



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

FRANCISCO WAGNER LISBOA DE FREITAS

Análise dos conceitos de aceleração, gravidade e força peso, apresentados nos livros de Física selecionados pelo MEC

FORTALEZA – CEARÁ

2010

FRANCISCO WAGNER LISBOA DE FREITAS

ANÁLISE DOS CONCEITOS DE ACELERAÇÃO, GRAVIDADE E
FORÇA PESO, APRESENTADOS NOS LIVROS DE FÍSICA
SELECIONADOS PELO MEC

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. Dr^a. Eloisa Maia Vidal.

FRANCISCO WAGNER LISBOA DE FREITAS

ANÁLISE DOS CONCEITOS DE ACELERAÇÃO, GRAVIDADE E FORÇA
PESO, APRESENTADOS NOS LIVROS DE FÍSICA SELECIONADOS PELO
MEC

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: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Eloísa Maia Vidal – UECE
Orientadora

Prof. Dr. Humberto de Andrade Carmona - UECE

Prof. Dr. Emerson Mariano da Silva - UECE

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder inteligência e capacidade de desenvolver meus estudos;

Depois os meus pais: Júlio de Freitas e Zaíra Lisboa de Freitas, que me incentivaram e apoiaram, sempre investindo no meu potencial;

A Balkissy Lima (querida “*madinha*”) que é a minha segunda mãe e sempre acreditou em mim;

A minhas Irmãs: Aldeíde Lisboa de Freitas, Alaíde Lisboa de Freitas e Maria das Graças Lisboa de Freitas, que me apoiaram e incentivaram;

Aos meus filhos amados: Júlio de Freitas Neto e Raquel Silva de Freitas, fonte de minha inspiração para a vida;

A minha amada esposa Maria de Fátima Pereira da Silva que sempre esteve ao meu lado me incentivando e impulsionando a prosseguir;

Finalmente agradeço a Eloisa Vidal minha orientadora sem a qual este trabalho não seria possível;

E a todos os professores que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação.

Em se tratando de Física, as primeiras lições não deveriam conter nada mais do que experimentos e coisas interessantes para ver. Frequentemente, um belo experimento é em si mesmo mais valioso do que vinte fórmulas extraídas de nossas mentes. (*Albert Einstein*)

RESUMO

A presente monografia foi desenvolvida com base na percepção da dificuldade dos alunos do 1º ano do Ensino Médio em entender os conceitos físicos de aceleração da gravidade, força e peso. Isto fica ainda mais patente nas escolas da rede pública. O fato mais relevante na busca das causas deste fenômeno parece ser a dificuldade do aluno em abstrair a dinâmica de tais conceitos. Baseado nesta constatação propõe-se uma análise destes conceitos presentes nos livros didáticos de Física, para a partir daí discutir um novas alternativas de ensino que levem em conta o conhecimento prévio do aluno e reduzam o grau de abstração na construção dos conceitos.

Palavras chaves: Aceleração gravitacional, força, peso...

ABSTRACT

This work was developed based on the difficulty demonstrated by high school students, more specifically freshman students, to understand necessary basic concepts in the study of Physics (Acceleration of gravity, strength and weight). The students' weaknesses are worse when in public high schools. Based on this finding we propose a review of those concepts in the textbooks of physics in order to discuss an alternative education that take the students' previous knowledge as an important tool to reduce the degree of abstraction in the construction of the concepts.

Keywords: Acceleration, gravity, strength...

LISTA DE ABREVIATURAS

a – Aceleração.

Cap. – Capitulo.

CET – Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos.

cm/s – Centímetros por segundo

DOU – Diário Oficial da União.

EAD - Educação a Distância.

FCI – *Force Concept Inventory*.

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação.

g – Aceleração da gravidade.

h – Hora.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ICF – Inventário dos Conceitos de Força.

IES - Instituições de Ensino Superior.

INEP - Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Kgf – Quilograma força.

Km/h – Quilômetro por hora.

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação.

m/s – Metro por segundo.

m/s^2 - Metro por segundo ao quadrado.

MEC - Ministério da Educação e do Desporto, antigo Ministério da Educação e Cultura.

min – Minuto.

MMC – Movimento de Mudança Conceitual.

N – Newton.

P – Peso.

Pág. – Página.

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais.

PCNEM - Parâmetros Curriculares para do Ensino Médio.

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.

PNLA – Programa Nacional do Livro Didático para alfabetização de Jovens e Adultos.

PNLD - Programa Nacional do Livro Didático.

PNLD EM - Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio.

SEE-BA - Secretária de Estado da Educação do Estado da Bahia.

t – Tempo.

UFC – Universidade Federal do Ceará.

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura.

UNESP – Universidade Estadual de São Paulo.

V – velocidade.

ZDP – Zonas de Desenvolvimento proximal.

α – Aceleração.

Δt – Variação de tempo.

Δv – Variação de velocidade.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – premissas da UNESCO. (Páginas 13 e 14).
- Tabela 2 – Competências e habilidades da Física. (Páginas 14 e 15).
- Tabela 3 – Dimensões Newtonianas básicas e Taxonomia alternativa. (Páginas 23 e 24).
- Tabela 4 – Livros didáticos de Física selecionados pelo MEC.(Páginas 30 e 31).

SUMÁRIO

1 Introdução

2 Física no Ensino Médio

2.1 Os PCN e o ensino de Física

2.2 Novas abordagens curriculares para o Ensino Médio

2.3 A teoria sociointeracionista de Vygotsky

2.4 A formação de professores

3 O movimento das concepções alternativas

3.1 Uma breve revisão de literatura sobre as concepções alternativas

3.2 Concepções alternativas dos alunos sobre gravidade, força e peso.

3.3 O Movimento da Mudança Conceitual (MMC)

4 O livro didático no Ensino médio

4.1 O livro didático como recurso pedagógico

4.2 Os conceitos de gravidade, força e peso nos livros didáticos selecionados pelo MEC.

4.3 Física, volume I de Alberto Gaspar.

4.4 Universo da Física, volume I.

4.5 Física, volume único de Sampaio e Calçada.

4.6 Física, Ciências e Tecnologia, Volume I.

4.7 Física, volume I de Antonio Máximo e Beatriz Alvarenga

5 Conclusões e Considerações Finais

Referências

1 Introdução

O tema foi escolhido por se perceber que os alunos do ensino médio têm uma grande dificuldade em diferenciar os termos aceleração da gravidade, gravidade e peso. Grande parte dos estudantes, principalmente os da rede pública de ensino confundem estas definições, criando concepções alternativas que atrapalham seu processo de aprendizagem da Física.

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar os conceitos físicos de gravidade, força e peso presentes nos livros didáticos de Física selecionados pelo MEC (Ministério da Educação, antigo Ministério da Educação e Cultura) para uso no ensino médio.

Para tanto, elegeu os seguintes objetivos específicos:

- Buscar novas alternativas de ensino que tornem estes conceitos mais compreensíveis, reduzindo ou mesmo eliminando os equívocos conceituais e as interpretações dúbias que a maioria dos livros induz no aluno.
- Analisar se o livro está de acordo com os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais), e se dá margem a uma abordagem interdisciplinar do conceito, contextualizando e permitindo que se explore o conhecimento prévio do aluno.

No capítulo 1 será feita uma análise de como está sendo desenvolvido o ensino de Física no nível médio, comparando a prática pedagógica com as diretrizes legais e avaliando novas concepções e alternativas pedagógicas. Por fim neste capítulo será abordada a teoria sociointeracionista de Vygotsky.

O segundo capítulo trata das concepções alternativas dos estudantes, onde se fará um estudo a respeito do tema, em seguida serão aprofundadas as pré-concepções dos alunos sobre aceleração gravitacional e peso, encerrando com a teoria do Movimento de Mudança Conceitual (MMC)

No terceiro e último capítulo será visto o processo de formação de professores de Física para o Ensino Médio, as dificuldades, carências e possíveis soluções para os problemas quantitativos e qualitativos nesta formação. Serão analisados os conceitos de aceleração, gravidade e força peso dos livros didáticos de Física adotados pelo MEC, e seu grau de adequação a realidade educacional brasileira.

Nas considerações finais será feita uma síntese da atual situação do ensino de Física no Ensino Médio na qual serão apontadas as principais falhas no material didático (livros) utilizados e sugeridas soluções possíveis para os problemas detectados.

2 Física no Ensino Médio

2.1 Os PCN e o ensino de Física

Os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) foram criados frente às atuais mudanças no contexto mundial: a globalização, surgimento de novas tecnologias, avanço da informática e da comunicação e principalmente mudanças profundas no sistema produtivo mundial, que passaram a exigir da escola uma maior integração ao mundo contemporâneo formando cidadãos preparados para a vida e o trabalho.

A base legal que lastreia os PCN é a LDB N° 9394/96 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação), que propôs um novo perfil curricular, que foi discutido e aprofundado por um conjunto de educadores de todo País, sendo fundamentado em competências básicas que são necessárias para inserir os jovens na vida adulta e no mercado produtivo.

Antes dos PCN o ensino era compartimentado, descontextualizado e baseado no acúmulo de informações. Com os PCN houve uma grande mudança causada pela busca de dar significado ao conhecimento escolar. Com isso a nova proposta é que o ensino seja contextualizado, amplo (não compartimentado), e interdisciplinar, favorecendo o raciocínio e a capacidade de aprender do aluno.

Os PCN se inserem em um projeto de reforma do ensino médio, que possibilite um maior desenvolvimento social através da priorização da educação. Neste contexto os PCN assumem duplo papel: o de reforma curricular e o de novas abordagens metodológicas.

Os principais fatores que levaram a reformulação do ensino médio foram: o fator econômico que definiu uma ruptura tecnológica conhecida como terceira revolução técnica industrial e a revolução da informática causadora de mudanças radicais na informação e no conhecimento, acelerando as inter-relações mundiais e a divulgação de novas descobertas. A respeito deste tópico o próprio documento traz a seguinte afirmação:

As propostas de reformulação curricular para o ensino médio se pautam nas constatações sobre as mudanças no conhecimento e seus desdobramentos, no que se referem à produção e as relações sociais de um modo geral. (PCN, 2000, p. 5).

Os PCN incorporam em suas diretrizes básicas as quatro premissas apontadas pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) como eixos orientadores da educação moderna: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser. O quadro 1 apresenta as descrições para cada uma das premissas da UNESCO.

Quadro 1- Premissas da UNESCO

Premissas (UNESCO)	Descrição
Aprender a conhecer	A educação deve ser geral e ampla, permitindo posterior aprofundamento de áreas específicas do conhecimento. Possibilitando ainda a compreender a complexidade do mundo em que vivemos, podendo assim o educando desenvolver possibilidades pessoais e profissionais que lhe garantam uma vida digna.
Aprender a fazer	Estimular o surgimento de novas aptidões no aluno, desenvolverem suas habilidades permitindo enfrentamento de situações adversas. Priorizar a prática como uma aplicação da teoria
Aprender a viver	Promover a percepção no aluno de sua interdependência social. Possibilitando a capacidade de gerenciar conflitos surgidos das relações inter e intrapessoal.
Aprender a ser	Visa o desenvolvimento pessoal em sua totalidade, fomentando o senso crítico e a capacidade de análise e decisão no educando.

Os PCN estão organizados numa coleção de quatro volumes constando de:

- I. Bases legais.
- II. Linguagens e Códigos e suas tecnologias.
- III. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.
- IV. Ciências Humanas e suas tecnologias.

A Física está inserida na área Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, juntamente com a Química, a Biologia e a Matemática. As habilidades básicas e competências específicas definidas para esta área devem garantir um ensino científico e tecnológico amplo, garantindo a formação do cidadão no seu sentido universal e não somente profissional.

As competências e habilidades definidas para a Física são as seguintes:

Quadro 2 - Competências e habilidades da Física

Competências	Habilidades
Representação e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender código e símbolos físicos e manuais de instalação e utilização de aparelhos. • Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para expressão do saber físico. • Traduzir e discriminar as linguagens matemáticas e discursivas. • Utilizar corretamente a linguagem Física e sua representação simbólica. • Conhecer fontes de informação relevantes e a forma de obtê-las. • Saber interpretar notícias científicas. • Elaborar sínteses ou esquemas estruturais dos temas Físicos.
Investigação e compreensão	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a capacidade de investigação física. • Classificar, organizar, sistematizar. • Identificar regularidades, observar, estimar ordens de grandeza, fazer hipóteses, testar. • Compreender o conceito de medir. • Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar. • Identificar parâmetros relevantes. • Compreender e utilizar leis e teorias físicas. • Compreender a Física do dia a dia, e nos aparelhos e procedimentos tecnológicos. • Descobrir como funcionam os aparelhos. • Saber resolver situações problema. Prevê avaliar e analisar previsões. • Articular o saber físico com outras áreas científicas.
Contextualização sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> • Entender a Física como uma construção humana com dimensões histórica, social, político e econômico. • Reconhecer a importância da Física nos processos produtivos. • Entender o avanço tecnológico e sua relação com o avanço do conhecimento científico.

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Relacionar o conhecimento Físico com outras formas de cultura humana. • Ser capaz de emitir juízos sobre situações sociais envolvendo o conhecimento científico e tecnológico. |
|--|---|

Uma das preocupações básicas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) com relação ao ensino de Física no primeiro ano é a abordagem da mecânica clássica com suas leis de movimento. Historicamente vemos a preocupação do homem em buscar esclarecer este aspecto das ciências naturais. Desde a *physis* grega até os dias de hoje parece que o movimento e suas leis têm admirado o homem. Newton percebeu este fato, tanto que o citou na sua obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos de Filosofia Natural):

Como os antigos consideravam a Ciência da mecânica da mais alta importância na investigação das coisas naturais, e os modernos, rejeitam formas substanciais e qualidades ocultas, empreenderam a sujeição dos fenômenos da natureza as leis matemáticas, eu neste tratado cultivei a Matemática no quanto se relaciona com a Filosofia (natural). Os antigos consideravam a Mecânica sobre dois aspectos: como racional, que prossegue exatamente por demonstração e prática. À Mecânica prática pertencem todas as artes manuais, das quais a mecânica recebeu o seu nome. Mas como os artífices não trabalham com precisão exata, sucede que a Mecânica é tão distinta da Geometria que o que é perfeitamente exato é chamado geométrico; o que é menos assim é chamado mecânico. Contudo os erros não estão na arte, mas nos artífices. Aquele que trabalha com menos precisão é um mecânico imperfeito; e se alguém pudesse trabalhar com perfeita exatidão, esse alguém seria o mais perfeito mecânico de todos... (NEWTON, 1687, p. 1)

O movimento nos fascina de tal forma que um dos livros mais sagrados da humanidade o menciona no momento da Criação do universo. Segundo a Bíblia, no livro de Gênesis, capítulo primeiro no primeiro versículo temos a afirmação: “No princípio a terra era informe e vazia. E havia trevas sobre a face do abismo; e o Espírito de Deus se movia sobre as águas.” O fato é que ainda hoje a Física está fundada no movimento, na Mecânica, na dinâmica das coisas. E o estudo da Mecânica clássica de Newton continua sendo um conteúdo dominante nas escolas de educação básica.

2.2 Novas abordagens curriculares para o Ensino Médio.

Embora haja esta preferência pelo ensino da mecânica sua aprendizagem ainda enfrenta sérias dificuldades devido a equívocos interpretativos que limitam e dificultam o entendimento de seus conceitos. Rocha *et al.* (2002) afirmam que as leis de Newton são geniais por sintetizarem em poucas linhas milênios de conhecimento humano e saberes científicos. No entanto, a didática moderna erra quando tenta imprimir um sentido de simplicidade ao tema. Para eles os professores cometem um equívoco ao pensar que os conceitos de massa, inércia e força são intuitivos e naturais. Isto provoca equívocos no estudo da mecânica. Segundo os autores em questão Einstein ficou impressionado com a quantidade de conceitos newtonianos que só foram aprofundados devidamente no século XX.

Neves (2000) caracteriza a história do conceito de força (um dos conceitos newtonianos básicos) como longa e controversa, levando a uma multiplicidade de outros conceitos que se confundem. Para embasar sua afirmação o autor deste artigo cita o seguinte texto de Poincaré:

Mas não preciso de uma definição da força: a ideia da força é uma noção primitiva, irreduzível, indefinível. Todos sabemos que coisa ela é, temos uma intuição direta dela. Ela deriva da noção de esforço, que nos é familiar desde a infância, mas quando também, tal intuição nos fizesse conhecer a verdadeira natureza da força, ela seria sobretudo o fundamento da Mecânica, e, em consequência, inútil. Aquilo que conta não é saber que coisa é a força, mas saber medi-la. (NEVES, 2000, p. 243)

Assim é preciso mudar paradigmas, que permitam ao aluno uma melhor visualização do problema e torne o aprendizado mais prazeroso. Maciel (2005) afirma: “nós educadores, precisamos aprender a receber nossos alunos, pois o ambiente prazeroso facilita muito o processo de ensino e aprendizagem” (p. 10).

O físico Marcelo Gleiser em entrevista a revista *Nova Escola* (2005) defende uma estratégia de ensino de ciências emocionante, que abra novas fronteiras para os alunos, novas possibilidades. Para ele o ensino deve ser apaixonante, instigante, que des-

parte a curiosidade natural do aluno. Para isto o ensino de ciência deve ser lúdico, devemos brincar de aprender, mistificar o aprendizado, para ele, em alguns momentos, é benéfico.

Lopes (1988) postula a necessidade de aulas práticas baseadas no método científico que deve acompanhar o experimento em todas as suas fases (início, durante a prática e após esta no momento das conclusões). Defende ainda a aplicação de um relatório e roteiro que devem conter os métodos aplicados, o material utilizado, as etapas do experimento, as sugestões e observações do professor, as questões a serem analisadas e também uma bibliografia básica e de fácil acesso. Os resultados obtidos desta maneira segundo o autor foram bastante satisfatórios já que os estudantes, além de compreenderem, foram capazes de interpretá-lo e tratar matematicamente e fisicamente os dados obtidos.

Segundo Araújo e Abib (2003) a educação deve se voltar para a participação plena dos indivíduos envolvidos no processo, capacitando-os a entender os conceitos de forma plena e deste modo poderem se inserir nas novas tecnologias e compreender seus avanços. Assim o saber será construído de forma consciente e responsável. Isto é conseguido com uma estratégia de ensino fundada em atividades experimentais. Os autores ainda enfatizam que estas atividades já foram bastante estudadas em seus diferentes contextos e aspectos, revelando uma variedade significativa de tendências e possibilidades. Porém, a abordagem tradicional se limita a demonstrações laboratoriais onde se reproduzem respostas predefinidas que confirmam uma teoria. Falta então a liberdade experimental criadora, que constrói o conhecimento, dando maior embasamento conceitual.

Galiazzi *et al.* (2001) ao investigar os objetivos das atividades experimentais aplicadas ao ensino médio e suas possibilidades, utilizando como método uma pesquisa coletiva vem concordar com Araújo e Abib (2003) quanto as críticas às falhas ocorridas na experimentação tradicional, ainda muito arraigada a concepções empíricas. Enquanto Araújo e Abib (2003) se detiveram a problemática no ensino médio, Galiazzi *et al.* (2001) aprofundou a discussão a formação dos professores defendendo transformações no processo formativo destes, que incluam uma reflexão sobre as concepções dos mestres formadores e dos novos professores formados, feita através de um diálogo crítico pautado na leitura, na escrita e na argumentação que permita uma construção, destruição e reconstrução de conceitos.

Sobre esta problemática da formação de professores Borges (2005) afirma que o problema não se restringe só a quantidade de formandos, mas também a qualidade do processo formativo. Persiste o problema qualitativo e quantitativo, sendo necessário melhorar a estrutura do processo, tornando-o mais atrativo aos estudantes do ensino médio e ao mesmo tempo permitindo uma formação adequada.

Morais, Ramos e Galiazzi (1999), citado em Galiazzi *et al* (2001) definem o processo experimental como sendo multiclínico e dividido em três etapas básicas: o questionamento, a construção argumentativa e a validação dos resultados. Embora se façam várias críticas aos atuais métodos de experimentação, esta ainda continua sendo uma ótima solução para facilitar o processo ensino-aprendizagem tanto na formação de professores como no ensino médio. Mas, para isso, é preciso um maior envolvimento tanto dos alunos como dos professores, vendo o processo em sua totalidade. Ambos devem utilizar seu conhecimento prévio como ponto de partida na construção de uma nova argumentação ou na contra-argumentação.

Esta questão de conhecimento prévio também foi defendida por Erthal e Gaspar (2006), que a vêem como necessária para iniciar um desenvolvimento experimental e que também reiteram as críticas ao processo tradicional. Para eles falta uma proposta didática consistente que viabilize a transposição da experimentação atual para um nível compatível à capacidade dos alunos do ensino médio.

Assim, defende uma teoria sócia pedagógica inspirada em Vygotsky, descrita em uma dissertação de mestrado de Monteiro (2002), citada em Erthal e Gaspar (2006), que prevê as atividades experimentais um duplo papel: ilustrar e facilitar a absorção dos conceitos e desencadear interações sociais (professor/aluno) que possibilitem a fixação destes conceitos. Este método se faz por meio de uma sondagem sobre o nível de conhecimento dos alunos, para posterior utilização no processo construtivo do conceito abordado na sondagem. Isto permite a elaboração de novas estratégias mais adequada ao nível de cada turma onde se aplica o método.

O conhecimento prévio do aluno será tanto maior quanto mais contato ele tiver com o tema em estudo. Partindo desta premissa é que Schroeder (2007) afirma que um fator que pode minimizar os problemas de aprendizagem de Física no ensino médio seria a introdução desta disciplina já nas quatro séries iniciais do ensino fundamental, o que

reduziria o preconceito sobre a matéria, aumentaria o conhecimento prévio do aluno e permitiria uma maior familiaridade com o método científico e com a experimentação.

Schroeder (2007) ainda propõe que este ensino seja dividido em duas etapas, a primeira aplicada às séries iniciais do ensino fundamental e com objetivo de desenvolver o senso crítico do aluno, incentivá-lo a interagir com o meio e com os colegas e a observar os fenômenos; no segundo momento já nas séries finais do ensino fundamental a preocupação seria mais acadêmica, utilizando o aprendizado anterior no processo de construção dos conceitos. Isto facilitaria bastante a aplicação da experimentação, uma vez que foge do convencional e torna o aluno agente dinâmico na construção de seu saber físico e científico.

Barbosa, Paulo e Rinaldi (1999) tratam do ensino de Física experimental no ensino médio e suas concepções ratificam tudo que já foi exposto até aqui e ampliam o debate. Eles detectaram em seu trabalho que o formalismo matemático muitas vezes atrapalha o processo de aprendizagem, causando dificuldades nos alunos em elaborar os conceitos básicos e abstrair os modelos científicos. Assim defendem que a orientação mais correta seria a aplicação de experimentos que permitam ao aluno a construção dos conceitos a partir de seu conhecimento prévio e daí superar as barreiras das concepções espontâneas e/ou alternativas chegando a um saber científico mais elaborado. Estes experimentos, além de contemplar o conhecimento prévio do aluno, devem também considerar o seu grau de cognição.

Os resultados obtidos por Barbosa, Paulo e Rinaldi (1999) revelam a importância do conhecimento anterior do aluno no processo de experimentação. Indicam que esse processo se desenvolve melhor dentro de uma concepção construtivista que possibilita a transformação das concepções espontâneas e/ou alternativas em conceitos científicos claros. Isto torna essa experimentação de caráter universal, e faz com que possa ser aplicada em qualquer situação análoga desde que se respeite a realidade escolar do aluno, suas condições socioculturais e seu grau de cognição.

A principal dificuldade para a imediata mudança dos métodos experimentais atuais no ensino da Física segundo Barbosa, Paulo e Rinaldi (1999) está na atitude dos professores, pois essa mudança passa prioritariamente por eles, “o árbitro final de quaisquer mudanças que ocorram” (p. 117). Apesar disso defendem a possibilidade de uma mudança gradual.

A partir dos resultados obtidos se vê que a experimentação adequadamente aplicada a cada realidade escolar e contextualizada em situações reais de ensino, favorece o aprendizado e permite ao aluno a construção de conceitos de forma mais consistente, reduzindo ou mesmo eliminando a necessidade de abstração na visualização do fenômeno.

Vieira e Nascimento (2007) concordam em seu trabalho com Erthal e Gaspar (2006) quanto à visão construtivista de Vygotsky e com Barbosa, Paulo e Rinalde (1999) em relação ao grau de cognição dos alunos. Eles consideram já consolidada a visão de que o entendimento do processo de aprendizagem em sala de aula depende do conhecimento e domínio dos mecanismos de comunicação professor/aluno em sua perspectiva sociocultural, onde a linguagem adquire importância fundamental como canal de expressão do pensamento.

Na visão construtivista de Vygotsky essa linguagem é considerada um sistema simbólico internamente articulado por regras e compartilhado por um grupo de pessoas, permitindo assim que estas interajam entre si, favorecendo os processos argumentativos prioritários ao estudo e análise dos fenômenos que devem ser estudados especialmente quando este estudo se baseia em experimentações.

Além dessa ênfase ao processo de comunicação Vieira e Nascimento (2007) em concordância com Barbosa, Paulo e Rinalde (1999) como já foi mencionado defendem a importância da cognição no processo de aprendizagem, uma vez que ela possibilita a coordenação das ideias que levam a uma argumentação lógica que pode fomentar a elaboração de conceitos mais complexos.

Sobre estas mudanças do tradicional para o construtivismo cognitivo ainda de acordo com Barbosa, Paulo e Rinalde (1999) afirmam que isto depende do tipo de formação dos professores, eles é que têm a prerrogativa de tornar este novo paradigma possível. A conclusão do trabalho de Vieira e Nascimento (2007) aponta o professor como o mediador/facilitador do processo argumentativo, ora agindo de modo avaliativo (ouvindo e ponderando), ora de modo elucidativo (explicando, orientando e dirigindo o processo).

2.3. A teoria sociointeracionista de Vygotsky

O psicólogo Lev Vygotsky (1896 – 1934) era defensor do papel da escola e do professor no processo de desenvolvimento mental e aprendizagem da criança. Sua teoria sociointeracionista é uma das mais estudadas pela pedagogia moderna ao lado da teoria da epistemologia genética do biólogo Jean Piaget.

Vygotsky nasceu na Rússia dos czares e acompanhou de perto como estudante e intelectual as mudanças profundas causadas em seu país pela revolução bolchevique de 1917. Período de efervescência intelectual que conduziu a uma abertura artístico-cultural que incentivou o surgimento de pensamentos científicos inovadores. Após a revolução a prioridade russa era promover políticas educacionais eficazes e abrangentes e é neste cenário extremamente favorável que Vygotsky desenvolve suas pesquisas. Porém sofreu graves represarias e perseguições na fase seguinte da revolução socialista quando o ditador Josef Stalin chega ao poder em 1924. Embora seguisse a dialética marxista no desenvolvimento de sua teoria de aprendizado foi duramente criticado por não mencionar as lutas de classe como era praxe na produção científica soviética naquele período. Em 1936 dois anos após sua morte, toda sua obra foi censurada por Stalin permanecendo assim por 20 anos.

Vygotsky valorizou bastante o papel do professor como incentivador e agente do desenvolvimento psíquico da criança. No entanto defendia a ideia de que embora o desenvolvimento se pautasse em um maior aprendizado isto não indica uma quantidade enciclopédica de conteúdo a ser ministrado. O importante para a criança é apresentar as formas de pensamento compatíveis com sua condição de absorvê-las.

Vygotsky elaborou uma teoria baseada em critérios histórico-culturais que enfatiza a cultura como formadora da consciência humana e geratriz da atividade do sujeito. Esta teoria traz ainda uma concepção construtivista que valoriza a contextualização e interdisciplinaridade do conhecimento como forma de criar ambientes de aprendizagem significativos.

O conhecimento nesta perspectiva deve partir do conhecimento prévio do aluno, que deve ser trabalhado de forma contextual e no nível do grau de desenvolvimento mental dos alunos. Os conteúdos assim desenvolvidos devem ter dimensões conceituais, factuais, procedimentais e atitudinais, com sistema de avaliações contínuas ao longo de todo o processo ensino-aprendizagem visando o desenvolvimento global do aluno.

Vygotsky valorizava sobremaneira as relações sociais no desenvolvimento da aprendizagem o que denominou de socioconstrutivismo ou sociointeracionismo. Sua teoria se opõe, de certa forma, a teoria de conhecimento de Piaget, no entanto, alguns eruditos contemporâneos defendem a possibilidade de conciliação entre estas duas teorias, considerando que ambas admitem que o desenvolvimento humano depende de sua relação com o meio. A diferença é que Piaget afirma que as relações sociais dependem da formação de estruturas interiores capazes de assimilar e desenvolver o conhecimento enquanto Vygotsky defende que a relação social é quem desenvolve estas estruturas. Para ele o homem modifica o ambiente e este modifica o homem, o que chamou de experiência pessoalmente significativa.

As funções psicológicas elementares se caracterizam como reflexos do meio, já os processos psicológicos superiores são mais complexos diferenciando o homem de outros animais, por isso só se formam e se desenvolvem pelo aprendizado.

O ser humano nasce com condições biológicas de se desenvolver mais isso só ocorre se houver interações sociais com pessoas mais velhas. Isto induz a outro conceito chave de Vygotsky, qual seja, a mediação que afirma que toda relação individual com o mundo se faz por meio de instrumentos técnicos que mediam o aprendizado o que torna o papel da escola e do professor fundamentais e mais importante que na concepção de Piaget, por exemplo. Assim defende que o primeiro contato da criança com novas atividades, habilidades ou informações deve ser mediado por um adulto que irá possibilitar que a criança “se aproprie” deste novo saber tornando-o a seguir voluntário e independente. O que mostra a perspectiva de que o aprendizado não está totalmente subordinado ao intelecto da criança, mas um se relaciona com o outro provocando “saltos de conhecimento”.

A capacidade de a criança desenvolver uma competência com os adultos foi definida no sociointeracionismo como a zona de desenvolvimento proximal que é o caminho intermediário entre o que a criança consegue fazer sozinha e o que ela já está próxima de conseguir individualmente.

Segundo Cunha e Lima (2004) mais do que de aulas expositivas as pessoas precisam de estímulos constantes para se desenvolver, criando assim novas alternativas de ensino alinhadas as teorias de Vygotsky e Piaget. Embora reconheçam também as controvérsias entre os dois pensadores e se detenham na visão sociointeracionista das funções psicológicas superiores inatas surgidas das relações sociais dos indivíduos e se

internalizam através da cultura e do comportamento individual do aluno o que é bem diferente dos processos psicológicos elementares das crianças e dos animais.

Cavalcante (2005) vai se deter a metodologia sociointeracionista do desenvolvimento psicológico superior, afirmando ser esta metodologia alicerçada na dialética e no senso comum de que consciência e comportamento não podem ser dissociados, sendo uma totalidade unificada. O que nos leva a busca do desenvolvimento psicológico do indivíduo através de experiências socioculturais. Assim o desenvolvimento é visto como não intrínseco ao indivíduo e não linear, valendo-se de processos de mediação e internalização. A mediação se caracteriza por relações individuais com indivíduos mais experientes e a internalização seria um processo de reconstrução interna do saber, fundamental ao desenvolvimento psicológico superior, sendo processado de fora para dentro, ou seja, do interpessoal ao intrapessoal.

Rabello e Passos (2009) estudaram as ZDP (Zonas de Desenvolvimento Proximal), que seria segundo a leitura de Vygotsky a distância entre o nível real de desenvolvimento e a capacidade do indivíduo de solucionar problemas com ajuda de um parceiro mais experiente. A aprendizagem ocorreria nesta zona e seria um processo indissociável das relações sociais, sendo a função do educador e da escola favorecer a ampliação desta zona servindo de mediador entre a criança e o mundo.

Conclui-se que a teoria sociointeracionista de Vygotsky é uma teoria social que valoriza bastante as inter-relações pessoais e o papel do professor como fomentador do aprendizado que ocorre em uma zona limítrofe criada pelas trocas de experiências entre indivíduos.

2.4 A formação de professores

Os principais problemas educacionais já são bastante conhecidos e vêm sendo discutidos há muito tempo. Os diagnósticos apontam três causas básicas para esses problemas: a má formação dos professores, o não cumprimento das normas e currículos e a utilização de métodos ultrapassados de ensino.

Penha (2004) traz um breve histórico desta situação, através de um estudo das teorias e métodos educacionais de ensino de Física mais utilizados. Neste estudo foi detectado um grande desenvolvimento dessas técnicas de ensino ao longo do tempo, porém, os autores consideraram este desenvolvimento inexpressível por não terem aplicação pedagógica prática. Esta deficiência na prática das técnicas desenvolvidas se deve a barreiras político-econômicas, sociais e até problemas de formação dos educadores. Com isso esses estudos se revelaram insuficientes para solucionar os problemas educacionais. Pena ainda verificou que a falta de uma visão construtivista do processo de ensino tem agravado os problemas educacionais e de formação de professores, principalmente nas áreas ligadas às ciências.

Os educadores que atuam na área de ciências na sua maioria acham o construtivismo desvantajoso no processo de formação do aluno, pois para eles o custo-benefício desta técnica é praticamente nulo uma vez que há uma grande demanda de tempo na construção de cada conceito.

Para Schroeder (2007) um fator minimizador das dificuldades de ensino de Física seria a introdução desta disciplina já nas quatro séries iniciais do ensino fundamental. O que reduziria os preconceitos contra a disciplina e ajudaria a desmistificá-la. O ensino de Física na visão de Schroeder (2007) deveria então assumir dois momentos bem distintos: o primeiro seria nas séries iniciais do ensino fundamental onde teria a finalidade de desenvolvimento do senso crítico do aluno e de incentivar sua interação com o meio e com os colegas. Já o segundo momento ocorreria no ensino médio e teria uma preocupação mais acadêmica e até de formação para o vestibular.

Camargo e Nardini (2007) diagnosticaram a carência de professores capazes de promover a inclusão de alunos com necessidades especiais, sobretudo na área da Física. Esta constatação se baseou em um estudo feito junto a alunos da cadeira de Prática de Ensino de Física do curso de licenciatura da UNESP (Universidade Estadual de São Paulo). A metodologia desta pesquisa consistiu em uma proposta aos referidos alunos de montarem um programa de aula de óptica para alunos com deficiência visual, tendo como resultado a constatação do total despreparo dos futuros professores de abandonarem a metodologia tradicional que vincula a óptica à percepção visual dos fenômenos, ficando patente a falha no processo de formação de professores no tocante a inclusão na escola.

Pode-se ver que os problemas educacionais não se restringem só a questões didáticas e metodológicas, se estendendo a questão formativa dos educadores. E quando se fala de formação entenda-se que não é só o aspecto qualitativo, mas também o aspecto quantitativo vem deixando muito a desejar.

Segundo Borges (2006) o ensino de Física carece de cursos de licenciatura que formem mais professores e com melhor qualidade na sua formação, diz ele:

... se por um lado precisamos aumentar a quantidade de professores formados, por outro isso não é suficiente: precisamos mudar a qualidade dos professores formados. Formar mais e formar melhor!.(p. 135).

Angotti (2006) tem o mesmo pensamento em relação ao problema formativo dos educadores, defendendo uma melhor formação dos licenciados através de uma nova proposta que inclui maneiras alternativas que visem sanar o problema. Entre as suas sugestões está a de uma nova concepção de educação à distância.

A proposta de educação a distancia de Angotti (2006) baseia-se em uma experiência deste tipo realizada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), onde eram mescladas aulas a distância com alguns momentos onde se realizavam aulas presenciais. Este método também é apoiado por Brito (2004) que aponta como causas da má formação dos educadores além dos problemas estruturais e metodológicos já descritos anteriormente as deficiências de aprendizagem acumuladas pelos alunos ao longo da sua vida estudantil. Esta afirmação tem como base a experiência do autor em ministrar cursos de Física básica para professores de Ciências.

Esta experiência de Brito (2004) além de lhe conferir conhecimento de causa sobre as deficiências dos educadores lhe permitiu desenvolver um novo método de ensino de Física baseado em temas, o que torna o aprendizado modular permitindo aos alunos se deter mais nos temas onde têm maior dificuldade e com isso pode reduzir os *déficits* de aprendizado anteriores.

Penha (2004) se ateve ao levantamento de dados sobre o processo de formação de professores de Física e o mapeamento da oferta e procura destes profissionais, tomando como base um estudo de caso realizado na região serrana do Rio de Janeiro, onde obteve dados compatíveis com a realidade do restante do país. Em sua pesquisa

ele constatou a dificuldade da Secretaria de Educação do Rio de Janeiro em cumprir as diretrizes da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação) por falta de mão de obra qualificada, ou seja, falta de licenciados na área de Física e outras ciências. Segundo o pesquisador a razão disto está na desvalorização da profissão de professor e nos baixos salários da categoria, o que tem levado possíveis docentes a buscarem graduações em áreas afins mais lucrativas e de maior *status*, como as engenharias e bacharelados.

Um problema na formação de professores de Física foi detectado por Brito (2004) que diagnosticou uma falta de preparo dos futuros docentes nas séries anteriores a sua graduação. Muitos deixam o ensino médio com enorme *déficit* de aprendizagem, principalmente em Matemática e Português, duas matérias básicas para o bom desenvolvimento de conceitos básicos da Física. Nesta visão o problema seria cíclico, onde profissionais mal preparados repassam suas carências às novas gerações e assim por diante.

Assim as soluções dependem de uma reestruturação dos cursos de licenciatura, criação de novos cursos a distância com atuação diferenciada que garantam o aumento da oferta de cursos de licenciatura com qualidade. Este tipo de oferta é defendida por Angoti (2006) que fundamenta sua argumentação em várias experiências desenvolvidas pela Universidade de Santa Catarina onde são utilizadas estratégias diferenciadas para o ensino a distância: Como momentos em se aplicam aulas presenciais onde há um maior contato do aluno com os professores e com a instituição de ensino e ainda a utilização de salas de bate papo e outros recursos digitais e virtuais que favoreçam a troca de experiências dos alunos entre si e com os professores.

O principal nesta busca de qualificação de professores e melhoria nas técnicas de ensino é que as novas propostas sejam aplicáveis na prática, não sejam meramente retóricas ou utópicas, com bem salientado por Penha (2004) que verificou que o número de estudos na área era muito grande mais em sua maioria eram inviáveis na prática, seja por carência econômica ou por problemas socioculturais. Portanto, precisamos de estudos com aplicação prática e de curto prazo, o que demanda vontade política e mudança de atitude dos gestores públicos e dos órgãos de educação e vontade de mudar por parte dos licenciados.

Brito (2004) apresenta um novo método que propõe alternativas viáveis e uma nova organização curricular para ensino de Física. Esta proposta aponta para o ensino por temas, o que segundo seu idealizador dinamiza o aprendizado e reduz as dificuldades

dos alunos na absorção dos conceitos uma vez que reduzem os problemas de carência na formação inicial dos futuros professores.

A formação de professores de Física bem como o ensino desta disciplina tem grande importância no processo educacional como um todo por ser esta matéria essencial para a formação do senso crítico dos alunos e desenvolvimento de seu raciocínio lógico. Esta não é somente mais uma matéria cobrada no vestibular, mas alarga os horizontes intelectuais dos estudantes. Para Kawamura e Hosoume (2003) a Física desenvolve habilidades e competências que permitem o pleno desenvolvimento intelectual e social do aluno, enfatizando a visão de interdisciplinaridade e multidisciplinaridade.

Schroeder (2007) reconhece a importância da Física já nas séries iniciais do ensino fundamental como instrumento de favorecimento de interpelações pessoais e com o meio ambiente ampliando o raciocínio dos alunos.

Por tudo o que foi mencionado a conclusão óbvia é que o processo de formação de professores e conseqüentemente todo o processo de ensino de Física estão ultrapassados, carecendo de novos paradigmas capazes de motivar alunos e professores e que favoreçam a inclusão social de pessoas com deficiências tanto físicas como de aprendizagem. Mas isto só é possível com uma mudança de postura frente à realidade atual. É preciso que as pessoas percebam a importância do ensino de Física e seus benefícios sociais. Só assim poderá haver uma valorização da profissão de professor que irá refletir na remuneração e no status profissional atraindo mais candidatos as licenciaturas.

3 O movimento das concepções alternativas

3.1. Breve revisão de literatura sobre as concepções alternativas

Pertile, Teixeira e Garcia (2000) afirmam que explicações de fenômenos científicos baseados no senso comum conflitam com o saber científico elaborado. Os alunos necessitam visualizar os fenômenos para internalizá-los. Assim a experimentação seria a ferramenta adequada para transformar as concepções alternativas em concepções científicas.

Os autores citados salientam em seu estudo o fato de os alunos desenvolverem raciocínios sobre fenômenos físicos desde a infância, procurando explicar o mundo que o cerca. Ao chegar à escola têm de assimilar outros conceitos ditos científicos que devem internalizar; com isso criam uma situação ambígua onde na escola usam o saber científico elaborado e em outras situações aplicam suas concepções alternativas conforme afirmam também Menino e Correia (2000).

Pertile, Teixeira e Garcia (2000) ainda fazem uma crítica severa aos livros de didáticos que segundo a sua visão trazem definições que reforçam muito o senso comum e não abrem espaço para que estas ideias evoluam para um saber científico aceitável. Detectaram uma analogia entre a construção das concepções alternativas e a formação do pensamento aristotélico, tendo ambos um tão grande poder explicativo e de convencimento que geram dificuldades no aprendizado escolar. Uma vez que explicam corretamente muitas questões embora estas explicações sejam superficiais e ao serem aprofundadas se contradizem.

Voltando a Menino e Correia (2000) e as suas ideias de coexistência das duas teorias - a alternativa e a científica - no estudante, estes autores defendem a utilização das concepções alternativas do aluno como ponto de partida para o processo de construção do conhecimento e afirmam ser o professor o responsável pela condução desta transição.

As crianças trazem para a escola verdadeiras construções mentais de mundo que as norteiam e são baseadas em suas experiências cotidianas. Assim o trabalho do professor deve ser orientado a transformar estas pré-concepções em um campo onde se possa embasar um novo conhecimento elaborado e não deixar que se torne uma barreira ao aprendizado.

Este trabalho educacional fundamentado na exploração das concepções prévias do aluno supõe uma mudança conceitual do ensino que não deve se restringir somente aos conteúdos, mas deve incluir uma ruptura do próprio pensamento acadêmico que deve ser lenta e gradual.

Giorgio, Concari e Pozzo (2005) afirmam que o construtivismo é a teoria pedagógica que melhor se enquadra a um processo educacional baseado no conhecimento prévio do aluno ou nas concepções alternativas formuladas por eles, uma vez que esta teoria prevê que o aprendizado ocorre mediante uma construção ativa do conhecimento baseada no conhecimento prévio do aluno. Apesar desta constatação os autores perceberam que não foram encontradas propostas bem definidas que pudessem ser usadas para desenvolvimento desta nova linha pedagógica, sendo necessário então aprofundar esta descrição a ponto de se criar um marco teórico que enseje a quebra dos antigos paradigmas e se criem novos que comportem as concepções alternativas.

3.2. Concepções alternativas dos alunos sobre gravidade, força e peso

Giorgio, Concari e Pozzo (2005) analisaram detalhadamente pré-concepções sobre corpos em movimento, verificando a existência de variados métodos e procedimentos usados no ensino da mecânica. Viram ainda que estas técnicas eram, muitas vezes, individuais e dependentes do raciocínio de quem as criou. Ou seja, não há um consenso a respeito da metodologia didática para ensino da ciência mais especificamente do movimento e da força.

A ideia inicial que se tem é que os estudos ligados à mecânica estão esgotados, o que tem levado a restrição das discussões sobre o tema. Poucos autores atualmente se dedicam a questionamentos sobre este assunto. E mesmo os que se dispõem ao

tratarem a mecânica se prendem muito a definição de força, atrelando toda a dinâmica a este conceito, e propondo questões aos alunos que os induzam a uma resposta padrão que se limita ao conceito de certo e errado ou adequada e não adequada. O aluno não tem espaço para pensar, buscar entender, apenas repete uma resposta adequada e que lhe foi induzida.

Outro problema detectado por Giorge, Concari e Pozzo (2005) é a questão da linguagem; as palavras usadas em enunciados científicos muitas vezes diferem de seu significado cotidiano. O aluno deve ser alertado para este fato a fim de não interpretar equivocadamente os textos científicos e assim possa entender as explicações do professor e os enunciados dos livros didáticos.

A linguagem, muitas vezes, colabora de forma a enfatizar concepções alternativas por não ser bem interpretada pelos alunos. Fiolhais e Trindade (2009) perceberam que os conceitos criados com base nas concepções alternativas têm a mesma dinâmica do pensamento aristotélico.

Esta questão da formação e desenvolvimento das concepções alternativas é uma unanimidade entre os pesquisadores do tema, uma vez que todos concordam que este processo é ao mesmo tempo interno do homem e universal, tendo a mesma dinâmica da formação do pensamento aristotélico e da visão da *physis* inspiradora da Física moderna. Como é algo tão inerente a natureza humana pode ser usado como ponto de partida para a construção de um saber mais elaborado a exemplo do que aconteceu com Galileu e Newton que usaram o conhecimento existente em sua época como base de desenvolvimento de seus trabalhos revolucionários.

Silval, Silva e Mansor (2009) abordaram este assunto através da análise do movimento utilizando a teoria da “mudança conceitual”, muito difundida na década de 1980. Trata-se de um método de ensino-aprendizagem que busca confrontar as concepções alternativas do aluno com as concepções científicas elaboradas, gerando assim segundo Piaget uma *desequilíbrio*¹ e uma *acomodação*², fazendo o aluno construir um novo conhecimento científico elaborado e condizente com a realidade física. Este método requer do professor um conhecimento considerável da realidade dos seus alunos para

¹ Segundo Piaget é o processo que ocorre no indivíduo quando seu organismo não dispõe de estruturas de conhecimento a um nível que permita a assimilação direta de um evento.

² Atividade complementar a assimilação, se realiza quando os estímulos ambientais exigem mudanças estruturais do organismo a fim de serem incorporadas.

que possa promover o confronto de ideias (intuitivo x científico). O educador neste contexto tem de sondar o conhecimento prévio e as concepções pessoais do aluno e de sua comunidade, para desenvolver sua estratégia educacional.

A melhor maneira de abordar as concepções alternativas na educação e principalmente na área da Física é através de experimentação ou da formulação de questionamentos que desafiem o pré-conhecimento do aluno causando-lhe um conflito cognitivo³ que o levará a construção de um novo saber científico. Além disso, o aluno deve ser forçado a testar seu novo conhecimento verificando sua veracidade em várias situações problemas proposta.

Este campo de utilização das pré-concepções no ensino é vasto, havendo uma rica literatura internacional e brasileira que abordam o tema e buscam formular uma base teórica aplicável a nossa realidade.

Peduzzi (2001) citado em Silval, Silva e Mansor (2009, p. 2) afirma que as concepções alternativas não dependem de contextos locais, mas são universais. E as descreve como erros conceituais provenientes de ideias intuitivas e concepções espontâneas encontradas na maioria dos estudantes e com amplo poder de explicação de fenômenos, porém, diferem das ideias e concepções científicas elaboradas que deveriam ser aprendidas pelos alunos. As concepções alternativas são difíceis de serem mudadas por estarem arraigadas no inconsciente do aluno na parte mais profunda de nosso cérebro, tanto que é análoga ao pensamento aristotélico que iniciou o desenvolvimento científico atual.

Silval, Silva e Mansor (2009) propõe como base teórica para desenvolvimento de um método de ensino baseado nas pré-concepções do aluno: a aplicação do “Inventário dos Conceitos de Força” (ICF) em inglês “*Force Concep Inventory*” (FCI). Este ICF consiste em um questionário de 30 questões de múltipla escolha envolvendo temas da mecânica Newtoniana ou Clássica (Cinemática e Dinâmica.). Foi desenvolvido por David Orlin Hestenes e outros colaboradores em 1992 sendo bastante utilizado desde então por professores e pesquisadores da área.

O ICF tem como objetivo monitorar e acompanhar o processo de aprendizado dos conceitos da mecânica clássica nos seus vários níveis de ensino, funcionando como

³ Situação de conflito entre as estruturas de conhecimento adquiridas na vida cotidiana de cada um e as observações de fenômenos naturais que não conseguem ser explicadas satisfatoriamente a partir da base conceitual do cotidiano

uma ferramenta de avaliação de novas metodologias e de levantamento de dados sobre o, processo de ensino e das dificuldades enfrentadas pelos alunos. É estruturado de modo a confrontar em suas propostas de respostas aos questionamentos as ideias do senso comum com as concepções newtonianas estabelecidas. Se divide em seis dimensões conceituais básicas para o entendimento da força conforme a visão newtoniana e confronta as seis dimensões newtonianas básicas com seis classificações dos conceitos não newtonianos criados intuitivamente aos quais chamou “Taxinomia não newtoniana”.

A taxonomia ou classificação científica não newtoniana descreve os conceitos mecânicos clássicos a partir das ideias aristotélicas, que são intuitivas e naturais, ao mesmo tempo em que são universais e parece ser uma estrutura de ideias inerente à própria mente humana que cria um padrão geral de desenvolvimento do pensamento científico. Por isso se mostra como uma barreira ao desenvolvimento da educação e do saber científico elaborado.

O quadro 3 apresenta o confronto das seis dimensões newtonianas com a taxonomia não newtoniana.

Quadro 3 - Dimensões Newtonianas básicas e Taxonomia alternativa

As seis dimensões do ICF	As seis concepções não newtonianas
Cinemática: Velocidade diferenciada da posição. Aceleração diferenciada da velocidade. Aceleração constante. Trajetória parabólica, mudança de velocidade. Vetor adição de velocidade.	Cinemática: Não distinção entre a posição e a velocidade. Não distinção entre a velocidade e a aceleração. Velocidade como grandeza escalar. Sem direção nem sentido.
1ª lei de Newton: Sem força resultante, velocidade constante. Forças que se anulam.	Impetus: Impetus provido por pancada. Perda e restauração do impetus original. Dissipação do impetus, perda gradual do impetus durante o movimento. Impetus circular.
2ª lei de Newton: Força impulsiva. Força constante implicando aceleração constante.	Força ativa: Somente agente ativo exerce força. Movimento implica força ativa. Sem movimento implica ausência de força. Velocidade proporcional a força aplicada. Aceleração implica em aumento da força. Força causa aceleração para velocidade final. Força ativa se desgasta.
3ª lei de Newton:	Pares ação-reação:

Força impulsiva. Força constante.	Maior massa aplica uma força maior. Agente mais ativo produz maior força.
Princípio de superposição: Cancelamento de forças.	Concatenação de influências: Maior força determina movimento. Ajuste das forças determina o movimento. Última força atuante determina o movimento.
Tipos de força: Forças de contato: Força normal e força de atrito. Forças em fluidos – Resistência do ar. Forças de campo, forças gravitacionais, aceleração da gravidade independente do peso, trajetória parabólica.	Outras influências do movimento: Força centrífuga. Obstáculos não exercem forças. Massa faz os corpos pararem. Ocorre movimento quando a força supera a resistência. A gravidade é auxiliada pela pressão do ar. A gravidade é intrínseca a massa. Corpos mais leves caem mais rápido. Gravidade aumenta enquanto os objetos caem. Gravidade atua como o <i>impetus</i> que se desgasta.

A concepção espontânea de força ativa é atribuída a um agente ativo que só atua por contato, sendo um agente casual de movimento, ou seja, cria um *impetus* e o transfere a outros objetos. Essa compreensão causal do movimento vem da não compreensão da 2ª lei de Newton.

Quanto às concepções alternativas sobre ação e reação ocorre de uma interpretação errada do termo ‘interação’ entendido neste caso como um conflito de forças opostas. Com isso o aluno pensa que sempre o corpo de maior massa exercerá maior força. Visão razoável pela análise intuitiva dos conceitos, causando confusão no entendimento da ação e reação que passa a ser vista como o conceito de superposição. Os dois neste caso são vistos como um conceito único, ou seja, cotidianamente são vistos como sinônimos. Isto leva a outra confusão de termos: gravidade e peso passam a ser entendidos como sinônimos. Frente a tudo isso se vê a necessidade de uma nova abordagem didática que possibilite ao estudante superar suas concepções alternativas, para, a partir daí, construir um novo conhecimento científico elaborado.

Para Silval, Silva e Mansor (2009) a simples identificação das concepções alternativas por parte do próprio aluno não garante a mudança conceitual, é preciso muito mais que isso. Além da identificação, o aluno tem que estar preparado para transpor seu conhecimento prévio, substituindo-os por ideias científicas elaboradas. Porém, na prática são vários os exemplos nos quais as concepções alternativas sobrevivem ao processo

ensino-aprendizagem. Assim o aluno pode passar a conviver com os dois conceitos o alternativo e o científico, usando-os paralelamente em diferentes contextos ou situações. Embora os conceitos sejam na realidade conflitantes o aluno os considera complementares.

3.3. O Movimento da Mudança Conceitual (MMC)

O Modelo de Mudança Conceitual (MMC) é um dos principais modelos teóricos sobre ensino de ciências e com grande potencial como programa de pesquisa. Apesar disso não é bem conhecido no Brasil.

O principal pré-suposto do MMC é a existência de pré-concepções ou concepções alternativas dos alunos, sendo estas estáveis, parcialmente consistentes na mente dos alunos e muito útil na interpretação de fenômenos cotidianos. Arruda e Villani (1994) chamaram este conhecimento prévio de “conhecimento do senso comum”; segundo eles esse processo é tão importante que já foram mapeados modelos espontâneos em quase todas as áreas da ciência, principalmente na Física.

Uma das principais características das concepções espontâneas é sua resistência a mudanças, causa principal da dificuldade de aquisição do conhecimento científico. O que faz o aprendizado científico passar obrigatoriamente pela promoção de uma mudança conceitual do aprendiz. Arruda e Villani (1994) defendem a criação de condições favoráveis a que o aluno abandone suas concepções alternativas ou mesmo limite o seu uso forçando-o a utilizar concepções científicas aceitáveis.

Scott et al. (1992) citado em Arruda e Villani (1994) separam as estratégias de mudança conceitual em dois grupos: os baseados no conflito cognitivo e os baseados no desenvolvimento das ideias dos alunos (p. 88). No primeiro grupo o conflito é entre as estruturas cognitivas dos alunos e um evento discrepante. Já no segundo, o conflito ocorre entre duas estruturas cognitivas ligadas a uma mesma realidade. Existe também outra estratégia que usa o debate aluno-aluno ou aluno-professor visando o confronto de ideias do aluno com o ponto de vista científico.

Arruda e Villani (1994) afirmam que todo este processo de MMC se desenvolve a partir de conceitos individualistas pré-existentes no aluno os quais chamaram “ecologia conceitual”. Esta influencia grandemente a seleção de novos conceitos e teorias.

No MMC a “ecologia conceitual” forma outros subconceitos, que são:

- a) Anomalias: que influencia na formação conceitual, não permitindo o aluno se libertar do seu conhecimento alternativo.
- b) Analogias e metáforas: usadas como suporte ao desenvolvimento de novas ideias a partir de um esboço mental pré-determinado.
- c) Compromissos epistemológicos: ideias implícitas na mente do aluno sobre as boas explicações sobre um problema. Ideias estas que trazem características de um conhecimento aplicável.
- d) Crenças e conceitos metafísicos: que é um conhecimento prático obtido com base no saber comum.
- e) Outros conhecimentos se fazem no campo das teorias competitivas.

Ainda segundo os autores mencionados o modelo simplificado e a abrangência do MMC paradoxalmente são as causas das mais ferrenhas críticas ao modelo, inclusive da parte de seus próprios criadores: Strike e Posner (1985), citados em Arruda e Villani (1994). Eles defendem um modelo mais sofisticado que possa atender as seguintes exigências:

- a) Evitar a ideia de linearidade e pura intelectualidade do processo de mudança conceitual.
- b) Mostrar que as concepções conflitantes e a “ecologia conceitual” são complexas e dinâmicas, sofrendo modificações contínuas.

A base epistemológica do MMC também sofre críticas por ser considerada reducionista o que o torna insuficiente e até incapaz de promover o avanço do aprendizado em certos casos.

Uma nova perspectiva para o processo de mudança conceitual surgiu com o monitoramento das concepções prévias dos alunos, que deve ser usado na avaliação,

reconhecimento e reconstrução destas favorecendo o avanço da aprendizagem científica. Com essa perspectiva, o MMC assume papel de guia dos estudos científicos, eliminando algumas dificuldades no processo de aprendizagem.

Churinéa (2006) afirma que a aprendizagem científica é a busca de significados que norteiam uma construção de conhecimentos. E esta construção fica mais fácil quando, neste processo, são consideradas as concepções alternativas dos alunos. Neste contexto o MMC se insere muito bem, uma vez que, este movimento surgiu como uma busca de entendimento do mecanismo de pré-concepções e das razões de sua persistência frente a novas concepções científicas.

A mudança conceitual visa a compreensão da interrelações entre concepções alternativas e conhecimento científico muitas vezes de caráter incompatíveis. Sendo as ideias do MMC análogas aos processos descritos como assimilação e acomodação.

Para Posner et al. (1992) citado em Churinéa (2006) as mudanças conceituais radicais são vistas como acomodação e neste caso seguem quatro condições básicas:

- 1) Existência de insatisfação com o conceito alternativo.
- 2) Novo conceito inelegível, ou seja, construído de forma lógica e coerente.
- 3) Novo conceito plausível e capaz de resolver os problemas gerados pelo conceito alternativo.
- 4) O novo conceito deve ter potencial de ser estendido a outras áreas do conhecimento.

O MMC é uma boa ferramenta para o aprendizado da ciência, pois usa as concepções alternativas dos alunos na construção de seu conhecimento. Mas necessita ser mais discutido e avaliado para alcançar um melhor desenvolvimento. Só o amplo debate a respeito do tema poderá levar este método a um patamar desejável de aplicabilidade.

4 O livro didático no Ensino Médio

4.1 O livro didático como recurso pedagógico

O livro didático é uma importante ferramenta educacional, tanto que, de acordo com o *site* da Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) órgão vinculado ao Ministério da Educação e Cultura (MEC) o governo federal possui atualmente três programas voltados ao livro didático. São eles: o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLDEM) e o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA).

Estes programas objetivam promover as escolhas públicas de livros para as três esferas administrativas da União (Municípios, Estados e Federação) e ainda atende as entidades parceiras do Programa Brasil Alfabetizado, buscando oferecer obras didáticas de qualidade, adquiridas a um custo adequado ao orçamento público. A distribuição dos livros destes programas é gratuita para a rede pública de ensino e para os alunos do programa Brasil Alfabetizado.

Ainda existe um programa especial para atender aos estudantes com deficiência visual, que recebem gratuitamente livros didáticos em *Braille*, inclusive os alunos deficientes visuais de escolas privadas definidas pelo censo educacional como comunitárias e filantrópicas. Estes programas contemplam as seguintes disciplinas: Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia para o nível fundamental. Já para o nível médio são contempladas as disciplinas de: Português, Matemática, História, Biologia e Química. Aqui já se detecta uma falha, as disciplinas de Física e Geografia no início dos programas foram desprezadas. Felizmente esta falha foi corrigida a partir deste ano 2009 introduzindo-se estas disciplinas nos programas.

A aquisição e repasse dos livros é centralizada, o que causa certa fragilidade aos programas, já que a compra é feita em uma única unidade federativa e daí distribuídos para o restante do país. Assim não é levado em conta aspectos culturais de cada

região, o que pode tornar os livros distantes da realidade do aluno, e até inviabilizar uma boa contextualização do conteúdo.

A quantificação do material a ser distribuído baseia-se no censo escolar que é realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC). Este instituto lança os parâmetros que norteiam todas as ações do FNDE.

Os resultados licitatórios da aquisição dos livros figuram no DOU (Diário Oficial da União) para transparência do processo. Os estados e municípios da União podem interferir no processo de aquisição dos livros, solicitando alterações, desde que comprovem devidamente falhas no processo.

Os recursos do FNDE vêm do Orçamento Geral da União, sendo que a maior parte é retirada da arrecadação do Salário Educação. Somente em 2009 foram investidos 557,6 bilhões de reais na compra de livros didáticos para a educação básica e 112,8 milhões de reais na distribuição destes livros, feita via EBCT (Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos).

Percebe-se o interesse do governo no fornecimento de livros didáticos aos alunos. Esta ação é louvável, porém, não é suficiente. Além disso, é preciso avaliar a qualidade do material didático fornecido, não só seu custo. Um livro didático mal formulado, ou inadequado a determinada comunidade pode atrapalhar todo o processo educacional. É preciso se ter uma atenção especial nesta escolha, saber aliar custos e qualidade.

De acordo com Nuñez et al (2009) a reforma curricular exige novos livros didáticos que atendam as atuais exigências educacionais do século XXI, sendo elementos essenciais a estes novos livros didáticos, a descrição dos conhecimentos já elaborados sob uma ótica pautada nos valores sociais e que fortaleçam a capacidade de resolver problemas.

Nesta perspectiva os livros devem priorizar o aprender a aprender, visando à promoção de uma “alfabetização científica tecnológica”. Assim o livro didático deve deixar de ser uma fonte de conhecimento “enlatado” e por vezes equivocados a serem transmitidos pelo professor com a única finalidade de serem memorizados e repetidos pelos alunos. Ao invés disso devem ser uma “fonte viva de sabedoria” capaz de orientar os processos formativos dos alunos.

Ainda segundo Nuñez et al (2009) a seleção dos livros didáticos é uma tarefa dos professores e não pode se limitar a um grupo de especialistas que os analisem e indiquem ao professor, como é a prática vigente no País, em que a participação do professor no processo é pouco estimulada, apesar de o PNLD preconizar a necessidade da participação ativa e democrática dos professores na seleção dos livros. O professor, por sua vez, deve ser treinado para adquirir saberes e competências que lhe permita atuar no processo seletivo em conjunto com outros professores.

Segundo Gayán e Garcia (1997) citados em Nuñez et al (2009) o livro didático tem se mostrado o principal controlador do currículo, o que torna a sua escolha uma tarefa extremamente complicada e importante para o processo educacional e que tem ainda uma dimensão sociocultural e ideológica. Esta dificuldade de seleção é agravada pela quantidade de livros oferecidos no mercado.

Siganski, Frison e Boff (2008) salientam a importância do livro didático no ensino médio, como promotor do aprendizado. Afirmam que ele deve conter questões ligadas ao cotidiano do aluno e ainda criticam a falta ou escassez de atividades práticas nestes livros. Defendem que a produção do material didático seja elaborada por um conjunto de professores de diferentes áreas e níveis de ensino.

Gérard e Roegiers (1998) citados em Siganski, Frison e Boff (2008) definem o livro didático como um instrumento impresso, intencionalmente estruturado para se inserir em um processo de aprendizagem com a finalidade de melhorar sua eficácia, assumindo funções diferentes dependendo do lugar e do momento em que é produzido e utilizado. Os dois últimos autores, apesar de reconhecer a importância do livro didático, reconhecem que muitas vezes eles apresentam uma ciência descontextualizada, distante da sociedade onde é aplicado e do cotidiano dos alunos. Outra falha detectada é que, em sua maioria, os livros didáticos concebem o método científico como um conjunto de regras fixas e infalíveis que possibilitam sempre o encontro de uma verdade científica.

A supervalorização do livro didático o tem levado a assumir o papel de currículo e de fonte definidora das estratégias de ensino. Apesar disso, este instrumento didático merece uma atenção especial do educador e não deve nem pode ser retirado de sala de aula nem do mercado. O que deve acontecer é uma melhor administração deste recurso, e isto depende da maior autonomia do professor na escolha do livro, o que o fará atender melhor a realidade da comunidade educacional na qual será aplicado.

4.2 Os conceitos de gravidade e peso nos livros didáticos selecionados pelo MEC

A partir desta seção serão analisados os conceitos de aceleração, aceleração da gravidade e peso expressos nos livros adotados pelo MEC de acordo com a Portaria Nº 366 publicada em 31 de janeiro de 2006. Os referidos livros estão especificados no quadro 4.

Quadro 4 - Livros didáticos de Física selecionados pelo MEC

Título	Autor	Volume	Editora
Física	Alberto Gaspar	Volume Único.	Ática
Física: Ciência e Tecnologia	Carlos Magno Azinaro Torres e Paulo César Martins Penteadó	Volume 1, 2, 3.	Moderna
Universo da Física	José Luiz Pereira Sampaio, Caio Sérgio Vasques Calçada	Volume 1, 2, 3.	Saraiva
Física	José Luiz Pereira Sampaio, Caio Sérgio Vasques Calçada	Volume Único.	Saraiva
Física	Antonio Máximo Ribeiro da Luz, Beatriz Álvares Alvarenga	Volume 1, 2, 3.	Scipione

Fonte: PORTARIA Nº 366, DE 31 DE JANEIRO DE 2006

A seguir, analisar-se-á os conceitos de aceleração, aceleração da gravidade e peso em cada um dos livros didáticos apresentados.

4.3 Física, volume I de Alberto Gaspar

No livro Física, Gaspar (2005) ao introduzir o conceito físico de aceleração primeiro o relaciona a variação da velocidade, contextualizando esta afirmação com a descrição de um tipo de corrida muito comum nos Estados Unidos chamada *drag Racing*. Com isso consegue atrair a atenção do aluno e trazer a descrição física do conceito para uma situação mais próxima do estudante. Neste momento já é introduzido o conceito de

aceleração como uma taxa de variação da velocidade de uma maneira que é melhor assimilado pelo aluno, ao mesmo tempo em que se diferencia estes dois conceitos. Veja como isto foi feito:

... o fator determinante para a vitória não é a velocidade que o veículo consegue atingir, mas a aceleração que seu motor é capaz de lhe oferecer. Em outras palavras ganha o veículo que consegue a maior taxa de aumento da velocidade no curto intervalo de tempo que dura a corrida (Gaspar 2005, p. 53).

O aluno consegue perceber que a aceleração se relaciona a velocidade fazendo-a variar com o tempo. Só após este comentário contextualizado é que Gaspar (2005) irá trazer uma definição formal e matemática deste conceito, alertando ainda para a característica vetorial deste conceito, que segundo o autor dificulta seu tratamento matemático. Mas ainda informa que em casos de movimento retilíneo esta grandeza pode ser tratada como escalar bastando apenas adotar um referencial e fixar um sinal correspondente para este referencial. Só então define formal e matematicamente o conceito.

O que chama a atenção neste livro é um quadrinho que ele traz ao final de cada conceito, chamado “Gramática da Física”. No caso da aceleração ele o utiliza para explicar a unidade da referida grandeza: metro por segundo ao quadrado (m/s^2). Enquanto muitos livros não se detêm a isto, ou o fazem de forma confusa e muitas vezes incompreensível, aqui o autor busca dá um maior entendimento ao aluno sobre esta unidade. Também ira usar o quadro citado para esclarecer o sinal da aceleração. Percebe-se assim certo esmero do autor e uma preocupação em não apenas fazer o aluno memorizar o conceito, mas fazê-lo entender fisicamente o que está sendo exposto.

No capítulo de queda livre Gaspar (2005) compara o movimento de um corpo caindo com um movimento retilíneo vertical acelerado, chamando esta aceleração de aceleração da gravidade e dando seu valor como sendo, $g = 9,8m/s^2$. Como já havia definido aceleração no capítulo 5, o autor não mais o faz para a aceleração da gravidade, uma vez que na definição de queda livre ele já deixa claro que a aceleração da gravidade nada mais é que uma aceleração que atua na vertical sobre um corpo em queda.

Uma falha que se pode verificar neste caso é a definição do valor da aceleração dada, pois não foi mencionado como se chegou a este valor nem em que condições ele é aceitável. Isto pode criar um conceito alternativo no aluno, que poderá pensar que a

aceleração da gravidade tem sempre o mesmo valor em qualquer situação. Neste capítulo não usa o recurso do quadro “Gramática da Física”, o que poderia melhorar a compreensão dos conceitos de gravidade.

Gaspar (2005) define peso da seguinte forma: “... o peso do corpo, força de atração exercida pela terra sobre o corpo...” (p. 87). Então a partir desta afirmação formaliza matematicamente o conceito de peso, utilizando a lei fundamental da dinâmica (segunda lei de Newton), chamando a atenção para o fato de o peso ser uma força resultante causada pela aceleração da gravidade. Aí neste momento e só então é que o autor irá mencionar que a aceleração da gravidade não é constante, mas depende da localização do corpo em movimento.

Os capítulos em que são definidos a aceleração gravitacional e peso são muito sucintos, e tratados superficialmente requerendo uma grande capacidade de abstração do aluno para entendê-los. A preocupação demonstrada na passagem do conceito de aceleração parece não existir para estes outros dois conceitos. Nestes o autor se limita a uma pequena descrição e ao formalismo matemático do conceito.

4.3 Universo da Física, volume I

Na coleção Universo da Física de Sampaio e Calçada (2001) percebe-se claramente uma barreira a compreensão dos conceitos ligados a força e aceleração, a começar pelo símbolo usado para representar a aceleração. Enquanto na maioria dos livros esta é representada pela letra “a” os autores utilizam a letra grega α , o que já entra em conflito com a simbologia usada pelos próprios professores que normalmente usam o “a”, até por ser a letra inicial da grandeza. Também se detecta neste livro uma grande preocupação com o cálculo a ponto de dedicar um anexo à unidade 2 sobre este tema, dedicando quatro páginas ao assunto (p. 80 a 83). Assim as grandezas fundamentais da cinemática e dinâmica são definidas a partir de um formalismo matemático baseado em noções de limite, integração e derivação, o que torna o entendimento do aluno mais difícil, uma vez que o cálculo integral e diferencial não é visto no nível médio, na grande maioria dos estabelecimentos de ensino no Brasil.

Sampaio e Calçada (2001) definem aceleração da seguinte maneira:

Define-se **aceleração escalar média** α_m no intervalo de tempo considerado por: $\alpha_m = \Delta V / \Delta t$

Decorre, imediatamente, da definição a unidade de aceleração dada pelo quociente entre a unidade de velocidade e a de tempo:

$$\frac{\text{m/s}}{\text{h}}, \frac{\text{m/s}}{\text{s}}, \frac{\text{Km/h}}{\text{h}}, \frac{\text{Km/h}}{\text{min}}, \frac{\text{cm/s}}{\text{s}}, \text{ etc.}$$

No SI, em particular, teremos:

$$\frac{\text{m/s}}{\text{s}} = \text{m/s.s} = \text{m/s}^2$$

(Sampaio e Calçada , 001, p.105)

A definição é feita tão somente por formalismo matemático. Mais a frente nesta mesma página irá usar o conceito de limite para definir aceleração instantânea como uma aceleração média na qual a variação do tempo tende a zero. Com isso leva o aluno a imaginar a seguinte conclusão: $\alpha = \Delta V/0$, o que é uma incoerência matemática que desafia o entendimento do aluno. Além desta dificuldade a formalização da unidade com toda aquela mistura de unidades de comprimento sem um exemplo algébrico bem desenvolvido e explicado vai causando dúvidas e até barreiras ao aprendizado.

Sampaio e Calçada (2001, p. 104) ao descreverem a aceleração através de seus efeitos acabam levando a uma confusão deste conceito com o de inércia. Do modo como é feita a descrição dos efeitos da aceleração o aluno pode vir a construir um conceito alternativo no qual aceleração e inércia passam a ser sinônimos, ou seja, ambos são o mesmo conceito. Além do que já foi citado este conceito tem um tratamento compartimentado.

No capítulo 6 o autor trata a aceleração apenas em seu aspecto escalar já que no caso de MRV (Movimento Retilíneo Variado), e só aí podemos omitir a direção e trabalhar com modulo e direção a ser definida pelo sinal. Mas o fato é que isto não é mencionado, dando uma ideia ao aluno da aceleração como uma grandeza escalar. Somente no capítulo 8 o autor retoma a aceleração tratando-a vetorialmente. Porém, neste ponto é possível que o aluno já tenha assumido concepções alternativas que dificultem a compreensão perfeita deste conceito, e ainda existe o problema da abstração deste conceito que terá de ser feita pela mente do aluno.

Como no capítulo 6 os autores ainda não tratam a aceleração como uma grandeza vetorial usam alguns quadros e desenhos para definir o sentido desta grandeza.

Quanto ao conceito de aceleração da gravidade em Sampaio e Calçada (2001), este é feito no capítulo 7 mesmo antes de ser falar em aceleração como grandeza vetorial. Com isso será necessário uma série de descrições para adaptar a ideia de uma aceleração escalar a esta nova condição. O conhecimento vetorial desta grandeza poderia reduzir muitas dúvidas e facilitar o aprendizado. O conceito de aceleração da gravidade não é formalizado neste livro. Veja como os autores a definiram:

Sabemos hoje que um corpo caindo verticalmente sob a influência da atração da terra, sobre determinadas condições, movimento retilíneo uniformemente variado. O valor da aceleração deste movimento é denominado **aceleração da gravidade**. Sendo indicada por g . $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ (Sampaio e Calçada, 2001, p. 151 e 152).

A aceleração da gravidade neste caso não ficou bem definida, uma vez que o conceito ali descrito, ao ser lido, parece um pouco confuso. Além disso, o valor desta grandeza é mencionado sem maiores explicações de como foi alcançado. Os autores mencionam que a aceleração da gravidade ocorre sobre condições especiais, porém ao mencionar estas condições priorizam somente o MRUV, o que causa no aluno a ideia que a aceleração da gravidade é uma grandeza universal dependente apenas desta condição, o que causa problemas ao se falar em gravitação, massa e peso.

O conceito de peso é descrito no capítulo 10 de Sampaio e Calçada (2001) da seguinte maneira:

... onde há aceleração deve haver força, isto é, um corpo caí com movimento acelerado porque a Terra exerce sobre ele uma força. Essa força foi denominada **peso**, que representamos por **p**.

Experimentalmente, observa-se que a força peso tem a direção de uma reta que passa aproximadamente pelo centro da terra...

$$\mathbf{P} = m \cdot \mathbf{g}$$

(Sampaio e Calçada, 2001, p. 271).

Nesta descrição inicial são dadas várias informações importantes sobre o peso e a aceleração da gravidade. A seguir os autores passam a definição formal: “O peso de

um corpo que está na proximidade de um planeta (ou satélite ou estrela) é a força com que esse corpo é atraído pelo planeta (ou satélite ou estrela)”, ampliando o conceito de forma a torná-lo geral. Aqui o conceito de peso foi mais bem tratado que o de aceleração da gravidade. A utilização de desenhos e esquemas contribui para reduzir o grau de abstração requerido do aluno para internalizar este conceito. Além disso na equação descrita peso e aceleração gravitacional são tratados como vetores, por isso estão em negrito porém os autores não salientam este fato.

Sobre Sampaio e Calçada (2001) pode-se afirmar ser bom livro, mas que apresenta alguns equívocos na sua didática, principalmente ao priorizar o conteúdo de cálculo na construção dos conceitos mecânicos, e em alguns capítulos, se apresenta muito superficial, não detalhando nem contextualizando os conceitos, o que leva o aluno a recorrer a um alto grau de abstração no aprendizado do conhecimento físico.

4.5 Física, volume único de Sampaio e Calçada

Sampaio e Calçada (2003) ainda têm outro livro na listagem do MEC. Trata-se de Física em volume único. Numa análise do conteúdo, percebe-se uma apresentação ainda mais resumida dos conceitos. Nesta obra os conceitos são descritos por um breve parágrafo introdutório seguido do formalismo matemático que o descreve. Os exercícios também são poucos e superficiais, limitando-se a aplicações diretas das fórmulas.

Sampaio e Calçada (2003) no capítulo 7 na página 30 descreve a aceleração escalar que chama de aceleração escalar média, não fazendo alusão a dimensão vetorial da aceleração e nem a aceleração instantânea, o que pode levar o aluno a mera aplicação de fórmulas sem a sua compreensão física. Da mesma maneira a aceleração da gravidade é superficialmente comentada e apresentada seu valor como ocorre no Sampaio e Calçada (2001). O sinal da aceleração da gravidade é definido arbitrariamente e apresentado em um esquema, tão somente para ser memorizado pelo aluno sem maiores explicações que possam levar ao aluno o entendimento físico sobre isto. A descrição mistura símbolos matemáticos e breves textos explicativos, favorecendo a memorização do aluno. Se por um lado ajuda a solução de situações problemas por outro impede o pleno entendimento físico do fenômeno.

A definição de peso é feita no capítulo 16 nas páginas 78 e 79, onde se tem uma transcrição perfeita deste conceito apresentada em Sampaio e Calçada (2001). O conceito de peso de Sampaio e Calçada (2001/2003) embora acompanhado da descrição matemática: $P = m.g$. ao serem lidos pelos alunos pode levar a uma confusão conceitual entre peso e aceleração da gravidade, criando um conceito alternativo de que os dois são sinônimos. Isto se acentua quando os autores ampliam o conhecimento introduzindo o conceito de Kgf. Onde $P = 1 \text{ Kgf} = 9,81\text{N}$. Veja que esta coincidência com o valor da aceleração da gravidade próximo a superfície terrestre que é $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ favorece a formação de um conceito prévio do aluno de que gravidade, peso e aceleração da gravidade seja tudo a mesma coisa. E o livro não esclarece um possível equívoco, sendo muito superficial e se detendo quase que exclusivamente ao formalismo matemático em detrimento do entendimento físico do fenômeno.

4.6 Física, Ciências e Tecnologia, volume I

Torres et al. (2005) na página 43 começam a definir aceleração com um texto descritivo que contextualiza esta grandeza dita fundamental pelos autores. Porém na hora da definição formal novamente como nos os outros livros já mencionados os autores se limitam a uma definição matemática da aceleração média como o quociente da variação da velocidade pela variação do tempo. Para a aceleração instantânea irá usar a definição baseada em limite embora não use este termo na definição. Mas é exatamente como um limite onde a variação de tempo tende a zero que define a aceleração instantânea. Veja:

A **aceleração instantânea** a pode ser interpretada como uma aceleração média calculada para um intervalo de tempo Δt muito pequeno, ou seja, para um Δt tendendo a zero. É a aceleração do móvel em um dado instante. (TORRES ET AL., 2005, p. 43)

O texto é um pouco confuso e esta ideia de tempo tendendo a zero é um pouco complicada para o aluno abstraí-la.

Um ponto positivo importante em Torres et al. (2005) é o fato de logo após a definição da aceleração os autores já se preocupam em definir um tipo especial de acele-

ração produzida pela atração gravitacional entre os corpos que é a aceleração da gravidade, deixando bem claro para o aluno que a aceleração da gravidade tem as mesmas características de qualquer outra aceleração. Outro ponto positivo é que ao definir o valor da gravidade os autores mencionam que este valor é válido nas proximidades da superfície terrestre e ainda mencionam que pode ser arredondado para facilitar os cálculos.

Torres et al.(2005) logo após o capítulo que define a aceleração já entram com uma unidade diferenciando grandezas vetoriais e escalares. Porém no capítulo que trata dos movimentos verticais e de queda livre como em Sampaio e Calçada (2001 e 2003) os autores se limitam a descrever a aceleração da gravidade como sendo um escalar, e apresenta sua direção através de sinais, positivo na queda e negativo na subida. Isto não permite ao aluno entender fisicamente esta grandeza, limitando-se a memorizar um algoritmo. Mas tem um bom diferencial que é o fato dos tipos de lançamentos virem descritos em sequência em um mesmo capítulo (p. 61 a 64) o que facilita a percepção do aluno.

A coleção de três volumes Física: Ciência e Tecnologia de Torres et al (2005) trata da dinâmica no capítulo 7 página 73, em que traz um tópico chamado peso e gravidade. Ali os autores diferenciam os tipos de força (de contato e de campo) e definem o peso como uma força de campo surgida pela atração gravitacional da Terra e logo associada a aceleração da gravidade.

Ao definirem gravidade se preocupam em mostrar que esta grandeza é universal e resultante das interações corporais à distância. Mostram ainda que estas forças de campo ocorrem entre quaisquer corpos e só não são percebidas por nós devido as massas no cotidiano serem muito pequenas.

Apesar de todos estes importantes comentários Torres et al.(2005) não trazem uma definição formal do peso, deixando que o aluno tenha que abstrair este conceito por si mesmo, o que pode levar o aluno a um conceito alternativo que confunda peso e aceleração da gravidade, embora este segundo conceito tenha sido bem definido no capítulo 2, página 43.

4.7 Física, volume I de Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga

Máximo e Alvarenga (2006) na coleção **Física**, com três volumes, inicia a definição de aceleração com um exemplo prático que contextualiza no cotidiano este conceito e só então formaliza a sua definição matemática (Capítulo 2, tópico 4, página 49). Neste capítulo os autores tratam a aceleração como uma grandeza escalar e indicam seu sentido através de sinais que são determinados pela velocidade. Quando a velocidade aumenta a aceleração é positiva, do contrário é negativa. Como já foi comentado este procedimento leva o aluno tão somente a memorizar o conceito sem entendê-lo realmente.

Um ponto interessante é que ao descrever matematicamente a aceleração, os autores começam escrevendo por extenso a equação matemática para, a partir daí, ir reduzindo até chegar ao formalismo matemático. Mas falta uma descrição mais detalhada do conceito, bem como, uma definição física mais consistente que possibilite ao aluno desenvolver este conceito e entendê-lo, eliminando suas concepções alternativas que impedem a compreensão ampla do conceito.

Máximo e Alvarenga (2006) ao afirmarem que a aceleração está ligada a mudança de velocidade sem, porém detalhar mais esta afirmação favorecem múltiplas interpretações por parte do aluno, o que pode levá-lo a permanência das concepções alternativas, além de requerem certo grau de abstração do aluno na construção do conceito. A leitura do texto conforme está exposto para o aluno que está tendo um primeiro contato com o conceito torna-se confusa e de difícil interpretação.

Na página 57, os mesmos autores descrevem o conceito de aceleração da gravidade, que é formulado indiretamente a partir da descrição de alguns experimentos de queda livre, o que torna este tipo de conceituação muito subjetivo, requerendo um alto grau de abstração do aluno. O texto extenso e altamente descritivo requer do aluno uma construção mental do relato além de uma capacidade interpretativa muito boa, coisas que sabemos que não são muito comuns aos alunos do ensino médio no Brasil. Como os alunos não estão acostumados e, via de regra, não gostam de ler, textos longos e que requerem atenção e habilidade interpretativa são pouco atrativos e geram desinteresse no aluno.

Máximo e Alvarenga (2006) ainda apresentam um problema relacionado à compartimentalização de conceitos. A aceleração, por exemplo, é tratada em dois momentos distintos: no tópico 2.4 da página 49 os autores tratam a aceleração como uma grandeza escalar e somente no tópico 2.5, página 57 os autores definem a aceleração da

gravidade e isto mesmo antes de esclarecer que a aceleração é uma grandeza vetorial, o que só irão mostrar no capítulo 3, tópico 3 (p. 82 a 84). Isto causa confusão na cabeça do aluno, uma vez que é quebrada a linearidade do desenvolvimento do conceito.

Quanto a conceituação da força peso em Máximo e Alvarenga (2006) percebe-se uma superficialidade, principalmente pela importância deste conceito. Os autores não se aprofundam muito se limitando a um breve comentário na página 108 composto por um único parágrafo de 3 linhas. Daí lança um conceito formal: “peso de um corpo é a força com que a terra atrai este corpo” (Máximo e Alvarenga, 2006, p. 108).

O conceito como foi formulado pode levar o aluno a confundir o peso com a aceleração da gravidade, criando nele uma concepção alternativa de que peso e aceleração da gravidade são uma coisa só. O que é muito comum entre os alunos do ensino médio.

5 Conclusões e Considerações Finais

Neste trabalho foi feito uma análise sobre o ensino dos conceitos de aceleração, aceleração da gravidade e força peso nos livros didáticos de Física aprovados para o ensino médio. Foi escolhido estes conceitos por perceber-se que as concepções alternativas dos alunos sobre eles prevalece, além de se constatar certa confusão acerca destes termos, principalmente em relação a gravidade, aceleração da gravidade e peso que da maneira como vem sendo tradicionalmente ensinados causam confusão na aprendizagem dos alunos.

Outro problema detectado neste trabalho é a questão da compartimentação destes conteúdos e da ênfase nas descrições matemáticas em detrimento de uma definição Física que embase uma compreensão real do fenômeno.

A questão do cálculo diferencial e integral também preocupa. A maioria dos Livros analisados usa os conceitos matemáticos do cálculo nas definições de velocidade e aceleração instantâneas, desprezando o fato deste conteúdo não ser visto no ensino médio, causando estranheza ao aluno e dificultando sua linha de raciocínio.

Os livros avaliados quando não pecam por abuso de reducionismo, pecam por excesso. Quando os textos explicativos e definições não são muito sucintos, são longos, dificultando a leitura. Muitas vezes são recheados de termos científicos além de serem escritos em uma linguagem distante da realidade do aluno.

Apesar do esforço do governo em formular e implantar os PCN's percebe-se que as publicações didáticas não se atém muito a estas diretrizes. O livro didático apesar da preocupação dos órgãos públicos em fazê-los chegar aos alunos como um importante elemento didático não tem tido um acompanhamento adequado. A estrutura de seleção parece estar comprometida por interesses econômicos das editoras ou por falta de opção de bons produtos no mercado editorial.

O processo, embora privilegie a escolha do livro pelos professores, não os inclui na fase de avaliação, cabendo exclusivamente aos docentes de ensino superior participar desta etapa do processo. Outro problema sério é o fato da maioria das editoras e autores estarem no sul e sudeste do país o que torna estes livros muito centrados nestas regiões. Assim não refletem a realidade da maioria dos alunos, tornando a contextualização dos conteúdos prejudicada, apesar da crescente globalização.

A solução poderia ser a criação de dispositivos de capacitação dos professores que lhes permitissem atuar no processo seletivo do livro didático. Os programas de escolha e distribuição também poderiam ser descentralizados possibilitando que cada unidade federativa pudesse adotar livros mais próximos a sua realidade.

Quanto à questão ligada a definição conceitual, a solução, sem nenhuma dúvida, seria uma parceria da comunidade educacional viabilizando a implantação de laboratórios sobretudo de baixo custo com equipamentos alternativos reciclados que possibilitem a reprodução experimental de conceitos teóricos, valorizando o trabalho de alunos e professores e tornando a ciência mais atrativa e emocionante. Uma boa linha de pesquisa seria a análise das novas concepções pedagógicas e seus suportes de implantação no ensino médio.

Referências

- ANGOTTI, J. A. P. – **Desafios para a formação presencial e a distância do físico educador**. Revista Brasileira do Ensino de Física, v.28, n.2, p.115-150, 2006.
- ARAÚJO, M. S. T. de e ABIB, M. L. V. dos S. - **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n. 2 (2003).
- ARRUDA, S. M. e VILLANI, A. – **Mudanças conceituais no Ensino de Ciências**. Caderno Catarinense de Física, v.11, p.88-99, ago. 1994, disponível em <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/11-2/artpdf/a2pdf>, acesso: 22 de dez. de 2009.
- BARBOSA, J. de O.; PAULO, S. R. de e RINALDI, S. R. de P. - **Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio.** ; Cad. Cat. Ens. Fís., v.6, n.1: p. 105-122. (1999).
- BORGES, O. - **Formação inicial de professores de Física: Formar mais! Formar melhor!**; Revista Brasileira de Ensino de Física, v.28, n.2, p. 135 - 142. (2006).
- BRITO, L. P. de – **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), 6 a 11 de dezembro de 2004, Belém-PA.
- CAMARGO, E. P. e NARDINE, R. – **Dificuldades e alternativas encontradas por licenciados para o planejamento de atividades de ensino de óptica para alunos com deficiência visual**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.29, n.1, p.115-126,2007.
- CAVALCANTE, L. de S. – **Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de Geografia**. Cad. Cedes, Campinas, vol. 25, n. 66, p. 185-207, maio/ago 2005. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>>
- CHURINÉA, G. - **Análise comportamental do modelo de mudança conceitual**. Dissertação (Mestrado em educação para a ciência) Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru-SP. 2006.
- CUNHA, E. J. e LIMA, R. da S. - **A abordagem sócio-interacionista e a teoria do construtivismo como bases para a simulação de conceitos de logística em sala de aula**. In: XI SIMPEP, Bauru, São Paulo, 2004, anais... São Paulo 8- 10 de nov. 2004. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep_aux.php?e=11>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- ERTHAL, J. P. C. e GASPAR, A. - **Atividades Experimentais de Demonstração para o Ensino da Corrente Alternada ao Nível do Ensino Médio**.;Cad. Bras. Ens. Fís., v.23, n.3, p.345-359 (2006).

FIOLHAIS, C.e TRINDADE, J. A. - **Física para todos. Concepções erradas em mecânica e estratégias computacionais.** Disponível em:

<http://nautilus.fis.uc.pt/soft_c/read_c/rv/virtual-Water/articles/art3/art3.html>. Acesso em 04 set. 2009.

GALIAZZI, M. do C. et al. – **Objetivo das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências.** Revista Ciência e Educação, v.7, n.2, p. 249-263,2001.

GASPAR, A. - **Física.** São Paulo: ed. Ática, 2º edição, 2005. 495 p.

GAYÁN, E. e GARCÍA, P. **E como escoger un libro de texto? Desarrollo de un instrumento para evaluar los libros de texto de ciencias experimentales.** *Enseñanza de las ciencias.* Número Extra, V Congresso, p. 249- 250; 1997.

GÉRARD, F. M e ROEGIERS, X. (1993)- **Concevoir et évaluer des manuels scolaires.** **Bruxelas.De Boeck-Wesmail** (tradução Portuguesa de Júlia Ferreira e de Helena Peralta, Porto, 1998), disponível em:

< <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0468-1.pdf>> , acesso em 01 de dez. de 2009.

GIORGE, S.; CONCARI, S. e POZZO, R. - **Un estudio sobre las investigaciones acerca de las ideas de los Estudiantes en fuerza y movimiento.** Ciência e Educação, v. 11,n.1,p. 83 a 95. 2005.

KAVAMURA, M. R. D. e HOSOUME, Y. – **A contribuição da Física para um novo Ensino Médio.** Revista Física na escola, v.4, n.2, 2003.

LOPES, C. DE O. - **Uma contribuição didática ao estudo experimental da aceleração devido a gravidade local.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.5, n.1, maio de 1988, p.01-07.

MACIEL, R. L. F. - **Cartas aos leitores** - Revista Nova Escola, edição 181, p. 10 (2005).

MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B. – **Física**, v.1, São Paulo; Editora Scipione, 2006, 392p.

MENINO, H. L. e CORREIA, S. O. - **Concepções alternativas; ideias das crianças a cerca do sistema reprodutor humano e reprodução.** Educação e comunicação, 4,p. 97 a 117. 2000. disponível em: <<http://www.esecs.ipleiria.pt/files/f1031.1.pdf>>. Acesso em 31 agosto 2009.

MONTEIRO, I. C. C. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski.** 2002. 129 p.Dissertação (Mestrado) FC/UNESP, Bauru.

MORAES, R; RAMOS, M; GALIAZZI, M.C. **A pesquisa em sala de aula.** CASE, 2, 04 a

08 de outubro de 1999, Curitiba. (Módulo temático)

NEVES, M. C. D.- **Uma investigação sobre a natureza do movimento ou sobre uma história para a noção do conceito de Força**. Revista Brasileira de Ensino de física, vol. 22, n. 4 (2000)

NEWTON, I. – ***Philosophiae Naturalis Principia mathematica***. Londres: London, Cambridge and New York Macmillan and co., 538p.

NOVA ESCOLA. Editor Abril, Ed. 181, 2005, p. 22 -24.

NÚÑEZ, I. B. *et al* - **A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de ciências**. Revista Liberoamericana de educación. (ISSN, 1681 -5653). Disponível em:

< <http://www.rieoli.org/deloslectores/427Beltran.pdf>>. Acesso em 01 nov. 2009.

PEDUZZI, S. S. Concepções Alternativas em Mecânica. In: Pietrocola, M (org) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001

PENHA, S. P. da – **A carência de professores de ensino de Física: um estudo de caso sobre esta carência na região serrana do Rio de Janeiro**. Disponível em <<http://www.sbs.sbfisica.org.br/sinep/XVI/resumos/cdrom/to141.pdf>, acesso: 19/11/2009.

PERTILE, I. J.; TEIXEIRA, D. M. F. e GARCIA, N. M. D. **Alternativa para as concepções altermnativas**. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Universidade Federal do Paraná , 2000, Paraná. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/snef/xvi/cd/resumos/T0004-1.pdf>>.Acesso em: 31 agosto 2009.

POSNER, G. J et al. **Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change**. Science Education, v. 66, n.2, p. 211-227, 1982.

RABELLO, E.T. e PASSOS, J. S. **Vygotsky e o desenvolvimento humano**. Disponível em <<http://www.josesilveira.com>> acesso 11 de noembro de 2009.

ROCHA, J. F. *et al* - **Origens e evoluções das ideias da Física**. Salvador - BA; EDUFBA (2002).

SAMPAIO, J. L. e CALÇADA, C. S. – **Universo da Física**, v.1, São Paulo: Atual Editora, 2001, 528p.

SAMPAIO, J. L. e CALÇADA, C. S. – **FÍSICA**, volume único, São Paulo: Atual Editora, 2003, 640p.

SCHROEDER, C. - **A importância da Física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental**; Revista Brasileira de Ensino de Física, v.29, n.1, p.89-94 (2007)

SCOTT, P. H.; ASOKO, H. M.; DRIVER, R. H. - 1992 - Teaching for conceptual change; A

- review of strategies. In Duit, R.; Goldberg, F.; Niedderer, H. (Eds.) **Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies**. IPN. Kiel (D), 310-329.
- SIGANSKI, B. P.; FRISON, M. D. e BOFF, E. T. de O. - **O livro didático e o ensino de Ciências**. In: XIV encontro nacional de ensino de Química (XIV ENEQ), 2008. Curitiba-PR. Anais... Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em: <<http://www.cienciamao.if.usp.br/.../exibir.php?...olivrodidaticoeoensinodeciencias.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2009.
- SILVAL, T. H.; SILVA, G. S. F. e MANSOR, M. - **O uso do inventário dos conceitos de força para análise das concepções de mecânica Newtoniana de alunos de licenciatura de Física**. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA - SNEF. Vitória-ES. 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/to451-2.pdf>> Acesso em: 07 set. 2009.
- STRIKE, K. A. e POSNER, G. J. **A Conceptual Change View of Learning and Understanding**. In: WEST, L. H. T.; PINES, A. L. **Cognitive Structure and Conceptual Change**. Orlando, USA: Academic Press, Inc., 1985, p. 211-231.
- TORRES, C. M. A. – **Física, Ciências e Tecnologia**, v.1, São Paulo: Editora Moderna, 2005, 680p.
- VIEIRA, R. D. e NASCIMENTO, S. S. do - **A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana**, Cad. Bras. Ens. Fís., v.24 , n. 2: p. 173-193. (2007).