA FÍSICA.....	35
3.7 JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE FÍSICA.....	36
3.8 O ENSINO EXPERIMENTAL.....	39
3.9 NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA	42
4. ALGUMAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS NO ENSINO DA FÍSICA.....	46
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS.....	58
ANEXOS	60

1 Introdução

A Física participa do desenvolvimento científico e tecnológico com importantes contribuições específicas, cujas consequências têm alcance econômico, social e político. A sociedade e seus cidadãos interagem com o conhecimento físico por diferentes meios. A tradição cultural difunde saberes, fundamentados em um ponto de vista físico e científico ou baseados em crenças populares.

Por vezes, podemos encontrar pontos de contato entre esses dois tipos de saberes, como, por exemplo, os profetas dos sertões que pressentem a chegada da chuva, onde esse fenômeno é justificado por fundamentos científicos. Daí investirem-se recursos na pesquisa dos seus princípios e das suas aplicações. Mas as crenças populares nem sempre correspondem a propriedades verificáveis e podem reforçar uma visão distorcida do cientista e da atividade científica, a exemplo do alquimista, que foi visto como feiticeiro mágico e não como pensador partícipe da visão de mundo de sua época.

Além disso, frequentemente, as informações veiculadas pelos meios de comunicação são superficiais, errôneas ou exageradamente técnicas. Dessa forma, as informações recebidas podem levar a uma compreensão unilateral da realidade e do papel do conhecimento físico no mundo contemporâneo. Transforma-se a Física na grande vilã do final do século, ao se enfatizar os efeitos das radiações que certos materiais emitem. Entretanto, desconsidera-se a sua importância na aplicação de diagnósticos na área médica.

É lamentável quando se ouve “eu odeio física”, e mais lastimável ainda é lembrar que essa disciplina dispõe de todos os requisitos para estar entre as mais simpatizadas por se tratar de uma ciência experimental e cotidiana. No entanto, poucos são os alunos que realmente se apropriam desse saber. Isto é comprovado nos altos índices de reprovação que demonstram um baixo nível de aproveitamento.

Pesquisas no mundo todo têm sugerido que o ensino de Física é via de regra, e salvo honrosas exceções, caótico, pouco frutífero e dicotomizado da realidade de professores e alunos. Além disso, como agravante, se apresenta essencialmente livresco e, sua linguagem parece incapaz de romper com o hermetismo linguístico que lhe é próprio, tornando-se instrumento de opressão e de

discriminação, na medida em que contribui para punir os alunos que, sem compreensão de seus fundamentos, são mal sucedidos quando submetidos ao adestramento para o seu uso.

Nota-se grande ênfase em modelos matemáticos e memorização de fórmulas, esquecendo que essa ciência que aproxima o aluno de sua realidade (por exemplo, fenômenos naturais), via de regra, é relegada a plano secundário. Talvez fosse possível migrar da chamada "física do cotidiano" (como se pudesse haver o oposto de um cotidiano sem Física) para os conceitos fundamentais. Sem dúvida, esse caminho pode ser uma alternativa mais fácil para a construção do conhecimento por parte dos alunos. Com essas reflexões em mente, podemos iniciar a abordagem do ensino de Física desde alguns pontos que consideramos cruciais para sua análise e compreensão.

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar sugestões visando uma aprendizagem em Física mais eficiente e atrativa para alunos do Ensino Médio. Para isso, foram selecionados os seguintes objetivos específicos:

- Discutir sobre a nova proposta do ensino da Física no nível médio a luz dos documentos oficiais.
- Conhecer novas abordagens metodológicas propostas para o ensino de Física no nível médio e alguns resultados apresentados em trabalhos científicos.
- Pesquisar e analisar as últimas publicações de trabalhos nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física relacionado a abordagens metodológicas dirigidas para o Ensino Médio.

Este trabalho está dividido em três capítulos. O primeiro é dedicado a abordar os Parâmetros Curriculares Nacionais e a disciplina de Física, observando a nova proposta o que os PCNs apresentam sobre conhecimento físico e também as principais dificuldades no ensino de física bem como a educação através da física.

No segundo capítulo tem-se como temática os aspectos relacionados ao currículo, ao professor e a nova abordagem metodológica. Nele defende-se a proposta de que qualquer currículo para o ensino de Física em nível médio deve contemplar aspectos conceituais que permitam a compreensão da constituição,

propriedades e transformações dos materiais, destacando as implicações sociais relacionadas a sua produção e a seu uso. Pelo exame dos currículos atualmente praticados, via de regra, tal não acontece. Neste capítulo apresenta-se também algumas abordagens metodológicas que devem facilitar o aprendizado dos alunos, tendo o professor como facilitador da aprendizagem e a linguagem Física como mediadora do processo ensino-aprendizagem.

No terceiro capítulo encontra-se descrito alguns trabalhos apresentados nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física sobre as abordagens metodológicas citadas no capítulo 2 que foram selecionadas pelo contexto inovador de ensinar física.

Por último tem-se as considerações finais em que busca-se relatar todas as recomendações e análises de trabalhos publicados seja em revistas de ensino de Física ou nos Simpósio Nacional de Ensino de Física.

Capítulo 2 – Os Parâmetros Curriculares Nacionais e a disciplina de Física

Para formar cidadãos nesses novos tempos, os conteúdos e o ensino das disciplinas terão que se adaptar. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) propõem orientações sobre o básico a ser ensinado e aprendido em cada etapa. Os professores devem adaptar os parâmetros à realidade de suas escolas e alunos.

Assim, no que tange o ensino da disciplina de física, os PCNs sugerem que “... a Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (PCN+, 2002, p. 2)

Partindo-se da premissa do documento que destaca a interdisciplinaridade e contextualização do conteúdo, entendemos que o ensino de física deve mudar no sentido de desmistificar o conhecimento científico, interligando-o com o que está a volta do estudante, as causas e as consequências dos fenômenos físicos nas mais diversas áreas e no mundo real.

Os parâmetros curriculares nacional afirmam sobre esses dois conceitos o seguinte:

[...] a interdisciplinaridade deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (PCN, 1999, p. 89).

Contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. O tratamento contextualizado do conhecimento é recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. (PCN, 1999, p. 34).

O documento analisado também faz algumas afirmações que vêm dar sustentação as suas propostas ao afirmar que:

a correlação entre conteúdos e aquisição e desenvolvimento de competências manifesta-se quando se relacionam constantemente os saberes e a sua operacionalização em situações complexas. Isso vale para cada disciplina, para seu vínculo com a área e para os vínculos entre as áreas. Essa correlação pode ser uma saída para a aparente falta de pertinência, na vida cotidiana, do saber acumulado na escola: os saberes em si não carecem de pertinência mas não se fornecem aos alunos condições para mobilizá-los e utilizá-los em situações concretas". (PCN, 2002, p. 32).

Como sabemos a curiosidade é eminentemente humana e natural é o anseio de saber, de conhecer para melhor viver ou conviver com o mundo. Ao elaborar os PCNs o MEC têm consciência do que está posto na vida estudantil dos(as) jovens brasileiros, e deixa explícito quando afirma que:

Na escola, de modo geral, o indivíduo interage com um conhecimento essencialmente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, supondo que o estudante, memorizando-as passivamente, adquira o conhecimento acumulado. (PCN, 2002, p. 30).

Até então, o que se observava na escola de nível médio era uma prática da educação formal, tradicional e opressora exercitada diariamente nas salas de aula pelos educadores das disciplinas das ciências consideradas difíceis, como a física. Isso é condenável uma vez que já se dispõe de conhecimentos de que a simples acumulação de saberes não forma o ser social crítico, cidadão, trabalhador, atuante, apto a exercer seus direitos e deveres num sistema democrático.

Uma cabeça cheia representa o acúmulo de saber sem mobilidade, sem sentido ou utilidade. A cabeça bem feita é aquela que dá significado aos saberes, lhes dá a dinamicidade e confere-lhes a utilidade que estes devem ter. Somente assim poderá afirmar-se que houve aprendizagem, quando o conhecimento tem

aplicabilidade prática, desenvolvida através do raciocínio, como enfatiza os Parâmetros Curriculares Nacionais, ao se referir ao ensino específico da ciência física: “a memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribui para a formação de competências e habilidades desejáveis no Ensino Médio” (PCN, 2002, p. 34)

O que, em outras palavras, nos prova que a prática da educação tradicional não traz avanços qualitativos ao pensamento humano, pois em tais condições as mentes jovens perdem suas aptidões naturais para contextualizar os saberes e integrá-los em seus conjuntos. Isso representa um corte substancial dos potenciais criativos e do desenvolvimento cognitivo de adolescentes.

A forma de transmissão do conteúdo, apelando quase que exclusivamente para a memorização não somente da ciência física como qualquer outro, faz com que os alunos adquiram características de “máquinas” de respostas prontas sem conseguir atribuir sentido aos saberes que deveriam ter grande importância para suas vidas cotidianas.

É importante observar o público que se trabalha, com que objetivo estão sendo construídos os conhecimentos. No mundo atual, não se empregam mais operários que desempenhem somente a uma função específica, devendo estes possuir um conhecimento global e responsabilidades pelas e das implicações de seus atos.

Os PCNs reforçam o que se acabou de expor afirmando que:

A aquisição do conhecimento, mais do que a simples memorização, pressupõe habilidades cognitivas lógico-empíricas e lógico-formais. Alunos com diferentes histórias de vida podem desenvolver e apresentar diferentes leituras ou perfis conceituais sobre fatos físicos, que poderão interferir nas habilidades cognitivas. O aprendizado deve ser conduzido levando-se em conta essas diferenças. (PCN, 2002, p. 32)

Para além de reforçar o que se afirmou anteriormente, os PCNs alertam para a importância dos conhecimentos prévios dos alunos, uma vez que todas as pessoas interagem das mais diversas formas, têm certa gama de saberes

concebidos fora do espaço escolar, adquiridos em suas vidas cotidianas, construídos juntamente com os pais, amigos, vizinhos, enfim em seu mundo de significações. Tudo isso não pode ser deixado de lado pelos professores no momento de sistematizarem o conhecimento elaborado, dito científico, podendo usar isto como ponto de partida.

Analisando a escola atual, constata-se que:

A escola de ensino médio deve estar comprometida com a cultura geral diferente, fundamentada no domínio tecnológico e científico do homem sobre a natureza. A educação geral será compreendida como apropriação dos princípios teórico-metodológicos que poderão permitir a execução de tarefas instrumentais e o domínio de diversas formas de linguagem e ter consciência da sua inserção no conjunto das relações sociais das quais participa. O objetivo desta escola deve ser a formação do cidadão, do homem da polis, participante nos diferentes espaços, enquanto produtor e consumidor na sociedade. (OLIVEIRA, 1995, p. 24).

Desta forma é importante considerar que seria um equívoco pretender que a educação escolar supere a alienação enquanto um processo social enraizado nas relações de produção. Isso não significa que ela não possua um papel significativo na luta pela transformação destas relações alienadas e alienadoras.

...é importante ficar claro aqui que mesmo na sociedade capitalista existem possibilidades, que precisam ser exploradas, de realização de um trabalho educativo no qual o educador se relacione conscientemente [...] com o trabalho... (DUARTE, 2001, p. 56)

Notadamente, essas possibilidades são, muitas vezes, estreitas, mas constituem o ponto de partida, a premissa da análise. É preciso superar estas posturas e construir, na tensão entre os limites e possibilidades, uma prática pedagógica autoconsciente articulada com projetos educacionais e sociais críticos.

Ainda nos PCNs encontra-se uma lista de competências e habilidades a serem desenvolvidas nos alunos, visando à plena apreensão e o desenvolvimento crítico e dinâmico do saber, ou conhecimento elaborado, global. Para tanto, os professores podem também se utilizar de temas transversais como

problematizadores na mediação dos saberes do senso comum de todos em prol da construção do conhecimento científico.

Assim, os temas transversais ajudarão a escola a cumprir o papel de formar alunos-cidadãos, fazendo o caminho inverso ao que vem sendo feito - ao invés de partir do específico para a compreensão do geral, se parte do geral para não somente entender o específico como entender sua inserção no universo global, geral.

Atualmente se dispõem de um grande crescimento na área de Física, o que a torna mais dinâmica do que outrora. Considerando que o cidadão é aquele que participa e atua na sociedade, este deve estar atualizado para que possa melhor se posicionar criticamente sobre a ação da física no mundo, como assinala os PCNs.

Assim, concebe-se que os cidadãos participam da democracia, cumprindo seus deveres e valendo-se de seus direitos. Mas que para isto ocorra é preciso conhecer estes direitos e deveres, o que se faz através da educação. Um ser social crítico, munido de conhecimentos, se torna um cidadão participante do meio em que está inserido.

Com o objetivo de formar um ser crítico e social, os PCNs defendem um ensino de Física centrado na interface entre informação científica e contexto social. Isto significa dizer, em outras palavras, praticar um ensino contextualizado, onde a Física é relacionada com o cotidiano de homens e mulheres, respeitando-se o meio onde está inserido, visando à formação do cidadão, com os conhecimentos necessários para o exercício de seu senso crítico, o que faz de sua participação na sociedade mais efetiva, enquanto cidadão.

Portanto, chega-se a conclusão que em sala de aula o conhecimento físico precisa ter uma maior interação com os conhecimentos cotidianos dos alunos. Através dessa interação é que os conhecimentos científicos irão adquirir significações e real existência no mundo. Neste contexto é que irá se explicitar a importância do diálogo entre os seres sociais que pertencem à comunidade escolar.

Ao entender a comunidade escolar e as pessoas que convivem neste *locus* pode-se trabalhar dialogicamente com relações mais objetivas para a construção do conhecimento científico, assim como com a possibilidade de formar um novo ser mais crítico e mais consciente de suas relações com o mundo.

Pretende-se com este trabalho propor um espaço de possibilidades, capaz de explicitar o ser humano como produtor e produto das circunstâncias sociais e materiais, que desenvolva o caráter de ser real, ser que é a síntese de múltiplas determinações, portanto, ser concreto. Estas relações devem ser sempre mediadas por escolhas e alternativas qualitativamente superiores.

Ao trabalhar desta forma colocam-se os alunos em uma relação de descoberta e correlação dialógica desses conteúdos com seu meio social e capazes de, através do diálogo, trocarem ideias para formação crítica de seus conhecimentos. As pessoas envolvidas poderão construir conceitos que lhes possibilitem viver com mais eficiência, de adotar posturas mais críticas diante de suas realidades altamente tecnologizadas.

Desta maneira acredita-se que as sugestões propostas nos PCNs no que tange não somente a educação no Brasil, como no ensino médio e mais precisamente da disciplina de Física, são possíveis e válidas na tentativa de se construir um futuro mais próspero para os brasileiros.

2.1. Principais dificuldades no ensino de Física

O futuro não virá por si só, teremos que construir (Maiakovski)

O ato de ensinar é de imensa responsabilidade. Por isso, o professor quer falhar o menos possível. Muitas variáveis intervêm no sucesso do curso ministrado e por isso conhecê-las ajuda a obter melhores resultados. Ensinar Ciências (no caso Física) não é simplesmente repassar conhecimentos sobre os alunos e esperar que eles, num passe de mágica, passem a dominar a matéria. Ao dizer isso não se pretende desmerecer a atividade docente, ao contrário, cabe ao professor dirigir a aprendizagem e é em grande parte por causa dele que os alunos passam a conhecer ou continuam a ignorar Física.

As aulas expositivas que apela exclusivamente para a memorização não são as únicas alternativas para ensinar Física, nem são as melhores. É necessário realizar uma reflexão para decidir o quanto ensinar de Física, como ordenar os assuntos tratados, de que maneira utilizar as atividades práticas e como proceder a uma avaliação justa e rigorosa do que foi aprendido.

Não é suficiente conhecer Física; é também preciso saber ensiná-la, e isso não se faz por meio de atitudes mecânicas desvinculadas de uma reflexão mais séria. Pode-se encontrar maneiras mais eficazes de transmitir essa disciplina. Além disso, o ensino de Física deve estar estruturado de tal forma que permita ao professor trabalhar melhor (ensinar com facilidade) e ao aluno aprender melhor (absorver o que lhe foi ensinado). Quais são as variáveis que garantem um ensino assim? Algumas delas são melhores condições de trabalho e de vida para professores e alunos, laboratórios razoavelmente equipados e alguns recursos audiovisuais. Além disso, é indispensável um programa curricular bem estruturado.

Existem harmonia e continuidade na estrutura do conhecimento científico. Se o ensino nos diversos níveis for bem conduzido, esta estrutura começa a ser construída no ensino fundamental, desenvolvendo-se, enriquecendo-se e complementando-se no ensino médio e superior. A prática docente ao longo dos diversos níveis de ensino permite reconhecer a continuidade de conhecimentos em

Física e, por extensão, nas restantes disciplinas científicas, com as quais deveria existir uma integração harmoniosa.

Durante os diversos níveis de ensino é natural que se alterem as estratégias para acompanhar a crescente capacidade de abstração dos estudantes. Porém, o detalhamento na observação e o planejamento cuidadoso das atividades de experimentação e de estudo deverão ser levados em consideração, tanto no ensino fundamental como no superior e em todos os níveis intermediários. Em todos eles deverão estar presentes o espírito de indagação e o esforço para explicar e concluir, embora guardando as limitações e direcionamentos ditados pelas diferenças nos conhecimentos teóricos, pela capacidade de abstração e pela disponibilidade mental de recursos tais como os modelos físicos e matemáticos adequados a cada caso.

Sem pretender especular sobre qual seria a Filosofia da Educação compatível com as colocações anteriores, alguns pontos indiscutíveis se destacam de forma muito clara. Esses pontos se relacionam com a necessidade de formar o cidadão e de preparar os futuros profissionais e cientistas, num trabalho sem descontinuidades, a partir do ensino fundamental.

A maioria dos professores de Física do ensino médio e superior concorda que o ensino da disciplina apresenta muitos problemas. É fácil constatar também que a maior parte das pessoas, mesmo após frequentar a escola de ensino fundamental e médio, sabe muito pouco de Física. Pouquíssimas delas conseguem se posicionar sobre problemas que exijam algum conhecimento dessa matéria. No entanto, a Física está relacionada a quase tudo na vida e elas precisam saber disso. Quando alguém se movimenta ou pratica exercícios físicos, está vivenciando uma situação na qual a Física está presente.

A Física está relacionada às necessidades básicas dos seres humanos, alimentação, saúde, moradias, transporte entre outros - e todo mundo deve compreender isso tudo. Ela não é só uma coisa ruim que polui (lixo nuclear) e provoca catástrofes como alguns, infelizmente, pensam. Esses preconceitos existem, inclusive, devido a forma como os meios de comunicação a divulgam. Sem um conhecimento de Física, ainda que mínimo, é muito difícil um indivíduo conseguir posicionar-se sobre todos esses problemas, e em consequência exercer efetivamente sua cidadania.

Dispor de conhecimentos rudimentares, isto é, noções básicas dessa matéria ajuda o cidadão a se posicionar em relação a inúmeros problemas da vida moderna, como poluição, recursos energéticos, reservas minerais, uso de matérias primas, fabricação e uso de inseticidas, pesticidas, adubos e agrotóxicos, fabricação de explosivos, fabricação e uso de medicamentos, importação de tecnologia e muitos outros. Além disso, aprender acerca dos diferentes materiais, suas ocorrências, seus processos de obtenção e suas aplicações, permite traçar paralelos com o desenvolvimento social e econômico do homem moderno. Tudo isso demonstra a importância do aprendizado de Física.

Por outro lado, saber como se processa o conhecimento Físico pode dotar as pessoas de um pensamento crítico mais elaborado. O estudo dessa matéria permite a compreensão da formulação de hipóteses, do controle de variáveis de um processo, da generalização de fatos por uma lei, da elaboração de uma teoria e da construção de modelos científicos.

Como ciência experimental, que procura compreender o comportamento da matéria, a Física se utiliza de modelos abstratos que procuram relacionar o mundo macroscópico com o microscópico universo atômico-molecular. Esse exercício é de grande valia para o desenvolvimento do raciocínio do estudante em qualquer área do conhecimento.

Por que as pessoas saem da escola sem saber quase nada de Física? São muito os problemas existentes atualmente no ensino da matéria. Um deles é a ênfase exagerada dada à memorização de fatos, símbolos, nomes, fórmulas, equações, teorias e modelos que ficam parecendo não ter quaisquer relações entre si. Outro é a total desvinculação entre o conhecimento Físico e a vida cotidiana. O aluno não consegue perceber as relações entre aquilo que estuda nas salas de aula, a natureza e a sua própria vida.

Mais um problema é a ausência de atividades experimentais bem planejadas. Os alunos quase nunca têm oportunidade de vivenciar alguma situação de investigação, o que lhes impossibilita aprender como se processa a construção do conhecimento físico. A utilização de atividades experimentais bem planejadas facilita muito a compreensão da produção do conhecimento em físico, e sem compreensão, é difícil aprender a disciplina.

Outra grande dificuldade é a extensão dos programas curriculares. O número de assuntos que os programas de Física do ensino médio apresentam é muito grande, priorizando a quantidade em detrimento da qualidade. Os alunos não são capazes de perceber os conceitos fundamentais da disciplina, não conseguem ter critério algum de prioridade. A solução não é, necessariamente, reduzir os programas, mas, neles, priorizar os conceitos fundamentais.

O atropelamento dos cursos do ensino médio pelo vestibular é mais um fator a complicar o ensino de Física; a pressão para "dar matéria" e "terminar o programa" tem como resultado, entre outros, a superficialidade da análise dos fenômenos, a má construção dos conceitos e a ausência do relacionamento do assunto com o saber todo da Física. Nessas condições, o estudo da Física desliza para o seu grau mais baixo e mais inútil: a simples memorização dos conceitos e de "regrinhas" para resolver problemas e testes visando passar no vestibular.

Finalmente, talvez o maior problema, e derivado de todos os outros, seja o da dogmatização do conhecimento científico. O conteúdo da ciência é passado ao aluno sem as suas origens, sem o seu desenvolvimento - enfim, sem a sua construção. O conhecimento científico, nesse caso, é mostrado como algo absoluto, fora do espaço e do tempo, sem contradições e sem questões a desafiarem o alcance das suas teorias.

A inadequação na sequência dos conteúdos passa uma visão bastante deformada da Física, o que dificulta a compreensão de seus conceitos. Torna mais difícil compreender as relações entre os fatos, as leis, as hipóteses, as teorias e os modelos científicos. Como resultado, a memorização de símbolos, nomes, fórmulas, leis, teorias, equações e regras passam a ser a principal atividade dos alunos de Física.

Os professores de Física em geral gostariam que, relativamente aos fatos, conceitos e princípios físicos, os alunos não só os recordassem e compreendessem, mas também os aplicassem para resolver problemas. Contudo, a maior parte dos professores de física queixa-se que os alunos têm sérias dificuldades na resolução de problemas: não sabem interpretar o que leram, não entendem o que está escrito, ou seja, não sabem interpretar o conhecimento físico.

Há muitas situações na vida em que deparamos com uma questão que requer uma resposta, um problema que requer uma solução. Há uma "distância" entre o problema e a solução que realça os dois componentes necessários para transpô-la: informação (para a resolução de problemas em física esta informação consta de itens de conhecimento físico - fatos, conceitos e princípios) e raciocínio (isto é, arranjos lógicos da informação).

2.2. A educação através da Física

Milhões viram a maçã cair, mas Newton foi que perguntou por quê? (Bernard M. Baruch)

Já não se trata mais de falar em ensino de Física, mas de buscar a prática de uma educação para o ensino de Física. Existe uma diferença fundamental entre essas duas formas de se abordar o processo ensino-aprendizagem em Física.

A busca pela prática de uma educação no ensino de Física inicia-se com uma postura que é essencialmente humanista e filosófica. Trata-se de formar o cidadão para sobreviver e atuar nesta sociedade científico-tecnológica onde a Física aparece como relevante instrumento para investigação, produção de bens, desenvolvimento socioeconômico e interfere diretamente no cotidiano de todas as pessoas. Não é o caso de buscar-se a formação de cientistas porque nem todos os alunos que estudam Física serão pesquisadores ou seguirá alguma carreira acadêmica. É, principalmente, a chance de oferecer-se ao aluno a oportunidade de conhecer o método científico e utilizá-lo para resolver problemas do cotidiano, na busca de não apenas formarmos cientistas, mas formarmos cidadãos felizes.

Nessa postura filosófica sedimenta-se e alicerça-se todas as ações de educação no ensino de física que dela decorrem. A partir da opção pela educação no ensino de Física, segue-se a realização de atividades experimentais em laboratórios, a prática de pesquisas orientadas sobre tópicos de Física, excursões e visitas a indústrias, produção de textos e debates em sala de aula, tudo partindo dessa opção ideológica que visa educar cientificamente o cidadão.

Essas reflexões pedagógicas oportunizam ainda a observação de algo que foi mencionado rapidamente: a quem é útil à educação no ensino de Física? Trata-se, aqui, de uma reflexão sobre o papel da educação no ensino de Física para a conquista da cidadania.

De nada vale um conhecimento se esse é incapaz de produzir progresso pessoal e social. Será completamente inútil e infértil se não permitir o desabrochar da compreensão da natureza (seu objetivo primordial) junto com o despertar da

consciência crítica e da cidadania. Além disso, é sabido que a educação é fator de soberania e uma nação cujo povo tem (ou teve) acesso a esta dificilmente deixar-se-á placidamente dominar econômica ou culturalmente.

Considerando que a nossa sociedade é dependente da ciência e da tecnologia é de se imaginar a calamidade que representa, para uma nação, um povo sem educação científica. E por ser uma das ciências naturais, a Física deve estar presente na vida de todo indivíduo que almeje ter voz ativa no seu meio social, como deve receber a devida atenção de todo governo responsável, que deseje conduzir seu país a uma posição de destaque no conjunto das nações.

A educação no ensino de Física deve ser objeto de maciços investimentos em recursos humanos e materiais, uma vez que sua importância é indiscutível para qualquer nação cujo povo pretenda se apropriar do saber científico e exercer de forma plena a cidadania.

Sem dúvida, percebemos que a escola necessita redimensionar seus objetivos, mudando de um ensino fragmentado, composto por disciplinas separadas e com períodos de tempos limitados, para um ensino globalizado, no qual o aluno consiga fazer relações e associações com a realidade em que está inserido. Assim estaremos preparando-os para o uso de novas tecnologias, privilegiando uma construção consistente e teórica que perpassa a reflexão sobre a prática de ensino e a leitura do cotidiano, para que se encontrem novas formas de lidar com a sociedade que está em constante construção.

De forma sintética podemos dizer que o ensino está passando por uma transformação, uma nova estruturação na qual a aprendizagem pode ser vista como processo que visa à construção da autonomia na medida em que o professor possibilita trocas de experiências entre seus alunos. A Física integrada à realidade do educando, torna-se útil com vistas a formar futuros cidadãos. Os conceitos de Física devem ser incorporados como ferramentas ou recursos aos quais os educandos possam recorrer para resolver situações ligadas ao seu dia a dia.

Capítulo 3 – O currículo, o professor e uma nova abordagem metodológica

Qualquer currículo para o ensino de Física em nível médio deve contemplar aspectos conceituais que permitam a compreensão da constituição, propriedades e transformações dos materiais, destacando as implicações sociais relacionadas à sua produção e a seu uso. Pelo exame dos currículos atualmente praticados, via de regra, tal não acontece.

Os currículos tradicionais acabam por transformar a cultura física em uma cultura escolar, sem história e sem contexto, com excesso de conceitos desarticulados que acabam sugerindo ao aluno ser esta uma ciência que exige apenas boa memória para haver aprendizagem.

Os tais conceitos aprendidos limitam-se a definições capazes de permitir a resolução de problemas verbais (questões sobre a própria definição) ou numéricos (cálculos primários) e incapazes de ir além. Assim, o dito "ensino de física" limita-se ao treino no manejo de pequenos rituais de memorização e resolução de problemas.

Enfatiza-se por demais propriedades periódicas, tais como eletronegatividade, raio atômico, potencial de ionização, em detrimento de conteúdos mais significativos sobre os próprios elementos químicos, como a ocorrência, métodos de preparação, propriedades, aplicações e as correlações entre esses assuntos. Estas correlações podem ser exemplificadas no caso do enxofre elementar: sua distribuição no globo terrestre segue uma linha que está determinada pelas regiões vulcânicas; sua obtenção se baseia no seu relativamente baixo ponto de fusão e suas propriedades químicas o tornam material imprescindível para a indústria química (PCN, 2002, p. 30). Mesmo tão relevantes essas propriedades são pouco lembradas no contexto do aprendizado escolar.

3.1. O professor como facilitador da aprendizagem

O caráter democratizador, mediador, transformador e globalizador da escola passam pelo professor. A validade da fundamentação epistemológica e a aplicabilidade dos princípios pedagógicos dependem da postura do professor, constituído em mediador na interação dos alunos entre si, com o meio social e com objetos e instrumentos do conhecimento. A natureza e a sociedade são os polos da interação com o aluno, mas cabe ao professor administrar e fortalecer criticamente essa relação.

O processo histórico da educação demonstra que vem aumentando as exigências ao professor, ao qual já são atribuídas múltiplas responsabilidades. Por muito tempo, os professores eram vistos como detentores de todo o saber, e acreditava-se que, se o professor dominasse o conteúdo teria garantido o processo de aprendizagem. Atualmente o papel do professor não se reduz ao mero domínio cognitivo.

Ensinar hoje é muito mais do que transmitir conhecimentos. Os métodos ativos do professor começam a substituir gradualmente os métodos passivos da educação tradicional. O aluno passa a ser livre, relacionando conteúdos com suas vivências pessoais, sendo constantemente levado a pensar de forma crítica e a tomar decisões.

Assim, professor e aluno trocam experiências e conhecimentos. As atividades são discutidas e enfrentadas de forma que todos são responsáveis por elas. Os alunos fazem uma série de descobertas e interiorizam conhecimentos que não estavam tendo significado ou não eram conhecidos.

Se trabalharmos em sala de aula diariamente com o intuito de desenvolver em nossos alunos a reflexão e o questionamento, estaremos auxiliando na formação de cidadãos críticos e reflexivos. Estes cidadãos, quando inseridos na sociedade onde vivem, estarão acostumados a questionar a realidade social, buscando um melhor entendimento da mesma, provocando a emancipação na ação coletiva vivenciada entre a prática e o conhecimento.

Não podemos ignorar que hoje, para se ter uma clara visão do mundo e a capacidade de interagir e compreender a natureza, são necessários conhecimentos cada vez mais amplos e complexos. Tais conhecimentos devem estar interligados com o pensamento crítico, pois sem conhecimento o ser humano terá dificuldade em intervir na sociedade, bem como modificá-la.

Ao pensarmos nesta proposta de trabalho em sala de aula, partimos de situações concretas de interesse dos alunos, levantando questionamentos referentes ao tema proposto, levando em consideração seus conhecimentos prévios. Acreditamos que cada intervenção dos alunos pode gerar uma reflexão ou discussão que visa à busca de respostas e aprofundamento dos conhecimentos iniciais.

As relações humanas, embora complexas, são peças fundamentais na realização comportamental e profissional de um indivíduo. Desta forma, a análise dos relacionamentos entre professor e aluno envolve interesses e intenções, sendo esta interação o expoente das consequências, pois a educação é uma das fontes mais importantes do desenvolvimento comportamental e agregação de valores nos membros da espécie humana. Neste sentido, a interação estabelecida caracteriza-se pela seleção de conteúdos, organização e sistematização didática para facilitar o aprendizado dos alunos e exposição onde o professor demonstrará seus conteúdos.

Desta maneira, o aprender se torna mais interessante quando o aluno se sente competente pelas atitudes e métodos de motivação em sala de aula. O prazer pelo aprender não é uma atividade que surge espontaneamente nos alunos pois não é uma tarefa que cumprem com satisfação, sendo em alguns casos encarada como obrigação. Para que isto possa ser melhor cultivado, o professor deve despertar a curiosidade dos alunos, acompanhando suas ações no desenvolver das atividades.

O professor não deve preocupar-se somente com o conhecimento através da absorção de informações, mas também pelo processo de construção da cidadania do aluno. Apesar de tal, para que isto ocorra, é necessário a conscientização do professor de que seu papel é de facilitador de aprendizagem, aberto às novas experiências, procurando compreender, numa relação empática, também os sentimentos e os problemas de seus alunos e tentar levá-los à auto-realização.

De modo concreto, não podemos pensar que a construção do conhecimento é entendida como individual. O conhecimento é produto da atividade e do conhecimento humano marcado social e culturalmente. O papel do professor consiste em agir como intermediário entre os conteúdos da aprendizagem e a atividade construtiva para assimilação.

Segundo Freire (1996), “o bom professor é o que consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento do seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma cantiga de ninar. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas” (p. 96).

Ainda segundo o autor, “o professor autoritário, o professor licenciado, o professor competente, sério, o professor incompetente, irresponsável, o professor amoroso da vida e das gentes, o professor mal-amado, sempre com raiva do mundo e das pessoas, frio, burocrático, racionalista, nenhum deles passa pelos alunos sem deixar sua marca” (p. 73).

São aspectos importantes que devem ser considerados no processo ensino-aprendizagem: afetividade, confiança, empatia e respeito entre professores e alunos para que se desenvolva a leitura, a escrita, a reflexão, a aprendizagem e a pesquisa autônoma. Por outro lado, Siqueira (2005), afirma que os educadores não podem permitir que tais sentimentos interfiram no cumprimento ético de seu dever de professor. Assim, situações diferenciadas adotadas com um determinado aluno (como melhorar a nota deste, para que ele não fique de recuperação), apenas norteadas pelo fator amizade ou empatia, não deveriam fazer parte das atitudes de um “formador de opiniões” (p. 1)

Logo, a relação entre professor e aluno depende, fundamentalmente, do clima estabelecido pelo professor, da relação empática com seus alunos, de sua capacidade de ouvir, refletir e discutir o nível de compreensão dos alunos e da criação das pontes entre o seu conhecimento e o deles. Indica também, que o professor, educador da era pós-industrial com raras exceções, deve buscar educar para as mudanças, para a autonomia, para a liberdade possível numa abordagem global, trabalhando o lado positivo dos alunos e para a formação de um cidadão consciente de seus deveres e de suas responsabilidades sociais.

3.2. Algumas questões metodológicas

O que move as usinas do desenvolvimento e os trens do progresso? O combustível chamado educação, produzido nas escolas (João Manuel Simões)

O processo ensino-aprendizagem em Física se inicia, qualquer que seja o caso, com algumas reflexões que fundamentam a tomada de importantes decisões: o que ensinar, como ensinar e por que ensinar.

Ao decidir sobre o que ensinar, uma diretriz principal deve ser sempre considerada: os temas ensinados devem sempre estar vinculados à realidade dos alunos e devem ter a prioridade de preparar os alunos para a vida (inclusive para a vida acadêmica, mas não somente esta), e não apenas para passarem de ano ou no vestibular. Os conteúdos aprendidos devem ser instrumentos de cidadania e de competência social, para que os alunos possam viver e sobreviver circulando com desenvoltura na sociedade científico-tecnológica cada vez mais exigente em conhecimento. Por exemplo, ao falar do resistor em circuitos elétricos poderíamos citar exemplos próximos aos alunos, como placas mãe em computadores, chuveiro elétrico, etc.

Essa abordagem parece mais frutífera do que decorar classificações e nomenclatura de ácidos e bases, que por sua vez virão como consequência natural do estudo que se faça. É uma opção contextualizada, histórica e politizadora. É óbvio que nem sempre essa abordagem será encontrada nos livros didáticos comerciais, já que é mais comum em propostas acadêmicas. É o momento em que o professor será tomado de arrojo e pesquisará para, ele mesmo, produzir o material didático adequado às suas necessidades.

Além disso, deve-se considerar a quem se vai ensinar e não procurar padronizar currículos de modo a ensinar da mesma forma a um estudante cearense e a um morador da Amazônia. São universos, culturas e repertórios pessoais

diferentes, que devem ser sempre considerados. O professor deve sempre perguntar-se sobre quem é o aluno que ele deseja educar.

Ao decidir por que ensinar algo em Física, o educador já estará refletindo sobre o que ensinar. Ensina-se Física porque esta ciência é uma linguagem e deve ser instrumento para leitura e interação com o mundo, via domínio do método científico. Deve ser um instrumento para a cidadania, a democracia e o livre pensar. Além disso, deve oportunizar ao cidadão a melhoria na qualidade de vida, na medida em que qualifique trabalhadores, prepare mão de obra competente e especializada e, além disso, oportunize acesso democrático ao mercado de trabalho. Deve ser também, instrumento para felicidade, alegria na escola e na vida.

Finalmente, não existe uma receita infalível para como ensinar. Há, sim, recomendações que devem ser consideradas neste momento: primeiro, há necessidade de fugirmos da assepsia no ensino, mostrando os conteúdos vinculados à realidade e não apresentando-os limpos, prontos, estanques ao universo e confinados à sala de aula e ao quadro negro (figura de retórica, já que o quadro hoje é branco. Negro é o pensamento do estudante sobre a física, imerso em trevas).

Deve-se buscar, também, romper com o ensino dogmático, sabendo que a ciência não o é (trabalha principalmente com modelos, que são aproximações teóricas da realidade, sempre sujeitas a revisão) e obviamente o seu ensino não deve sê-lo. Deve-se educar para a incerteza, ficar-se com um olho crítico na história dos acontecimentos e ter em mente que a incerteza gera busca pelo conhecimento enquanto a certeza (o dogma) conduz à estagnação do pensamento.

Deve-se ensinar sempre do concreto para o abstrato, partindo daquilo que o aluno já sabe e oportunizando-lhe a construção de conceitos (que não são o mesmo que definições!) a partir daí. Esse é o caminho natural para a aprendizagem, que respeita a gênese psicológica, o que foi demonstrado por Piaget e colaboradores. O ensino do concreto para o abstrato pode ser conseguido aproximando-se a ciência da realidade do aluno e procurando-se falar com ele a mesma linguagem, impedindo que o conhecimento seja algo esotérico, somente acessível a uma "casta" de iniciados.

Deve-se ensinar sempre com a História da Ciência apoiando os conteúdos abordados e utilizando a avaliação mais como um veículo para análise do trabalho docente do que como um instrumento de terror, opressão, punição ou disciplina, valorizando mais o processo avaliativo do que a nota atribuída ao aluno no final.

3.3. A linguagem oral e escrita na sala de aula

Sempre há o que aprender ouvindo, vivendo, sobretudo, trabalhando. Mas, só aprende quem se dispõe a rever suas certezas. (Darcy Ribeiro)

A linguagem oral é uma das formas de comunicação que o aluno tem acesso com maior facilidade. O domínio da palavra conduz o educando a diversificação do seu aprendizado, esclarecendo e dando um rumo ao trabalho, quando esse se propõe a construir o conhecimento.

Durante as aulas o aluno deve ter condições de planejar ao mesmo tempo em que produz. Deve ter condições de refletir sobre os conceitos aprendidos, já que ele poderá presenciar as reações imediatas de seus colegas durante as discussões e, em decorrência delas, reajustar seu discurso, esclarecendo, explicando, exemplificando e reorganizando sua fala. Dessa forma, o aluno estará envolvido num aprendizado com significação e justificando os procedimentos usados para a sua capacitação.

A aprendizagem significativa tem como base uma sala de aula favorável para a construção do conhecimento através de leituras, discussões e experimentos, referentes a um conteúdo proposto. Ao expor suas ideias oralmente, o aluno não necessita de muitos rodeios e nem sistematização, o que torna sua comunicação mais fácil.

Já a escrita decorre da oralidade. Quando se escreve, mostra-se tudo o que se quer noticiar, mas com mais rigor. Através da escrita, o aluno começa a

perceber que consegue fazer registros de suas ideias, do que entendeu ou do que ainda não está tão claro. A linguagem escrita qualifica o trabalho na medida em que o aluno terá de expressar seus pensamentos na forma de palavras, e mais do que isso, deverá refletir formalizando seus pensamentos, inclusive utilizando a linguagem própria da Física.

Ao escrever, o aluno deixa transparecer a forma como percebeu o conteúdo estudado, dando um significado a ele. Com isso, temos a possibilidade de produzir transformações no sujeito, oportunizando-lhe a busca do seu conhecimento numa perspectiva inovadora, que visa a elaboração e a estruturação do conhecimento. Percebemos que a linguagem é a base para toda a conversa cotidiana, pois a cada troca de palavras há uma correspondência, fazendo com isso que a comunicação construa e reconstrua a estrutura cognitiva do indivíduo, integrando-o com a realidade.

Vygotsky (1991), afirma, em *Pensamento e Linguagem*, que o sujeito não é apenas ativo, pois forma seus próprios conceitos através de relações intra e interpessoais, e nas trocas com outros sujeitos e consigo próprio. Com isso vão se apropriando de conhecimentos, permitindo assim a formação da própria consciência. Nesse contexto, cabe ao educador orientar as discussões em sala de aula, para que a aprendizagem ocorra mediante a discussão no grupo para interiorizar-se em cada indivíduo, desde que este consiga formar seus próprios conceitos.

A discussão no grupo influencia a internalização das atividades cognitivas de modo a gerar um crescimento para o aluno, tanto na fala, como no uso de termos científicos durante as discussões, o que auxiliará a escrita de textos mais complexos, por exemplo, com o uso de conceitos ou ideias específicas que visem demonstrar o efetivo aprendido. Percebemos que na aprendizagem significativa, o uso da linguagem e da escrita podem ser ferramentas de grande utilidade, desde que bem orientadas pelo professor.

Já foi dito muitas vezes que a ciência é uma linguagem e que compreendê-la é compreender o livro da natureza. Foi Galileu (1564 - 1642) quem afirmou certa vez estar o livro da natureza escrito em caracteres matemáticos, que é um tipo de linguagem. O preparo para a comunicação através da linguagem científica é imprescindível e contribui para a desmistificação da ciência. No caso da

Física, a desmistificação de sua linguagem ajuda a aproximar do universo imediato do aluno o seu saber especializado.

Afirma-se, ainda, que a linguagem física, por ser universal, seria compreensível por qualquer cidadão no mundo, independente de sua língua natal. Ora, isso não é um atestado de compreensibilidade, uma vez que a linguagem física continua sendo de compreensão exclusiva dos "iniciados" na sua leitura. E essa "iniciação" não parece seguir um critério didático, mas consolida-se ao longo do tempo na "experiência" do aluno. As equações físicas são lidas e quanto mais delas ele observar, mais saberá ler no decorrer de sua vida. No entanto, no início do ensino médio, soma-se à inexperiência do aluno a ausência de esclarecimentos.

3.4. O livro didático

Os sábios educam pelo exemplo e nada há que avassale o espírito humano mais suave e profundamente do que o exemplo (Malba Tahan)

Uma avaliação da importância dos livros didáticos e da problemática de sua utilização no ensino de física no nível médio constata que a maioria dos professores em atuação o utiliza como principal recurso instrucional ou materiais (apostilas, anotações) produzidos a partir deste. Assim, sendo tão utilizado, é de se presumir que a sua influência sobre a qualidade do ensino seja decisiva.

De fato, o que se observa é a má qualidade quase geral dos livros didáticos comerciais de física, que são cópias uns dos outros, são aulas expositivas impressas, tratam de assuntos desarticulados e distantes da realidade do aluno, estimulam a preguiça e não favorecem situações de investigação. Essa má qualidade dos livros também é fator de má qualidade no ensino. A Física é mostrada nesses livros como algo pronto e acabado, e seus modelos são transformados em dogmas irrefutáveis. Essa visão é totalmente distorcida, pois os modelos e teorias nas ciências físicas são aproximações, sujeitos à revisão desde que surjam fatos que os contradigam ou que fiquem sem explicação.

Apesar de serem produzidos por autores competentes, os livros têm se revelado desatualizados e refratários a inovações metodológicas. Isso, provavelmente é consequência da pressão exercida pelas editoras que, atendo-se a questões mercadológicas, procuram fazer com que o autor forneça ao mercado àquilo que o mercado quer, dentro de uma opção capitalista que aborda o livro como mercadoria.

Além disso, o mercado é acrítico e, via de regra, valoriza mais a forma do que o conteúdo e é extremamente sensível a truques gráficos como desenhos, cores, quadros de resumo, capas e encadernações mirabolantes, brindes (como CDs e programas de computador), "questões dos últimos vestibulares", que acabam por substituir a leitura profunda, criativa e reflexiva.

Obviamente, não se pode abandoná-lo já que muitas vezes ele é o único recurso disponível. No entanto, é preciso analisá-lo criticamente em busca do melhor possível. Deve ser considerada a possibilidade de o professor produzir o seu próprio "livro didático" a partir de suas reflexões, seus objetivos e de sua realidade local.

3.5. Modelos e números

Se a religião for definida como um sistema de pensamento que exige a crença em verdades impossíveis de serem provadas, a matemática é a única religião que pode provar que é única religião que pode ser provar que é uma religião (John Barrow)

A Física é uma ciência natural que se fundamenta, metodologicamente, na utilização da Matemática e na exaustiva aplicação de modelos à realidade concreta. A utilização de cálculos é típica das ciências naturais, uma vez que a Matemática é a forma consagrada de interpretação e compreensão dos fenômenos naturais. As leis naturais, quando codificadas em equações matemáticas, representam uma forma útil e frutífera de abordagem dos fenômenos físicos.

Dizer, por exemplo, que a aceleração desenvolvida por um corpo é diretamente proporcional à força aplicada sobre ele e inversamente proporcional à sua massa ($F = m \cdot a$) nada mais é do que codificar um fato geral observado na natureza em um código útil e frutífero. Este código pode ser utilizado com a mesma eficiência para a análise do movimento de um besouro voador ou de uma nave espacial. Na Física muitas dessas equações existem e são aplicadas a situações ideais, que nem sempre correspondem à realidade.

Essas situações ideais são os modelos, representações da realidade que tomamos para estudo e que priorizam certa abordagem dos fenômenos estudados. Os modelos mais conhecidos em química são os modelos atômicos. Assim, temos o modelo de Dalton (1803), essencialmente ponderal, que pode ser uma abordagem válida em situações envolvendo massas em reações químicas. O modelo de Thomson (1898) foi consequência da descoberta da origem da eletricidade.

A famosa experiência de Rutherford praticamente obrigou à utilização do modelo nuclear para sua explicação. Já o modelo de Bohr (1913) foi consequência da aplicação da mecânica quântica ao átomo nuclear, numa tentativa de resolver alguns de seus "paradoxos" e sua evolução para o modelo ondulatório resultou em inédita explicação para, por exemplo, os mecanismos de ligação e de reações químicas. Os modelos mais recentes são os melhores? Depende. Não há necessidade do modelo quântico para um estudo ponderal das reações químicas. Para isso, o velho e bom modelo de Dalton (a "bolinha maciça") serve perfeitamente.

Assim, deve-se escolher o modelo que melhor se aplique a cada abordagem de um objeto de estudo, sem complicações desnecessárias ou simplificações perigosas. Obviamente, o modelo de Dalton conviveu com velas e lampiões enquanto que o modelo quântico é resultado da era dos vôos espaciais e do ciclotron. Este último modelo é consequência de uma ciência mais refinada e melhor aparelhada, mas sua escolha não exclui os demais modelos que, em muitos casos, são utilizados até hoje.

Valendo-se de equações e de modelos a ciência Física progride na acumulação de conhecimento e prossegue na busca de mais conhecimento. O perigo está em confundir-se equação com lei natural e modelo com realidade física. Constitui erro, por exemplo, afirmar que os corpos caem porque a lei da gravidade os obriga a isso. A lei da gravidade é uma interpretação (artificial, humana), uma

descrição de um fenômeno natural que acontece, a despeito da ciência ou da humanidade. Modelos, por sua vez, são criados para a interpretação de determinados fenômenos à luz de certo conhecimento, que muda com o tempo.

São os paradigmas, ou frutos destes, mas sempre referenciais para o trabalho científico. O comportamento dos gases durante muito tempo foi estudado pela equação de Clapeyron, que é uma interpretação matemática para o comportamento de um gás-modelo inexistente, o gás ideal, e que não é obedecida rigorosamente por nenhum gás real. Essa interpretação desconsidera a existência de forças entre as partículas que formam os gases ou a própria existência dessas partículas já que não considera, ainda, o tamanho delas. A equação de Van der Waals, por sua vez, fundamenta-se no mesmo modelo, "corrigindo" a equação de Clapeyron, introduzindo nela dois fatores de correção que a tornam mais próxima do mundo real.

Assim, modelos e equações modificam-se em função do avanço científico e da necessidade de focar-se um problema científico a partir de uma ou de outra abordagem. A matemática e os modelos dão rigor e objetividade à ciência. Conferem-lhe até mesmo certa beleza. São marca inconfundível da ciência moderna e esta seria impossível sem eles. Deve-se, contudo, ensinar Física considerando-os como ferramentas para a interpretação da natureza, e não como ela própria.

Números e modelos aproximam do aluno o abstrato e a representação do abstrato na medida em que o confrontam com quantidades absurdamente grandes ou absurdamente pequenas e com realidade quase além da imaginação (ou mesmo inimagináveis para um adolescente típico). Seu emprego com rigor é decisivo e indispensável já que dessa interpretação depende a compreensão de uma realidade. Há, entretanto, que se ter em mente suas limitações (são "apenas" modelos) e jamais confundi-los com a realidade física.

3.6. A história da física

Na educação, qualquer que seja o nível, o excesso de disciplinas e especializações sem conexões entre si produz um saber reduzido, pulverizado, além de especialistas que ignoram a visão do todo (Livis Ponciano)

Muitos educadores preconizam que a abordagem histórica dos conteúdos é fator de educação científica, e que o professor assim procedendo estaria aproximando o conhecimento científico do universo cognitivo do aluno. Assim, o estudo da Física a partir de uma perspectiva histórica contribuiria para tal aproximação. Contudo, tal abordagem não pode ser ingênuo e superficial, e não pode se resumir à apresentação da biografia de cientistas ou àquele clássico capítulo de introdução nos livros didáticos. Deve, sim ser um recurso instrucional frutífero para construção e contextualização do conhecimento.

Costa (2007) apresentou dois exemplos de textos que está em anexo que podem ser trabalhados em sala de aula sobre Arquimedes fazendo com que os alunos interajam com o assunto de hidrostática, criando uma identificação com o conteúdo ensinado.

O entendimento de que a abordagem histórica da ciência no ensino é necessária pode criar uma situação mais propícia para que o aluno possa contextualizar os conceitos estudados e ter a possibilidade de fazer uma retomada histórica desses mesmos conceitos físicos.

A historicidade da ciência é fundamental para o entendimento de sua dinâmica pois permite vincular o conhecimento científico ao contexto histórico aplicado, como a Física de Aristóteles, a Física medieval, as origens da mecânica e o mecanicismo, o que também concorda com as habilidades ressaltadas pelos PCNs, segundo os quais “Desenvolver uma ética de atuação profissional e a conseqüente responsabilidade social, compreendendo a ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sócio-político, culturais e econômicos” (Brasil, 2002, pág 63).

Devido a esses fatores a abordagem da história no ensino de física contribui para que os alunos se manifestem de uma maneira diferente em relação à disciplina, que descubram uma Física de desafios que possibilitem novas descobertas no seu desenvolvimento pessoal.

3.7. Jogos didáticos no ensino de Física

A experiência é um médico que sempre chega tarde (Madame de la Tour)

Os jogos sempre constituíram uma forma de atividade inerente ao ser humano. A partir do século XVI, os humanistas começaram perceber o valor educativo dos jogos sendo que os jesuítas foram os primeiros a utilizarem jogos como recurso didático. Piaget, em diversas de suas obras, mostra fatos e experiências lúdicas aplicadas à criança. Para ele, os jogos não são apenas uma forma de entendimento, mas são meios que contribuem para o desenvolvimento intelectual e tornam-se mais significativos à medida que a criança se desenvolve.

Por volta dos 11 ou 12 anos, a criança é estimulada por jogos intelectuais, pois nesta fase ele é capaz de raciocinar dedutiva e indutivamente, por isso acredita-se que os jogos possam ser utilizados em sala de aula para o desenvolvimento dessas habilidades. Além disso, o jogo tem grande importância como integrador social, pois, em geral, é uma atividade desenvolvida em grupo.

No ensino de Física, os jogos didáticos podem ser utilizados em sala de aula para: apresentar um conteúdo, ilustrar aspectos importantes do conteúdo desenvolvido, avaliar a aprendizagem de conceitos, revisar ou sintetizar pontos relevantes do conteúdo. Para os alunos, os jogos são atividades mais significativas que os costumeiros exercícios para “fixação” do conteúdo.

Entretanto, a eficácia dos jogos como recurso didático passa inevitavelmente pela elaboração de um planejamento adequado para sua aplicação, por um estudo prévio de todas as possibilidades que o jogo oferece e, finalmente, por uma pré-testagem, ou seja, o professor deve vivenciar a situação do jogo antes de desenvolvê-lo com os seus alunos.

Sabemos que a relação entre professores e alunos, segundo as novas teorias pedagógicas está baseada na troca e não apenas na transmissão de conhecimento e o objetivo é não apenas aquisição de conhecimentos, por parte do aluno, mas também desenvolver habilidades como o pensamento independente, a criatividade dentre outras.

Segundo Piaget citado por Puloski (1983):

... quando a criança se interessa pelo que faz, é capaz de empreender esforços até o limite de sua resistência física. Apenas quando as crianças se empenham em sua própria aprendizagem, apenas então tomará forma a verdadeira disciplina – a disciplina que as próprias crianças desejam e aprovam.

Devido ao seu caráter lúdico o jogo didático é uma boa alternativa para despertar o interesse dos alunos e com isso as possibilidades de trabalho são muito grandes assim como tende ser a produtividade já que a mediação dos conteúdos pelo professor acaba sendo facilitada.

Os jogos didáticos dispõem de uma grande versatilidade possibilitando se trabalhar com os mais diversos conteúdos e aspectos, de acordo com os objetivos do educador e com o público alvo. Concordamos com Vera (2006) quando ela diz que:

Os jogos estão tão amplamente disseminados por todas as culturas, por serem prazerosos e se adaptarem às diversas fases do desenvolvimento humano, promovendo aprendizagens. Eles são praticados por adultos e por crianças devido a sua adaptabilidade aos mais diversos interesses e necessidades.

Mas apesar das vantagens na utilização dos jogos didáticos como ferramenta de ensino ela depende de esforços e comprometimento tanto do professor quanto dos alunos. Em especial do professor que, assim como deveria ser com todas as outras atividades, precisa ter planejado a aplicação desse método assim como ter bem definido os objetivos que se deseja alcançar com essa atividade para que se consiga avaliar os resultados obtidos e conseqüentemente ter sucesso na sua prática. Assim como citado por Vera (2006) “a dimensão lúdica [...] qualifica as tarefas escolares” (MACEDO, 2005, p. 12), porém isso só acontece quando as

atividades forem planejadas, organizadas e direcionadas para esse fim e utilizadas de forma adequada. Zagury (2006) reforça a mesma orientação, com ênfase maior na forma de conduzir as atividades “a ‘melhor das técnicas’ ou o ‘melhor método’ podem ser desvirtuados, anulando-se, por mal conduzidos, todo o benefício que poderia trazer aos alunos” (p. 202)..

A Física no ensino médio é uma disciplina que necessita, muitas vezes, de habilidades como abstração, raciocínio, pensamento, reflexão, criatividade, experimentação, dentre outras, o que acaba tornando-a trabalhosa já que nem todos esses aspectos são desenvolvidos durante a formação dos alunos.

Essas dificuldades então encontradas, devido à complexidade dos assuntos, acabam muitas vezes fazendo com que professores tendam a desenvolver as suas aulas utilizando-se de métodos antigos de ensino que são baseados na transmissão de conteúdos e assimilação desses através de exercícios e os resultados desse método de ensino tendem ao fracasso. Como reflexo disso tem-se esse preconceito, talvez até justificável, dos alunos com relação ao ensino de Física o que acaba dificultando ainda mais o processo de ensino e tornando o problema cada vez maior.

3.8. O ensino experimental

Há necessidade de fugirmos da assepsia no ensino, mostrando os conteúdos vinculados a realidade e não apresentando-os limpos, prontos, estanques ao universo e confinados a sala de aula e ao quadro negro. (Ricardo, 1998)

Outra reflexão importante diz respeito à presença de atividades experimentais nas aulas de física. Acredita-se que a presença de experiências e "pesquisas" nas aulas contribui para uma melhor aprendizagem. Isso só é verdadeiro até certo ponto.

Inicialmente, deve-se considerar que uma atividade experimental deve oportunizar situações de investigação e o confronto dos alunos com o desconhecido, o inusitado ou o inesperado. Sem isso, atividades experimentais acabam por resumirem-se a receitas para serem executadas e reforçam o caráter dogmático da aula expositiva, neste caso servindo apenas para confirmar a "verdade" proclamada pelos livros didáticos.

Atividades experimentais bem planejadas desmistificam o trabalho científico e o aproximam do universo de experiência dos alunos, que se percebem como construtores de conhecimento e descobridores de leis e princípios científicos nessas atividades, no aparecimento de um problema, na delimitação deste, na formulação e testagem de hipóteses, na coleta e no registro de dados, na apresentação dos resultados, etc. Se possível, deve-se trabalhar com projetos de pesquisa que envolva "mente e mãos", isto é, oportunizem aos alunos o trabalho prático e o exercício do raciocínio científico.

Numa análise superficial, a ausência de um laboratório físico na escola pode representar um entrave para a prática de uma educação da física baseada na metodologia experimental. No entanto, tal não é verdade. De início, o exercício de pesquisa mediante projetos necessita de material específico para aquele projeto, e não de um laboratório totalmente instalado.

Além disso, pode-se improvisar material que funcione embora esta seja uma solução provisória indesejável, devido ao risco de tornar-se "solução" definitiva para a implementação do ensino experimental. Também é possível a confecção e montagem de pequenos laboratórios portáteis que atendam às necessidades do professor interessado na implementação de atividades experimentais. Já existe alguma bibliografia disponível que trata desse assunto e não é impossível para o professor confeccionar ele mesmo um laboratório básico que possa ser usado para demonstrações e depois ampliá-lo com o material produzido nas atividades de pesquisa.

Deve ficar claro que a experimentação na escola média tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista. A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Física. As atividades experimentais podem ser realizadas na sala de aula, por demonstração, em visitas e por outras modalidades. Qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida, deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós atividade, visando à construção dos conceitos. Dessa forma, não se desvinculam "teoria" e "laboratório".

O processo ensino-aprendizagem de física tem sido objeto de discussões e críticas nestes últimos anos, merecendo reflexões por parte dos pesquisadores que centram seus estudos nas dificuldades e problemas relacionados ao ensino desta ciência nos diferentes níveis de escolaridade. O tema tem sido abordado em periódicos e apresentado nos principais eventos nacionais e internacionais relacionados ao ensino de ciências, tendo conquistado avanços significativos no tratamento didático de novos conteúdos e métodos.

Porém, a dificuldade apresentada tanto por parte de quem ensina física quanto por parte de quem aprende são muitas, apesar do número elevado de pesquisas nesta área. Na visão destes pesquisadores o fato se dá, não pela falta de importância da disciplina no contexto científico, mas pela maneira como esta vem sendo abordada pela maioria dos professores.

A ação pedagógica desenvolvida pelos professores no processo ensino-aprendizagem da física tem se caracterizado, muitas vezes, por atividades voltadas para apresentação de conceitos, leis e fórmulas de modo desarticulado e distanciado da realidade do educando.

Essa visão tem dificultado a compreensão da física como ciência capaz de ser ensinada com base em referenciais que a torne significativa para o aluno, de modo a proporcionar-lhe a apropriação de um conhecimento próximo da sua realidade, a evidenciar uma física presente nas mais diversas situações cotidianas, identificadas com o contexto social e cultural do aluno.

A Física enquanto ciência que estuda a natureza tem na experimentação um forte aliado na busca por desvelá-la. A experimentação sempre esteve presente como coadjuvante no processo evolutivo da Física, mostrando ao longo da história o seu *status* de ciência da experiência. Porém, é necessário considerar que nem só de experiências vive esta ciência, tendo o seu desenvolvimento teórico assumido importante papel nas descobertas e pesquisas, principalmente a partir do século XIX. Certamente, ela deve muito ao seu caráter experimental, mas nos últimos séculos a sua evolução pode ser vinculada aos avanços significativos no campo teórico, principalmente quando o assunto é Física moderna.

A história da ciência nos remete a diferentes momentos relacionados às pesquisas em Física, agregando concepções epistemológicas distintas para cada período, tendo repercussão direta na forma como se desenvolviam as investigações na Física.

Sem querer entrar no âmbito da discussão do processo evolutivo e histórico desta ciência, cabe apenas destacar que a Física se vincula as experiências e que, portanto, se para fazer Física é preciso laboratório, então, para aprender Física, ele também é necessário, conforme destaca Pinho Alves (2000).

Se por um lado os docentes acenam para a importância do laboratório no ensino de física, por outro, de forma quase que dicotômica, não o utilizam. O que tem dificultado a inserção destas atividades na ação docente não está relacionado com a sua validade no processo de construção do conhecimento, nem mesmo pode ser identificada com questões de ordem epistemológicas do professor. Tais questões parecem ser consenso entre os professores, como afirma Pinho Alves (2000) “a aceitação tácita do laboratório didático no ensino de Física é quase um dogma, pois dificilmente encontramos um professor de Física que negue a necessidade do laboratório” (p. 175).

Continua o autor chamando a atenção para o fato de que a discordância entre a importância dada pelos docentes e a pouca realização destas atividades na prática pedagógica pode ser associada à falta de clareza que se tem hoje quanto ao papel do laboratório no processo ensino-aprendizagem.

Esta situação é frequentemente verificada no ensino superior, no qual a validade do laboratório é inquestionável para os docentes, mas o seu uso metodológico parece apresentar divergência entre eles, mostrando que não há de fato um consenso entre o que se ensina e como se ensina no laboratório didático.

Desse modo, é possível perceber que as atividades experimentais contribuem para o processo ensino-aprendizagem da Física, entretanto é necessário se ter clareza e consciência dos fins a que este ensino se propõe, ao mesmo tempo em que é necessário estabelecer regras específicas para a sua utilização. Caso contrário, poderá estar se incorrendo o risco de que o laboratório didático seja mais uma estratégia de ensino frustrada como tantas outras já presenciada no ensino de Física.

3.9. Novas tecnologias no ensino de Física

A informática tem sido para os professores de Física uma ferramenta indispensável para o ensino e aprendizagem. No decorrer dessa discussão e análise baseada em artigos sobre aprendizagem de Física usando tecnologia de informação e comunicação (TICS) trará um bom embasamento sobre o desenvolvimento e exploração no ensino da Física.

Eliane Veit e Vieira Teodoro (2002) nos falam sobre a importância da aplicação de softwares educativos no ensino médio na disciplina de Física em conexão com os PCNEM. Como exemplo eles apresentam o *Modellus*, que foi concebido como um software de modelagem, no qual o usuário pode facilmente escrever modelos matemáticos expressos como funções, equações diferenciais finitas ou derivadas. O exemplo discutido pelos autores foi o modelo de um objeto considerado como uma partícula, que se move unidimensionalmente com velocidade constante.

Citando o artigo sobre atividades experimentais no ensino de Física *Diferentes enfoques, diferentes finalidades* dos autores Mauro Araújo e Maria Abib (2003), comprova-se que a utilização de atividades experimentais contribui e muito para o aprendizado significativo propiciando o desenvolvimento de importantes habilidades nos estudantes, como a capacidade de reflexão de efetuar generalizações e de realização de atividades em equipe bem como o aprendizado de alguns aspectos envolvidos com o tratamento estatístico de dados e a possibilidade de questionamento dos limites de validade dos modelos Físico.

Elio Ricardo, Jose Custódio e Mikael (2007) no trabalho sobre a tecnologia no ensino medio mencionam a tecnologia associada à ciência sob uma perspectiva ampla. Por exemplo, para a disciplina de Física, são sugeridos, entre outros os temas som, imagem e informações; equipamentos elétricos e telecomunicações; matéria e radiação, cuja relação com a tecnologia é explícita. Isso constitui um avanço, na medida em que os PCNs articulam conhecimentos e competências e ambos passam a ser conteúdos disciplinares.

De acordo com Petitto citado no artigo de Heckler, Saraiva e Kepler Filho (2007) o computador é um poderoso instrumento de aprendizagem e pode ser um grande parceiro na busca do conhecimento. Pode ser usado como uma ferramenta de auxílio no desenvolvimento cognitivo do estudante, desde que consiga disponibilizar um ambiente de trabalho, onde os alunos e o professor possam desenvolver aprendizagens colaborativas, ativas, facilitadas, que propicie ao aprendiz construir a sua própria interpretação acerca de um assunto, ou seja, sistematizado para construir determinado conhecimento.

Artigo publicado por Pires e Veit (2006) descreve uma experiência didática na qual introduziram o uso de tecnologia de informação e comunicação no ensino de Física em nível médio afim de aumentar virtualmente a carga horária da disciplina da Física. O computador hoje é uma valiosa ferramenta cognitiva para a aprendizagem de Física e para explicitar isso os autores citam em seu artigo Ausubel e Gowin. Segundo Ausubel a construção cognitiva se dá por meio da aprendizagem significativa e Gowin propõem uma relação triádica entre estudante, materiais educativos e professor, cujo objetivo é o compartilhamento de significados.

Novamente nos deparamos com um fator motivador no qual é fundamental para a aprendizagem do aluno e que o uso da informática como

ferramenta cognitiva de aprendizagem de Física irá propiciar uma interface professor-aluno com isso colaborando para dar uma nova visão da Física para o estudante.

O artigo de Dornelles, Araújo e Veit (2006), fala sobre a simulação e modelagem computacionais no auxílio a aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Com isso os autores analisam as dificuldades conceituais dos alunos sobre circuitos elétricos simples e as alternativas que os professores deverão abordar para um melhor aprendizado do ensino deste tópico sobre eletricidade.

Dentre as dificuldades listadas constataram o raciocínio errôneo que os alunos costumam apresentar, por exemplo, na definição de corrente elétrica, na associação de resistores em série e em paralelo e sobre potencial elétrico e diferença de potencial. Os autores demonstraram que a interatividade do aluno com o material instrucional é um ponto-chave para seu aprendizado. E no caso do estudo de circuitos elétricos, a possibilidade mais tradicional de interatividade implica aulas experimentais, porém deve-se solidificar bem a teoria antes de ir para a prática no laboratório. Foi empregado uma ferramenta computacional chamada de *Modellus*, com o intuito de simular atividades sobre o assunto. Com isso o aluno pode interagir não só com o computador mas também com o conteúdo estudado.

O processo ensino e aprendizagem de Física mediada pelo uso do computador é uma ferramenta pedagógica de grande valia para o aumento da percepção do aluno, pois pode incorporar a um só momento diversas mídias - escrita, visual e sonora - e desse modo potencializar as possibilidades pedagógicas da interação professor-aluno. No projeto de pesquisa Silva (2001) menciona que para a introdução de computadores na escola é preciso haver treinamento dos professores, desse modo irá promover um ensino de qualidade.

O laboratório Virtual e um laboratório real têm importância imponderável na introdução do aluno em certos assuntos específicos de modo a ilustrar e facilitar a aquisição do conteúdo. *Modelagem e construtivismo no ensino de Física* abordado por Romero Tavares da Silva nos diz que o sucesso no processo ensino-aprendizagem através da modelagem, relatados por Wells *et al* (1995) sugere que essas crenças errôneas dos estudantes são tratadas de maneira mais eficiente usando-se as animações pedagógicas.

Uma das concepções construtivistas orientadas à pedagogia é a obtenção ou extração das ideias prévias dos estudantes sobre o conteúdo a ser estudado. De acordo Jenkins citado por Laburú e Arruda (2002, p.483) em muitos casos, podem ser usados como ponto de partida para que os alunos alcancem os objetivos propostos para a atividade selecionada, podendo esta variar, desde atividades de discussão em sala de aula, até trabalhos experimentais em laboratório.

A proposta inicial é que o primeiro contato se dê através das animações interativas, que simulam a Natureza. Os resultados com as animações interativas desenvolvidas, suscita a aprendizagem significantes da forma pequena para a ação de curta duração e por outro lado resultados consideráveis e estatisticamente significativos para uma ação duradoura.

Capítulo 4 - Algumas abordagens metodológicas no ensino da Física

Neste capítulo será abordado o uso das metodologias referidas no capítulo 2, segundo um levantamento bibliográfico nos XVI e XVII Simpósio Nacional de Ensino da Física realizados nos anos de 2005 e 2007 respectivamente. Analisando as listas de trabalhos apresentado nos simpósios nacional de ensino da física foram selecionados alguns para relatar a importância da prática de tais metodologias no ensino e aprendizado da Física.

O trabalho sobre *Abordagem experimental no ensino de física: mecânica*, dos autores Freitas, Furtado e Ferrari (2007) tem como objetivo principal “apresentar alternativas para despertar o senso crítico científico nos alunos do Ensino Médio. Isso será facilitado por meio de aulas experimentais desenvolvidas com dispositivos confeccionados e outros já existentes e com brinquedos, que priorizarão as competências que estarão sendo desenvolvidas”.(p. 2). Com isso os alunos foram levados a raciocinar a partir de exemplos práticos e de experimentos, e chegar a conclusões conceituais sobre os assuntos abordados e, até mesmo, a equacionar os problemas de forma lógica.

A metodologia aplicada foi selecionar os tópicos do primeiro ano do Ensino Médio (mecânica) a serem abordados experimentalmente; conceber e selecionar os experimentos a serem realizados; desenvolver o material didático a ser aplicado em cada aula (roteiro para a explicação da teoria com exemplos práticos e do cotidiano dos alunos); elaborar roteiros dos experimentos a serem realizados; elaborar questões para antes (pré-teste) e para após a aula ministrada (pós-teste).

Segundo os autores em todas as aulas os conceitos foram exemplificados por uma atividade experimental e foi indagado o porquê “daquilo” acontecer. De certa forma, estava-se tentando instigar a curiosidade dos alunos e levá-los a formular hipóteses, até chegarem ao conceito correto. Conclui-se que a abordagem experimental dialogada no ensino de Física proporciona bons resultados, pois quando o aluno teve a oportunidade de realizar experimentos e discutir os conceitos com o professor, a aprendizagem foi bem mais eficiente.

Outro trabalho sobre experimentos de Física interessante foi a *Biblioteca de experimentos para o ensino de física*, dos autores Souza, Isler e Ramos (2005).

O projeto teve como objetivo implementar uma Biblioteca de Experimentos didáticos de Física, utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso. Foram realizadas oficinas de construção de materiais durante o 2º semestre do ano letivo de 2003, constituindo assim o primeiro acervo da Biblioteca de Experimentos de Física, com cerca de 100 protótipos. Os protótipos construídos tratam do tema eletricidade estática e foram utilizados em aulas de Física, subsidiando atividades de ensino de professores e estágio supervisionado de docência dos estudantes de Licenciatura em Física da UNESP.

Essa iniciativa resultou, segundo os autores, da disponibilização de materiais e atividades de ensino e também da participação mais significativa dos alunos de Ensino Médio em sala de aula, principalmente, como relataram estudantes da Licenciatura, mudando a postura de grupos que se mostravam alheios ao trabalho didático tradicional e expositivo.

Com relação aos jogos didáticos no ensino de física selecionei dois trabalhos apresentados nos simpósios nacionais de ensino de física. O primeiro foi *Brincando com vetores* (Santos, Shinomiya e Ferreira, 2005) que tem a finalidade de melhorar a compreensão da representação vetorial de grandezas físicas e de propor a realização de três atividades simples realizadas com materiais de baixo custo que podem proporcionar uma melhora significativa na compreensão desse tipo de representação. Além disso, estas atividades podem ser apresentadas em forma de jogo, proporcionando um ambiente alegre e descontraído dentro da sala de aula.

Com essas atividades, podemos discutir, além dos conceitos vetoriais, a importância dos modelos na Física. Com um conjunto de regras simples e bem definidas conseguimos representar, em vários aspectos, situações como o movimento de carros de corrida, lançamentos oblíquos de objetos ou um movimento circular. Na verdade esses eventos no mundo real são muito mais complexos que os nossos modelos, mas é esse o papel das ciências: criar modelos para que possamos entender melhor a nossa realidade.

Um segundo trabalho foi *Brinquedos de equilíbrio: a arara, o ET e o princípio de funcionamento de uma balança*, dos autores Vieira, Santos D., Santos E.

e Ferreira (2005). Eles apresentaram um conjunto de atividades lúdicas realizadas com material de baixo custo e de fácil aquisição (papel cartão, canudos de refresco, rolhas etc.) que discutem o conceito de centro de gravidade a partir da construção de brinquedos de equilíbrio tais como uma arara e um ET. Todas as atividades descritas foram planejadas para que os alunos possam construí-las e manuseá-las.

Nas considerações finais os autores enfatizam que as atividades são muito importantes e não deve ser confundida com uma brincadeira sem fundamento. Podemos aqui utilizar o jargão do projeto RIPE: “Brinquedo É Coisa Séria!!!”.

É necessário que as atividades sejam teoricamente fundamentadas e planejadas para que alcancem um resultado desejado. É essencial saber para onde se caminha e isto deve ser claro também para o aluno, para que o trabalho possa ser corretamente direcionado. “Concluimos que o uso de brinquedos de equilíbrio com este fundamento, torna mais fácil a compreensão do tema abordado e propicia boas condições para o estudo de balanças como descrito” (Vieira, Santos D., Santos E. e Ferreira, 2005, p. 4).

Citando o uso da História da Física podemos relatar o tema proposto por Monte M, Almeida J: *História da física no ensino médio* (2007). Eles relatam a problemática de como dar aulas de Física para o Ensino Médio é enfrentada a cada momento pelos professores nas diversas salas de aula do Brasil. “Esses educadores, em sua maioria, tendem a ensinar a Física de maneira maçante e, exclusivamente, através de fórmulas matemáticas sem despertar nos seus alunos um interesse diferenciado pela Ciência como algo além de equações prontas” (Monte M, Almeida J, 2007, p. 1).

Partindo dessa premissa, o trabalho foi elaborado a partir de uma pesquisa qualitativa com a aplicação de um questionário, com 3 três) professores de Física da Rede de Ensino Particular do Estado de Pernambuco e visa a apresentar algumas reflexões acerca dos resultados obtidos com o objetivo central de verificar a utilização da História da Física no Ensino Médio nessas escolas. Após pesquisa bibliográfica pertinente, propondo uma mais eficiente utilização desse método para a contextualização das aulas de Física, bem como para a fortificação do ensino-aprendizagem.

Segundo os autores:

Acreditamos que a investigação dessa temática em pesquisas com foco nos métodos e técnicas utilizados pelos professores no que tange à contextualização de suas aulas com a História da Ciência e analogias do cotidiano dos alunos, como o presente trabalho, possibilita-nos compreender a postura dos professores frente à História da Física em seu dia-a-dia.

Nas considerações finais os autores enumeram vários tópicos a serem inseridos como metas para um bom ensino de Física no ensino Médio:

- A fundamental importância das pesquisas prévias sobre os momentos históricos cruciais para o desenvolvimento da Física a fim de que sejam trabalhados em sala de aula;
- A aplicação de uma mais robusta diversificação de métodos para conseguir a atenção e interesse dos alunos, sendo distinguidos aqueles que conseguem melhor sucesso (onde a utilização da História da Física se configura como um dos principais exemplos) daqueles mal sucedidos;
- A sensibilidade do professor para encontrar a maneira mais adequada de trabalhar seus conteúdos dentro da realidade dos alunos em busca do cumprimento da função social da escola que é a de formadora de um aluno com olhar crítico sobre a cidadania em que o Ensino das Ciências e compreensão das tecnologias são de fundamental importância nesse processo de formação;
- O equilíbrio entre a utilização da História da Física e a maneira tradicional de se dar aulas de Física;
- A participação de toda a equipe da escola para se alcançar essa mudança de postura;
- Uma participação mais maciça dos professores em Congressos e/ou Simpósios de ensino de Física, bem como um maior acesso a publicações com esse conteúdo;
- A relevância da formação continuada e, por conseguinte, de uma constante autoavaliação para o aprimoramento da prática docente.

Outro trabalho muito interessante foi a utilização de filmes para relatar a história da ciência e tecnologia, cujo tema apresentado foi o seguinte: “*Do início até você*”: *um curso de história da ciência e tecnologia através de filmes no ensino médio*, dos autores Silva, Ferreira, Reinehr e Andrade (2005). Segundo os autores:

Relata o planejamento e alguns resultados de um curso de história da ciência através de filmes de ficção que elaboramos professores e estagiários licenciandos, para ser ministrado em um trimestre para estudantes de Ensino Médio, o curso, dentro da concepção preconizada pela LDB e pelos PCN's, tem abordagem multidisciplinar e é ministrado como módulo de interesse em uma escola de ensino médio que utiliza esta estrutura. O enfoque do curso está, não em uma história evolutiva das idéias científicas, mas entre as relações entre Ciência, cultura e sociedade em diferentes épocas históricas.

As conclusões encontradas foram:

Nosso objetivo é provocar a discussão por parte do estudante, tentando fazer com que ele reflita e descreva o que viu. Em alguns filmes trouxemos pequenos textos de apoio ao nível de ensino médio. Como os estudantes não estão acostumados a este procedimento de avaliação, as contribuições orais iniciais são em geral tímidas, mas importantes. A nossa participação oral geralmente se deu em forma de novas perguntas para estimular o debate. É solicitada também, a título da avaliação formal, que o estudante faça uma redação escrita sobre cada filme e entregue no encontro posterior. Em alguns encontros propusemos questões que exigem uma análise e posicionamento do estudante.

Na tabela abaixo está os filmes utilizados e alguns aspectos importantes segundo os autores:

Semana	Filme	Diretor	Ano	Comentários
01	A Guerra do Fogo	Jean Jacques Annaud	1981	Paleolítico e Neolítico: O fogo, as armas, medicina e cerâmica. A invenção do sexo e do riso.
02	A Odisséia	Andrei Konchalowski	1997	Idade Antiga: agricultura e pecuária; os metais; os deuses ensinam os homens.
03	Navigator: Odisséia no Tempo	Vincent Ward	1988	Idade Média: A técnica a serviço da religião: a cosmogonia cristã medieval.
04	1492-A Conquista do Paraíso	Ridley Scott	1992	Renascença: Caravelas e mapas: "A terra é redonda." Confronto Europa-América
05	A Harmonia dos Mundos-Cosmos	Carl Sagan	1982	Reforma: Copérnico x Ptolomeu. Kepler e Galileu. Fé na ciência x Ciência da fé
06	Frankestein de Mary Shelley	Kenneth Braghagh	1994	O mundo mecânico: A invenção da eletricidade: O cientista cria a vida e imita Deus. Vida = matéria + energia.
07	A General	Buster Keaton	1927	A revolução industrial: O homem distraído vive em um mundo de máquinas precisas. Revolução nos transportes: trens, aço, vapor, rolamentos e canhões.
08	Dr. Fantástico Black Rain	Stanley Kubrick-Shomei Imamura	1964 1989	Bomba atômica – a ciência do apocalipse. Dois filmes: um mostra a ignorância dos vencedores, outro a sapiência dos perdedores da guerra da "arma final".
09	Os Eleitos	Phillip Kauffman	1985	A corrida espacial. "A terra é azul": a eletrônica, jatos, mísseis e foguetes. O "progresso" ao vivo e a cores no rádio e na TV.
10	Contato	Robert Zemeckis	1997	Perdidos no espaço. A ciência em busca do outro. Ética em ciência. Pode a ciência substituir a religião?
11	Matrix	Irmãos Wachowski	1999	O mundo quântico da nanotecnologia. A Internet como realização da mecânica quântica. Dualidade, localidade, realidade?
12	Avaliação final			Espaço destinado a discussões finais e avaliação do curso pelos estudantes.

Fonte: No XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, no trabalho com o título apresentado: "DO INÍCIO ATÉ VOCÊ": UM CURSO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA ATRAVÉS DE FILMES NO ENSINO MÉDIO.(2005)

O uso das novas tecnologias no ensino de Física foi verificado através do crescente número de iniciativas que visam utilizar o computador e os diferentes recursos multimídia como ferramenta educacional.

No trabalho *Simulações e animações: recursos para o ensino de física de partículas no ensino médio* dos autores Siqueira, Santos e Pietrocola (2005) nos fala da importância da tecnologia na sociedade moderna e da contradição do ensino de

ciências, principalmente o de Física. Este não condiz com a realidade devido o seu ensino encontrar afastado dos fatos e fenômenos que englobam a vida cotidiana de nossa sociedade contemporânea. Segundo eles faz-se necessário uma atualização do currículo de ciências nas escolas. Segundo os autores:

Desta forma, nossa proposta desafiadora é levarmos alguns tópicos de Física de Partículas para o Ensino Médio. Como se trata de um assunto que envolve um alto grau de complexidade e requer abstrações para a sua compreensão, que fogem de nossa percepção imediata não cabendo, muitas vezes, associá-lo aos elementos do nosso mundo visível e cotidiano, mas que são igualmente reais e responsáveis por vários fenômenos a nossa volta, capazes de despertar nossa imaginação e curiosidade e, até certo misticismo em torno de alguns fenômenos.

O trabalho consiste no uso de simulações e animações computacionais cujos roteiros foram elaborados por eles e produzidas pelo LabVirt/Escola do futuro.

Acreditamos que ao se utilizar tais simulações e animações, seja possível elaborarmos atividades interativas, mostrar fenômenos como as interações entre as partículas, sua detecção, visualizar o modelo padrão aceito atual, explorando o ambiente lúdico que o computador é capaz de oferecer.

Analisando outro trabalho cujo título é *Uso de simulações computacionais no ensino de física: análise das mudanças conceituais no ensino de quantidade de movimento*, dos autores Nogueira, Soares, Martins, Kerley e Marchezini (2007) propõem a utilização de uma simulação para provocar mudanças conceituais nos alunos, levando-os do senso comum a um padrão de respostas mais elaborado.

Para isto, escolheram no conteúdo quantidade de movimento, a temática da colisão inelástica que possibilita, com certa facilidade, fazer alusão a situações cotidianas. Para o desenvolvimento das simulações, optaram pelo uso do software *Interactive Physics* em função dos seus inúmeros recursos e interatividade, construíram duas situações em que ocorrem colisões inelásticas unidimensionais e prepararam um roteiro para aplicação em laboratório de Informática.

Os alunos foram submetidos a um pré-teste contendo questões qualitativas e quantitativas sobre o assunto, em seguida, utilizaram as simulações, seguindo instruções contidas no roteiro previamente elaborado e, finalmente, foram submetidos a um pós-teste com questões semelhantes às do pré-teste. Analisaram as respostas dadas nestes testes buscando identificar, em dimensões e categorias de análise, os conceitos prévios dos alunos a respeito do tema.

Conclusões dos autores:

De fato, uma análise inicial dos pós-testes aplicados aos mesmos alunos, nos mostra uma visível melhora no nível das respostas dos alunos que apresentam uma redução na correlação inicial entre força e velocidade e um aumento na correlação massa-velocidade como determinante na quantidade movimento de um corpo. Percebe-se também uma argumentação consciente, relacionando os fenômenos à quantidade de movimento.

5. Considerações finais

Deve-se considerar que a Física utiliza uma linguagem própria para a representação do real e as transformações físicas, através de símbolos, fórmulas, convenções e códigos. Assim, é necessário que o aluno desenvolva competências adequadas para reconhecer e saber utilizar tal linguagem, sendo capaz de entender e empregar, a partir das informações, a representação simbólica das transformações físicas. A memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades desejáveis no Ensino Médio.

Fazendo uma comparação entre os aspectos considerados nesse texto com relação aos jogos didático e as atuais dificuldades encontradas no ensino de Física no nível médio, é possível observar que esses se apresentam como uma ferramenta que pode ajudar nas soluções dos problemas encontrados. E assim pode se compreender a importância da aplicação desses jogos como uma forma alternativa de ensino.

A importância da realização de uma atividade experimental parece ser inegável se considerarmos que os professores, ao exercerem a docência, são formadores de pessoas que desenvolverão papel fundamental na sociedade em que estão inseridas.

Nessa perspectiva, têm-se jovens que, independentemente da profissão que escolheram, atuarão na sociedade, a qual se encontra em processo constante de transformação, principalmente na área tecnológica, da qual a experimentação é base. Desenvolver atividades que permitam ao aluno refletir, questionar, entre outros aspectos, deve ser o papel do componente experimental no processo ensino-aprendizagem.

Em se tratando do ensino experimental de Física, Pinho Alves (2000) enfatiza que para cursos universitários, a vinculação entre o laboratório didático e o processo ensino-aprendizagem parece ser mais pacífica que nas escolas de ensino médio. Porém, esta ainda se encontra fortemente centrada no método experimental, que ao invés de servir de instrumento de ensino tem sido transformado em objeto de

ensino. O autor posteriormente afirma que não se trata de negar o método experimental, mas de priorizá-lo em momentos específicos em que o alvo seja este ensino: "... o método experimental não deve ser desprezado ao longo do ensino de Física... mas este pode ter espaços e procedimentos específicos para ser ensinado através de atividades experimentais próprias e didaticamente explicitado" (2002, p. 7)

Entretanto, o ensino experimental de Física não pode se limitar a contribuir apenas com a aquisição de conhecimentos, mas também e inclusive, com discussões envolvendo as diferentes dimensões do saber escolar. Ou seja, as atividades desenvolvidas em laboratório necessitam de uma identificação não só com os elementos vinculados aos domínios específicos dos conteúdos, mas com questões de ordem social, humana, ética, cultural e tecnológica presentes na sociedade contemporânea.

Assim, desenvolver experiências no ensino de Física requer uma visão ampla e diversificada por parte dos docentes, sobre os mais diversos campos que esta ciência possa atingir, mostrando que no ensino, em especial no ensino experimental, os limites não se constituem nos domínios restritos dos conteúdos curriculares, mas avançam na busca pela inserção deste indivíduo na sociedade.

O professor tem um grande leque de opções metodológicas, de possibilidades de organizar sua comunicação com os alunos, de introduzir um tema, de trabalhar com os alunos presencial e virtualmente, de avaliá-los. Cada docente pode encontrar sua forma mais adequada de integrar as várias tecnologias e procedimentos metodológicos. Mas também é importante que amplie, que aprenda a dominar as formas de comunicação interpessoal e grupal e as de comunicação audiovisual e telemática.

Não se trata de dar receitas, porque as situações são muito diversificadas. É importante que cada docente encontre o que lhe ajuda mais a sentir-se bem, a comunicar-se bem, ensinar bem, e ajudar os alunos a que aprendam melhor. É importante diversificar as formas de dar aula, de realizar atividades, de avaliar.

Com a aplicação de novas tecnologias como a internet podemos modificar mais facilmente a forma de ensinar e aprender. São muitos os caminhos, que

dependerão da situação concreta em que o professor se encontrar: número de alunos, tecnologias disponíveis, duração das aulas, quantidade total de aulas que o professor dá por semana, apoio institucional. Alguns parecem ser atualmente, mais viáveis e produtivos.

No começo procurar estabelecer uma relação empática com os alunos, procurando conhecê-los, fazendo um mapeamento dos seus interesses, formação e perspectivas futuras. A preocupação com os alunos, a forma de relacionar-nos com eles é fundamental para o sucesso pedagógico. Os alunos captam se o professor gosta de ensinar e principalmente se gosta deles e isso facilita a sua prontidão para aprender.

Vale a pena descobrir as competências dos alunos que temos em cada classe, que contribuições podem dar ao nosso curso. Não vamos impor um projeto fechado de curso, mas um programa com as grandes diretrizes delineadas e onde vamos construindo caminhos de aprendizagem em cada etapa, estando atentos - professor e alunos - para avançar da forma mais rica possível em cada momento.

É importante mostrar aos alunos o que vamos ganhar ao longo do semestre, por que vale a pena estarmos juntos. Procurar motivá-los para aprender, para avançar, para a importância da sua participação.

O professor pode criar uma página pessoal na internet, como espaço virtual de encontro e divulgação, um lugar de referência para cada matéria e para cada aluno. Essa página pode ampliar o alcance do trabalho do professor, de divulgação de suas idéias e propostas, de contato com pessoas fora da universidade ou escola. Num primeiro momento a página pessoal é importante como referência virtual, como ponto de encontro permanente entre ele e os alunos. A página pode ser aberta a qualquer pessoa ou só para os alunos, dependerá de cada situação. O importante é que professor e alunos tenham um espaço, além do presencial, de encontro e visibilização virtual.

O papel do professor se amplia significativamente. Do informador, que dita conteúdo, se transforma em orientador de aprendizagem, em gerenciador de pesquisa e comunicação, dentro e fora da sala de aula, de um processo que caminha para ser semi-presencial, aproveitando o melhor do que podemos fazer na sala de aula e no ambiente virtual.

O professor, tendo uma visão pedagógica inovadora, aberta, que pressupõe a participação dos alunos, pode utilizar algumas ferramentas simples da Internet para melhorar a interação presencial-virtual entre todos. O vídeo, jogos educativos e a internet, ajudam aos estudantes do ensino médio a verem a disciplina Física não como mais uma disciplina em sua grade, mas como uma forma de divulgação da ciência e da sua importância nos avanços de nosso mundo tecnológico.

A Física apresentada ao estudante desta forma permite que os mesmos, sintam mais motivados e tenham sua curiosidade aguçada. Por outro lado, o uso dessas novas tecnologias, traz-nos alguns novos indicativos que podem ser percebidos durante sua utilização no processo ensino aprendizagem, de modo mais específico no ensino de Física.

Estamos vivendo em uma época onde o desenvolvimento de novas tecnologias ocorre com uma grande velocidade, principalmente as tecnologias referentes à produção e uso de vídeos educativos, softwares educativos e ambientes virtuais e páginas para a Internet. É de fundamental importância para um bom desenvolvimento da aprendizagem o uso das Tecnologias de informação e comunicação (TICs). Mas o que vemos na realidade no nosso sistema educacional é uma deficiência no que diz respeito a laboratórios de ensino de Física, a falta de computadores nas escolas e uma capacitação dos professores para que os mesmos tenham habilidades para desenvolver um bom trabalho.

Procurou-se discutir neste trabalho algumas peculiaridades do ensino de física e abordá-la a partir de uma perspectiva que o trate como educação no Ensino da física, que envolve mente mãos, sociedade, cotidianas e cidadania. Outras questões poderiam ser derivadas destas, mas nos parece que os pontos fundamentais foram aqui abordados. Cabe aos professores encontrarem seus caminhos individuais (que depois devem, obrigatoriamente, ser socializados) tendo sempre como preceito norteador o fato de que a educação no ensino da física - como a educação em geral - deve ser instrumento para felicidade, progresso social, desenvolvimento pessoal e cidadania.

Referências

- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 1999.
- CHASSOT, Attico I. **Catalisando transformações na educação**. (EdUNIJUI, 1993; 3.ed 1995),
- COSTA, Alice Scherer da, **Desenvolvimento de uma proposta para o ensino de hidrostática voltada para a aprendizagem significativa**. PUCRS, 2007.
- ANGOTTI J. A. P., **Desafios para a formação presencial e a distancia do físico educador**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 2 p. 143-150. (2006).
- BORGES, O. **Formação inicial de professores de Física: Formar mais! Formar melhor!** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 2 (2006)
- DORNELES, P. F. T.; Araújo, I. S.; Veit, E. A. **Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I - circuitos elétricos simples**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 487-496, (2006).
- MOREIRA M., **Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de Física no Brasil, ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula?** Revista Brasileira do Ensino de Física, v. 26, n. 4, p. 293 – 295, (2004).
- Maria Regina Dubeux Kawamura e Yassuko Hosoume, **A contribuição da Física para um novo Ensino Médio**, Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003.
- BRITO, P. L.; PALHETA, C. F. **Ensino de Física através de temas: Uma Experiência de ensino na formação de professores de Ciências**. VII Congresso Norte/Nordeste de Educação em Ciências e Matemática - CNNECIM. (Belém, 2004).
- 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, vol. 24, N° 2, Junho, 2002.
- ARAÚJO, M. S. T.; Abib, M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, N° 2, Junho, 2003.

RICARDO, E. C.; Custódio, J. F.; Rezende, M. F. J. **A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 135-147, (2007).

VEIT, E. A.; Pires, M. A. **Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 2, p. 241 - 248, (2006).

SANTOS, José Nazareno e Tavares, Romero (2001a). **Educação mediada por Computador** - Cursos de Física. In: XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Natal/RN.

VERA R. K. S. **Contribuição dos jogos educativos na qualificação do trabalho docente.** Tese de mestrado, Porto Alegre, 2006.

PINHO ALVES, J. **Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 174-188, ag. 2000.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

SIQUEIRA, Denise de Cássia Trevisan. **Relação professor-aluno,** 2004.

DUARTE, Newton. **Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski,** 3ª ed. Campinas – SP, 2001.

OLIVEIRA, Valeska Fortes de. **Imaginário social e escola de segundo grau: estudos com adolescentes.** Santa Maria: UFSM, 1995. Santa Cruz do Sul.

ANEXO I - Exemplo de Textos lidos pelos alunos.

Arquimedes e a coroa de Ouro

Arquimedes, filho de um astrônomo, foi o maior cientista e matemático da antiguidade. Estudou em Alexandria, onde seu professor Cônon havia sido, em seu tempo, aluno de Euclides. Regressou a sua cidade natal, provavelmente por causa das suas boas relações com o rei de Siracusa, Hierão II. Hierão pediu ao seu brilhante amigo para determinar se uma coroa, que havia acabado de receber do ourives, era realmente de ouro, como deveria ser, ou se tratava de uma liga de prata.

Arquimedes foi intimado a realizar suas determinações sem estragar a coroa. O físico não atinava como proceder até que um belo dia, entrando em uma banheira cheia, notou que a água transbordava. Repentinamente ocorreu-lhe que a quantidade de água transbordada era igual em volume à parte do corpo nela mergulhada. Raciocinou então que, se mergulhasse a coroa na água, poderia determinar seu volume pela subida do líquido. Poderia mais ainda: comparar este dado com o volume de um pedaço de ouro de igual peso. Se os volumes fossem iguais, a coroa seria de ouro puro. Se a coroa fosse feita de uma liga de prata (mais volumosa que o ouro), teria um volume maior.

Excitado ao mais alto grau pela sua descoberta do princípio de fluabilidade, Arquimedes pulou para fora da banheira, e, completamente nu, correu pelas ruas de Siracusa até o palácio real aos gritos de Achei! Achei! (É preciso salientar que a nudez não perturbava tanto os gregos quanto a nós). Como Arquimedes falava grego, o que disse foi Eureka! Eureka! Esta expressão é usada desde então como exclamação apropriada ao prenúncio de uma descoberta. (A conclusão da história é de que a coroa incluía certa percentagem de prata, tendo sido o ourives executado).

Arquimedes

Arquimedes também desenvolveu o princípio da alavanca. Demonstrou que um pequeno peso situado a uma certa distância do ponto de apoio da alavanca pode contrabalançar um peso maior situado mais perto, sendo assim peso e distância inversamente proporcionais. O princípio da alavanca explica por que um grande bloco de pedra pode ser levantado por um pé de cabra. Também calculou o valor de pi, obtendo um resultado melhor do que qualquer outro até então obtido no mundo clássico.

Demonstrou que o valor real se encontrava entre $223/71$ e $220/70$. Usou para esse fim o método que consiste em calcular as circunferências e os diâmetros de polígonos traçados dentro e fora do círculo. Ao acrescentarem-se lados ao polígono, este se aproxima cada vez mais do círculo, em tamanho e área. Poderíamos considerar que dois mil anos antes de Newton, este brilhante homem foi precursor do Cálculo Diferencial e Integral.

Mas Arquimedes não terminou os seus dias em paz. Sua fama maior é a de guerreiro. Hierão II mantinha um tratado de aliança com Roma e ele se manteve fiel. Após a sua morte, seu neto, Jerônimo, tomou o poder. Roma sofreu sua pior derrota em Canas e, durante certo tempo, pareceu prestes a ser esmagada, Jerônimo, desejoso de permanecer ao lado do vencedor aliou-se a Cartago. Mas os romanos ainda não estavam vencidos. Enviaram uma frota sob o comando do General Marcelo, contra Siracusa, dando início então a uma guerra de três anos, a que moveu a frota romana contra um único homem, Arquimedes.

Segundo a tradição, os romanos teriam tomado a cidade rapidamente, não fossem as armas engenhosas inventada pelo grande cientista. Teria construído grandes lentes destinadas a incendiar a frota, guindastes mecânicos para levantar os navios e virá-los de cabeça para baixo, etc. Ao fim da história, parece que os romanos não se atreviam a se aproximar dos muros da cidade, fugindo ao menor fio que sobre eles surgisse convencido que o temível Arquimedes os estava destruindo com invenções novas e monstruosas. Durante o saque da cidade, Arquimedes, com um soberbo e erudito desdém para com a realidade, entregou-se a um problema matemático. Um soldado romano encontrou-o inclinado sobre uma figura geométrica desenhada na areia e ordenou-lhe que o acompanhasse.

Arquimedes apenas respondeu por gestos: "Não perturbe meus círculos!". O soldado romano, aparentemente um homem prático, sem tempo para brincar, matou Arquimedes e seguiu em frente. Marcelo, que havia dado ordens para capturar Arquimedes com vida e para tratá-lo com distinção, lamentou sua morte e ordenou funeral condigno, tratando os parentes do grande homem com relativa suavidade.