

**Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Educação**

CECIMIG

**A ABORDAGEM CONCEITUAL NO NOVO
CURRÍCULO DE FÍSICA DO ESTADO DE MINAS
GERAIS**

Juvenor Alves Ferreira Junior

Belo Horizonte

2010

Juvenor Alves Ferreira Junior

**A ABORDAGEM CONCEITUAL NO NOVO
CURRÍCULO DE FÍSICA DO ESTADO DE MINAS
GERAIS**

**Monografia apresentada ao Curso de
Especialização ENCI-UAB do CECIMIG
FaE/UFMG como requisito parcial para
obtenção de título de Especialista em Ensino
de Ciências por Investigação.**

**Orientador: Dr. Carlos Eduardo Porto
Villani**

Belo Horizonte

2010

Agradecimentos

A Deus, pela fidelidade de suas promessas e por deixar claro que, ao agradarmos-no dele, ele satisfará todos os desejos dos nossos corações.

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Porto Villani pelo incansável acompanhamento e incontáveis contribuições.

RESUMO

O presente ensaio, “A Abordagem Conceitual no Novo Currículo de Física no Estado de Minas Gerais”, tem como objetivo discutir os aspectos conceituais presentes no atual currículo de física do estado de Minas Gerais: o CBC de Física.

Ao longo do trabalho apresentou-se uma reflexão em termos das dificuldades que os estudantes podem apresentar na aprendizagem da física. A análise realizada no documento procurou balizar a discussão da proposta oficial entre duas formas de se abordar o conteúdo da física no ensino médio: abordagem matematizada e a abordagem conceitual.

Em uma pesquisa bibliográfica realizada em anais de encontros de pesquisa, e periódicos nacionais da área sugerimos, a partir dessas duas formas de abordagens, a necessidade de desvincular tais dificuldades da disciplina de matemática e associá-las a aspectos relevantes e específicos do conhecimento físico escolar.

Para se analisar o CBC de Física utilizou-se um instrumento de pesquisa e de ensino: os mapas conceituais, que permitiu tanto verificar as inconsistências conceituais da proposta quanto uma melhor visualização das virtudes e da complexidade das relações entre os conceitos físicos dessa nova e inovadora proposta curricular.

Nossas análises evidenciaram a preocupação dos autores do CBC em abandonar os bastidores de uma ênfase nos cálculos matemáticos para tentar construir um currículo de física que, partindo dos conceitos mais ligados ao cotidiano dos alunos, pudesse se dirigir gradualmente a uma forma mais abstrata de pensar os fenômenos físicos e compreendê-los a partir da utilização de diferentes linguagens matemáticas.

Finalmente, os resultados deste trabalho sugerem a importância de explorar os mapas conceituais como um instrumento de ensino visando à melhoria do entendimento tanto dos professores quanto dos alunos sobre as características estruturantes dos conceitos físicos abordados no CBC que parece ser um currículo mais adequado para promover o desenvolvimento da compreensão do conhecimento físico numa abordagem mais conceitual e adequada a uma formação científica básica para todos.

SUMÁRIO

1 – O PRINCÍPIO DAS INQUIETAÇÕES.....	6
2 – A PROBLEMÁTICA E A PROPOSTA DO ENSINO SOBRE A ANÁLISE DO CBC DE FÍSICA.....	9
2.1 – As propostas de ensino “matematizadas”.....	11
2.2 – As propostas de ensino “conceituais”.....	14
3 – O CBC- FÍSICA	16
4 – OS MAPAS CONCEITUAIS E A DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	20
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	25
BIBLIOGRAFIA.....	27

1 – O PRINCÍPIO DAS INQUIETAÇÕES

Desde o ano de 2004 venho ministrando aulas de física no Ensino Médio e me questiono a respeito de um paradoxo: como a física pode ser uma disciplina tão fascinante para mim e tão maçante para a maioria dos alunos? Ao longo desta trajetória no magistério foram frequentes os momentos nos quais percebia a indisposição dos alunos que “desistiam” de aprender essa disciplina mesmo antes de terem um primeiro contato com ela. Tais alunos diziam que a física era uma disciplina muito difícil e que não conseguiriam aprender seus conhecimentos. Muitas vezes escutei que eu deveria ser louco ou muito inteligente por ser professor de física. Esta situação me gerou um forte incômodo levando-me a refletir sobre suas possíveis causas.

Logo que iniciei meu curso de especialização em ensino de ciências por investigação (ENCI) na Faculdade de Educação (FaE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) comecei a produzir uma reflexão teórica mais aprofundada sobre alguns pontos diretamente associadas ao paradoxo enunciado acima. Pensando sobre a indisciplina em sala de aula, a dificuldade de aprendizagem dos alunos em física e a falta de interesse dos alunos em aprender as especificidades dos conhecimentos das ciências, algumas idéias e novas questões começaram a me incomodar: Como motivar os alunos a aprender física? O que é difícil para os alunos no estudo da física? A matemática é o principal fator que torna a física uma ciência de difícil compreensão? O que na matemática contribui para dificultar a aprendizagem de física?

Ao refletir mais sobre estas e outras questões, produzi um primeiro questionário com o intuito de sondar como os alunos do ensino médio se posicionavam diante das minhas impressões iniciais a respeito da forma como eu imaginava que eles se sentiam com relação ao interesse e a aprendizagem dos conceitos relativos a esta disciplina. O questionário foi aplicado a 197 alunos das 1^{as}, 2^{as} e 3^{as} séries da Escola Estadual Minas Gerais, na cidade de Uberaba e os principais resultados desta primeira sondagem estão apresentados no quadro 01.

Informações Gerais	
Sexo:	(59,4%) Fem. (40,6%) Masc.
Rede onde os alunos cursaram o ensino fundamental	(3,1%) Particular (96,9%) Pública
Porcentagem estimada da aprendizagem de conteúdos de Física atribuída pelos próprios alunos (auto-avaliação da aprendizagem)	(5,0%) Menos que 10% (9,6%) 10% (22,4%) 25% (32,0%) 50% (28,0%) 75% (3,0%) 100%
Influência da linguagem matemática na aprendizagem da Física	
Importância da matemática para a compreensão da Física	(2,5%) Pequena (13,2%) Média (28,4%) Grande (55,9%) É fundamental
Fatores associados à linguagem matemática que tornam difícil a aprendizagem da Física	(26,9%) As fórmulas (28,4%) Os cálculos (28,9%) A compreensão dos problemas e raciocínios físicos associados à matemática (12,7%) A maneira como é ensinada a Física a partir da matemática (5,6%) Outros.
Práticas pedagógicas e recursos didáticos utilizados no ensino de Física	
Uso de demonstrações experimentais	(78,2%) Nunca viram demonstrações em salas de aula de Física (21,8%) Conhecem o uso deste recurso
Opiniões sobre práticas pedagógicas e recursos didáticos desejáveis ao ensino de Física	
Você assistiria a uma palestra de Física, em sua escola?	(12,2%) Não. (87,8%) Sim
Na sua opinião, os livros de Física atuais estão mais explicativos do que os anteriores?	(20,8%) Não (66%) Sim (12,7%) A escola não adota livro. (0,5%) Adota apostila
Se forem realizadas vídeo-aulas, no final de cada tópico de Física estudado, visando revisar o conteúdo, você acredita que:	(95,4%) aprenderia mais (4,6%) sentiria maior dificuldade no aprendizado
Questão aberta	
Qual a sua sugestão para melhorar o ensino de Física.	Os alunos pedem por aulas práticas, formas alternativas de ensino com textos mais adequados, menos cálculos e mais compreensão dos fenômenos físicos, mais recursos didáticos, aulas mais dinâmicas.

Quadro 01 – Resultados obtidos a partir da aplicação do questionário de sondagem inicial

A partir da leitura que fiz sobre os resultados sucintamente apresentados no quadro 01 pude perceber que, de fato, os alunos consideram a física uma ciência de difícil compreensão e que uma parte considerável desta dificuldade estaria associada à matemática. Entretanto, esta dificuldade estaria muito mais localizada em termos dos algoritmos matemáticos (fórmulas e cálculos) e da didática da física (na forma de ensinar a física a partir da matemática) do que na matemática propriamente dita. Há no questionário um forte indício quanto a necessidade de se explorar novos recursos didáticos para o ensino de física e uma grande aceitabilidade quanto a propostas inovadoras para aulas alternativas.

Embora haja um reconhecimento a respeito da dificuldade causada pela matemática, no ensino de Física, os estudantes atribuem a ela um grande valor. Cerca de 84,3% dos alunos que responderam ao questionário acreditam que a matemática é fundamental ou que ela exerce uma grande influência na aprendizagem da física.

Curiosamente, os alunos consideram que os livros didáticos de física têm aumentado sua qualidade em termos explicativos, mas na questão aberta do questionário eles pedem por textos mais adequados para o ensino de física com menos cálculos e mais compreensão sobre os fenômenos físicos. Assim a análise do questionário me levou a refinar novamente as perguntas que me incomodavam gerando agora as seguintes questões: o que estaria motivando as dificuldades dos alunos no ensino da física? Que providências estão sendo tomadas pelas autoridades educacionais no sentido de melhorar o entendimento desta ciência pelos cidadãos comuns?

Visando me posicionar diante de tais perguntas, no próximo item apresento a problemática na qual se insere a discussão sobre as dificuldades que os alunos enfrentam no ensino de física e, diante dessa discussão, proponho fazer um ensaio no qual discutirei a nova proposta curricular do estado de Minas Gerais: o CBC de Física no contexto do ensino de ciências de qualidade para todos.

2 - A PROBLEMÁTICA E A PROPOSTA DO ENSINO SOBRE A ANÁLISE DO CBC DE FÍSICA

Na análise preliminar do questionário comecei a dedicar maior atenção a uma questão que havia escapado as minhas intuições iniciais. De fato, a linguagem matemática associada ao ensino de física não se restringe a um sistema de algoritmos e de resolução de problemas conhecidos a partir da utilização de fórmulas e cálculos. Existe um conhecimento matemático intrínseco à física cujas idéias relacionais são fundamentais para a aquisição do próprio conhecimento físico.

Como exemplo do amálgama formado entre a linguagem matemática e o conhecimento físico podemos citar a mecânica clássica. Este ramo da física assumiu uma estrutura inovadora e muito bem definida na magistral obra de Isaac Newton que foi publicada em 1687, os “*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*”. A teoria da mecânica clássica representou a primeira tentativa bem sucedida do homem em tratar quantitativamente e de forma abrangente os fenômenos dos movimentos dos corpos, utilizando para isto uma linguagem universal: a linguagem matemática.

A grande síntese do conhecimento sobre os fenômenos da mecânica realizada por Newton influenciou de forma muito significativa a forma de pensar dos físicos sendo por isso integrada a inúmeros cursos como disciplina obrigatória, já nos primeiros períodos, para a formação tanto de novos físicos quanto de professores de física. Além disso, a maior parte dos livros didáticos desta disciplina no nível médio iniciam o curso com um capítulo sobre a mecânica clássica.

Uma justificativa possível para a maioria dos cursos de física se iniciarem com o ensino da mecânica clássica pode ser justamente a crença de que este conhecimento possa introduzir o aluno nos métodos e na linguagem da física de forma apropriada. Entretanto, tal objetivo também pode ser atingido com outros tópicos que apresentem algoritmos matemáticos mais simples para a introdução do aluno nesta disciplina.

Nesse sentido, o professor desempenha um papel essencial devendo ser capaz de fazer certas escolhas como o objetivo de criar as condições para que aprendizagem do aluno ocorra de tal forma que ele possa se apropriar dessa singular forma de conceber o mundo. Assim, torna-se necessário construir nos

alunos uma mentalidade crítica, questionadora, ética, com responsabilidade social e que tenha coerência com suas atitudes.

A física nos oferece possibilidades de ver e entender melhor o mundo em que vivemos. Sob um ponto de vista científico, a física utiliza métodos rigorosos de observação dos fenômenos, obtenção de dados e análise dos resultados obtidos, o que permite criar modelos teóricos que reproduzem certas características desse mundo, além de desenvolver mecanismos de controle das experiências e validação dos modelos.

O ensino de física deve, portanto, dar suporte para que os alunos possam compreender os produtos dessa ciência tais como as leis, os conceitos, os modelos e as teorias que lhes permitam obter repostas satisfatórias para algumas questões fundamentais desta ciência e também do seu dia a dia. Além disso, deve também inserir os alunos nas formas de produção de conhecimentos dessa disciplina, ou seja, nos processos da física.

Entretanto, o ensino desta disciplina nem sempre considerou os aspectos enunciados nos parágrafos acima. Nas décadas de 1960 e 1970, o ensino da física era altamente matematizado, e ao mesmo tempo, também era altamente descontextualizado. Estas duas características parecem ter sido as principais responsáveis pelo estabelecimento de uma forma de ensino que tem inviabilizado as diversas propostas de currículo que assinalam na direção democrática de um “ensino de física para todos”.

Apesar de existirem diversas concepções de ensino de física, podemos evidenciar, de maneira simplificada, dois aspectos amplamente difundidos no meio educacional: a abordagem matematizada e a conceitual. Consideramos que dividir a física em termos destas duas abordagens (**matematizada** e **conceitual**) representaria uma simplificação da realidade. Entretanto, essa divisão pode ser útil do ponto de vista teórico sobretudo para analisarmos com maior profundidade a nova proposta curricular de ensino de física do estado de Minas Gerais: O Conteúdo Básico Comum – CBC - Física.

Desta forma, nos dois subitens que se seguem, procura-se discutir as principais características de cada uma dessas duas abordagens relacionando-as com exemplos de propostas de ensino que as incorporam.

2.1 – As propostas de ensino “matematizadas”

A partir da leitura dos textos e artigos científicos na área de ensino de física que tomei contato ao longo do curso de especialização, pode-se inferir que a linha matematizada concentra o foco do ensino nos produtos da física, enfatizando a utilização das leis, teorias e princípios expressos em linguagem matemática para a compreensão dos conhecimentos da física. Assim, o mais comum, nessa linha, são práticas pedagógicas que enfatizam a memorização de equações e fórmulas para que depois sejam aplicadas na resolução de problemas. Imagina-se a física como um pacote de conhecimentos prontos para serem transmitidos aos alunos, sendo a matemática o veículo responsável pelo correto funcionamento deste canal de comunicação.

Essa proposta de ensino de física, na qual as fórmulas e equações predominam sobre os conceitos, é comum em “instituições de ensino tradicionais”, onde o professor aparece como o detentor do conhecimento e o aluno figura apenas como um mero expectador e repetidor das verdades científicas.

Nessa abordagem, as competências dos alunos estão intrinsecamente relacionadas à resolução de exercícios, e o foco dos processos de ensino e de aprendizagem está no desenvolvimento da habilidade de se resolver expressões algébricas para obter as respostas esperadas.

A mera repetição de equações antes da reflexão sobre os conceitos e a teoria física acaba por gerar nos alunos uma idéia pragmática sobre a ciência, esvaziada de discussões e argumentações mais elaboradas sobre os fenômenos. Sobre esse respeito, D’Ambrosio (1994, p.14) alerta que

“Em nome de uma suposta essencialidade de se aprender certas coisas, que na maioria servem apenas para brutalizar o aluno e, se possível, imbecilizar o futuro adulto, [os professores tradicionais] não abrem espaço para o essencial na educação”.

Durante o período militar no Brasil, e ainda hoje em muitas instituições menos libertárias, esta forma de ensino predominou, gerando entre os alunos daquela época e, entre eles, alguns atuais professores de física, uma concepção equivocada do que realmente seja a física e qual sua contribuição mais nobre para a humanidade. Segundo Freire (2000, p.37).

“Transformar a experiência educativa em puro treinamento técnico é amesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador”.

Embora o papel da matemática tenha sofrido grandes mudanças nas pesquisas em ensino de física, os livros didáticos atuais ainda carregam e reforçam a visão veiculada nas propostas curriculares matematizadas da física. Como exemplo, apresento um pequeno trecho transcrito de um dos mais tradicionais livros didáticos de Física, utilizados pelas escolas da rede de ensino de São Paulo. Trata-se do livro Física, de Ramalho et al. (1979), capítulo 1, seção “Física e Matemática”, citado por Pietrocola (2002, p. 98), onde pode-se ler:

“A matemática ajuda muito a Física, simplificando a compreensão dos fenômenos. Uma fórmula matemática em um fenômeno físico é uma ajuda para sua compreensão e nunca deve ser assustadora para você. Uma longa explicação é necessária para chegarmos ao fato de que a energia de um corpo em movimento depende de sua massa e de sua velocidade; no entanto, recorrendo à matemática, obtemos a fórmula: $E = m.v^2/2$. Essa fórmula estabelece que a energia E é diretamente proporcional à massa m e ao quadrado da velocidade v ; e também, que a energia depende da massa m e da velocidade v . Assim, aos poucos você terá de aprender a ler uma fórmula a ler uma fórmula e utilizá-la a seu favor”

No texto, o autor sugere que a matemática faz o papel de “intérprete” entre o mundo real e o mundo dos fenômenos substituindo, com economia, a nossa linguagem natural (de palavras). Assim, a fórmula sintetiza a ideia por trás do conceito físico que, como sugere o autor do livro, seria muito mais difícil de expressar através de palavras.

Quando voltamos nossa atenção para os processos de ensino e de aprendizagem de física idéias semelhantes se mostram presentes. Olhamos, por exemplo, para os movimentos dos corpos na natureza e tentamos descrevê-los usando modelos que “imitam” a realidade a partir de circunstâncias especiais idealizadas que buscam testar a validar hipóteses e conceitos, através de uma linguagem matemática formal.

Além disso, os recursos didáticos para o ensino desta área estão basicamente restritos a lousa e giz, o que torna a visualização dos fenômenos uma tarefa das mais difíceis para os alunos e também dos professores que precisariam ser exímios

artistas para representar os esquemas e figuras necessárias para melhor compreensão dos fenômenos.

Autores como Rosa e Rosa (2005, p.2), afirmam parecer consensual entre as pesquisas apresentadas nos principais eventos de ensino de física e periódicos do país que, da forma como a física vem sendo apresentada nos livros textos e, por conseguinte, nas salas de aula, o seu real propósito vem sendo distorcido e distanciado de seu foco. Os estudos de Neto e Pacheco apud Rosa e Rosa (2005, p.2), relacionadas ao ensino de física, demonstram que

[O ensino de física] tem assumido o caráter de preparação para resolução de exercícios de vestibular. Para esses autores, a situação é comprovada ao observarmos o uso indiscriminado de livros e assemelhados recheados de exercícios preparatórios para as provas de vestibular e que, na sua essência, primam pela memorização e pelas soluções algébricas. [...] os autores dos livros estariam dando essa ênfase demasiada nos vestibulares, como forma de mostrar a sua preocupação com o futuro do aluno.

Esse retrato da realidade das salas de aula mostra que, por um lado, o foco do estudo da física tem sido desviado em detrimento de se obter aprovação em concursos vestibulares, em instituições de ensino superior, descaracterizando a essência da curiosidade humana de interpretar e compreender o mundo em que vivemos.

Por outro lado, há uma necessidade de sistematizar e formalizar as leis da natureza e, para isso, é preciso dominar alguns conhecimentos matemáticos que, quase sempre, são de difícil compreensão e se mostram como obstáculos para o aprendizado das idéias físicas.

Nesse sentido, é preciso deixar claro que os modelos matemáticos desenvolvidos no ensino de física possuem um sentido agregado ao fenômeno em estudo, que suas variáveis possuem um significado, não constituindo um conjunto de símbolos vazios. Assim, consideramos que seja necessário procurar alternativas com outras propostas de ensino que incorporem tal conhecimento mas que possam ser mais atraentes para o educando no ensino de física. No próximo subitem discutiremos uma dessas alternativas: as propostas de ensino conceituais.

2.2 – As propostas de ensino “conceituais”

Atualmente pode-se verificar na literatura da área uma crescente discussão a respeito da função do ensino de física parecendo surgir uma opinião majoritária, entre os pesquisadores, segundo a qual a prática do magistério dessa disciplina deva priorizar um nível mais conceitual unindo-se com a realidade do aluno. Além disso, a aula de física deve incorporar também a prática de valores éticos relacionados com a utilização de recursos naturais e de novas tecnologias, evidenciando assim, uma relação mais direta entre o conhecimento físico e o mundo cotidiano.

A linha conceitual defende um ensino de física mais pautado nos fundamentos dessa disciplina, na compreensão dos fenômenos físicos através da discussão, do debate entre as opiniões de posições diferentes. Acredita-se que as fórmulas matemáticas podem auxiliar na quantificação dos fenômenos, mas que só devem ser utilizadas a partir do momento em que os alunos já tenham adquirido uma certa compreensão dos conceitos envolvidos.

Segundo Carvalho Júnior (2002) a concepção conceitual se pauta em habilidades cognitivas que vão além da mera memorização. Não se trata de negar a importância da matemática no desenvolvimento da física. Ao contrário, quer-se ressignificar o seu raio de ação. Ou, como nos dizia o professor Pierre Lucie:”

Fujo, tanto quanto possível, do formalismo matemático... Cada dia mais. Não por teimosia idiota. Por convicção. Esclareço: não sou contra a matemática na física. Seria tão imbecil como ser contra o tear mecânico na tecelagem. Conheço bastante a Física para saber que o formalismo matemático é uma linguagem, uma ferramenta indispensável. Mas cujo domínio deve suceder, e não anteceder, a percepção. (LUCIE, http://www.cen.g12.br/f2g/jornal/vol_01_n04/jornal0104.htm, 20/03/2000).

É preciso reencantar a educação modificando a prática pedagógica, tornando a experiência educativa algo prazeroso, pois a aprendizagem é um ato que eleva a auto-estima e torna o aluno mais capaz de desenvolver seu espírito crítico e sua autonomia. Para isto, o ensino de física deve estimular situações de aprendizagem nas quais os alunos possam debater suas idéias de tal forma que eles possam assumir um papel mais ativo no seu próprio processo de aprendizagem.

Como exemplo de aplicação da abordagem mais conceitual de ensino de Física se destaca o esforço feito pelo GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de

Física) – fundado em 1984 e composto por professores universitários da USP e do ensino médio de escolas públicas do Estado de São Paulo – que procura tratar os conceitos de Física abordando sua relação com os elementos vivenciais do aluno como ponto de partida para o professor formular os conceitos e elaborar os esquemas formais. O objetivo do GREF é conjugar o caráter prático e transformador com a exigência teórico-universalista da física. Tanto o material didático como os cursos oferecidos são dirigidos a professores interessados em um programa de ensino mais objetivo, capaz de despertar nos alunos o interesse pela física a partir das suas experiências do dia-a-dia.

Na proposta conceitual, as atividades em grupo são incentivadas e o ensino por projetos, pesquisa e ação é apresentado como uma necessidade que traz perspectivas desejáveis quanto ao desenvolvimento da emancipação do indivíduo, seja por seu caráter contextualizador e interdisciplinar, seja pela motivação que proporciona aos estudantes. Nesse sentido, “... é interessante lembrar do uso de recursos de comunicação como vídeos e infográficos e todo o mundo da multimídia; das técnicas de trabalho em equipe” (BRASIL, 1999, p.106).

Além disso, nas propostas conceituais, há uma preocupação com a contextualização do ensino de física. A conceitualização deve vir após a discussão do fenômeno em estudo. A nova legislação para o Ensino Médio parece estar em sintonia com esta questão. Os *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)*, por exemplo, reconhecem que

... o ensino de Física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. [Que] privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos (BRASIL, 1999, p.229).

Consideramos que as idéias associadas a linha mais conceitual de ensino de física são mais adequadas a formação do cidadão do século XXI principalmente em se tratando de um currículo de “ciências para todos”. Nesse sentido apresentamos no próximo capítulo, uma proposta curricular que se anuncia em consonância com a linha conceitual de ensino de física e que corresponde a atual proposta curricular de física para o primeiro ano do ensino médio do estado de Minas Gerais: O Conteúdo Básico Comum (CBC) de Física.

3 – O CBC- FÍSICA

De acordo com o CBC o currículo de Física deve estar voltado para a educação geral do cidadão, abrindo perspectivas para a formação profissional do estudante e possibilitando a aquisição de uma cultura técnica e científica básica. Por outro lado, o currículo também deve oferecer os conhecimentos básicos para aqueles alunos que desejam ingressar em cursos superiores ligados as carreiras tecnológicas ou científicas.

Nessa proposta curricular, a Física é caracterizada como uma atividade científica produtora de princípios, leis e modelos gerais. A coerência interna entre os princípios, as leis e os modelos que constituem uma teoria, bem como entre a teoria e os fatos que ela procura explicar, marcam a busca pela generalidade e universalidade dos conhecimentos científicos. São justamente essas características que podem ajudar os alunos a admirar essa ciência, desenvolvendo também competências e habilidades de investigação que podem ser transferidas para outros contextos da vida cotidiana dos estudantes.

Nos conteúdos selecionados nesta proposta curricular, procurou-se focalizar os elementos da física considerados essenciais para a formação cultural-científica do cidadão dos dias atuais, sugerindo uma abordagem mais fenomenológica e deixando para os anos seguintes a abordagem mais dedutiva e quantitativa propostas nos Conteúdos Complementares.

O CBC procura proporcionar as condições para que ocorra uma aprendizagem de qualidade com o objetivo de auxiliar a constituição de um sistema de ensino de alto desempenho para os estudantes mineiros.

Estabelecer os conhecimentos, as habilidades e competências a serem adquiridos pelos alunos na educação básica, bem como as metas a serem alcançadas pelo professor a cada ano, é uma condição indispensável para o sucesso de todo sistema escolar que pretenda oferecer serviços educacionais de qualidade à população. A definição dos conteúdos básicos comuns (CBC) para os anos finais do ensino fundamental e para o ensino médio constitui um passo importante no sentido de tornar a rede estadual de ensino de Minas num sistema de alto desempenho. (CBC-Física-SEEMG, 2007; pag.9)

Para concretizar este objetivo, há no documento oficial uma orientação metodológica que parece estar em sintonia com as recomendações propostas na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

A orientação metodológica sugerida é partir da observação e discussão dos fenômenos mais simples e avançar gradualmente na direção dos modelos explicativos que vão se sofisticando à medida que o tema vai sendo trabalhado. Espera-se que os modelos mais complexos de explicação dos fenômenos se complementem com o ensino dos tópicos complementares e mediante a interação com o ensino das demais disciplinas científicas do currículo. (CBC-Física-SEEMG, 2007; pag.11)

A aprendizagem significativa ocorre quando um novo conteúdo introduzido a um aluno passa a ter um significado específico para ele a partir da relação que este estabelece com seu conhecimento prévio. Quanto mais o novo conteúdo estiver relacionado, de forma substancial, com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia do aluno, mais próximo este aluno estará da aprendizagem significativa. Quanto menos se estabelecer essa relação, mais próximo o aluno estará da aprendizagem mecânica ou repetitiva. Segundo Pelizzari, Kriegl, Baron, Finck e Dorocinski (2001/2002)

“A teoria da aprendizagem de Ausubel propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, para que possam construir estruturas mentais utilizando, como meio, mapas conceituais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz.”

O CBC de Física foi organizado em torno de um grande conceito interdisciplinar: o conceito de energia. Este conceito, na concepção dos autores da proposta curricular de Minas Gerais, proporcionaria uma integração entre as disciplinas das ciências da natureza, ou seja de Química, Biologia e Física, e orientaria o conjunto de conteúdos básicos de física que todos os cidadãos mineiros deveriam possuir ao final do primeiro ano do ensino médio. Os conteúdos mais específicos dessa disciplina, e que correspondem aos anseios das diferentes regiões do estado de Minas Gerais, são contemplados no que se denomina “Conteúdos Complementares de Física”. Estes Conteúdos Complementares só devem ser explorados a partir do segundo ano do ensino médio, caso os estudantes já possuam o domínio das habilidades descritas como essenciais a todos os estudantes no CBC. De acordo com os autores da proposta:

Energia é o conceito considerado estruturante do CBC e todos os tópicos e fenômenos podem ser analisados e discutidos a partir do conceito de energia e sua conservação. (CBC-Física-SEEMG, 2007; pag.11)

No CBC o conceito de energia organiza-se sobre três eixos temáticos: (I) Energia na Terra, (II) Transferência, Transformação, e Conservação da Energia e (III) Energia – Aplicações. Cada um destes eixos temáticos apresenta-se dividido em temas, sendo que cada um dos temas é subdividido em tópicos. Finalmente estes tópicos são subdivididos em habilidades e estas últimas são descritas de forma detalhada no que se denomina “Detalhamento das Habilidades”. Na figura 01 reproduzimos a página 33 do CBC de Física para ilustrar esta estrutura.

Eixo Temático III Energia - Aplicações <i>Tema 7: Calculando a Energia Térmica</i>	
TÓPICOS / HABILIDADES	DETALHAMENTO DAS HABILIDADES
18. Medindo trabalho e calor 18.1. Saber distinguir situações sem que há transferência de energia pela realização de trabalho e/ou por troca de calor. (Número de aulas sugeridas: 5)	18.1.1. Saber descrever todas as transformações de energia mecânica que ocorrem quando um corpo desloca-se próximo à superfície da Terra. 18.1.2. Saber calcular a velocidade de um corpo que cai de uma dada altura, em queda livre, ao atingir o solo. 18.1.3. Compreender o conceito de calor específico de uma substância e sua unidade de medida. 18.1.4. Saber fazer conversões entre caloria e Joule e resolver problemas envolvendo estas unidades. 18.1.5. Saber calcular o aquecimento de um corpo quando uma determinada quantidade de energia (mecânica, elétrica, calorífica) lhe é fornecida. 18.1.6. Compreender o conceito de mudança de estado físico e de calor latente de fusão e vaporização de uma substância.
19. Primeiro princípio da termodinâmica 19.1. Saber calcular a energia transferida por realização de trabalho e/ou por troca de calor. (Número de aulas sugeridas: 5)	19.1.1. Compreender o primeiro princípio da termodinâmica: a quantidade de calor fornecida a um sistema é igual ao trabalho que ele realiza mais a variação de sua energia interna. 19.1.2. Compreender que o Primeiro Princípio da Termodinâmica expressa quantitativamente a Lei de Conservação da Energia. 19.1.3. Saber aplicar o Primeiro Princípio da Termodinâmica para resolver problemas envolvendo calor, trabalho e energia interna de um sistema.

Figura 01: Reprodução da estrutura do CBC de Física

Como podemos ver nesta figura, os conceitos físicos e suas associações com as leis, os princípios e as teorias da física, com os conceitos de outras disciplinas e com outros conceitos cotidianos só podem ser inferidos a partir da leitura dos Detalhamentos das Habilidades. Este novo contexto de associações é estranho a maior parte dos professores do estado e, por isso precisa ser explicitado para que esta nova proposta curricular possa atingir seus objetivos ao promover a aprendizagem significativa nos estudantes mineiros. Finalmente, no próximo capítulo apresentaremos um instrumento: os mapas conceituais, para analisarmos o CBC de Física em termos de sua fidelidade aos propósitos a ele atribuídos.

4 – OS MAPAS CONCEITUAIS E A DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Segundo Marco Antonio Moreira (1986), um Mapa conceitual se caracteriza como um poderoso instrumento, que pode tanto ser utilizado no ensino como recurso didático em salas de aula, quanto na análise da estrutura conceitual do conteúdo na estruturação e planejamento de currículos. Além disso, um mapa conceitual também pode ser usado como um referencial para a elaboração de verificações de aproveitamento, ou seja, como instrumento de avaliação.

Uma vez que a intenção do docente deve ser o de proporcionar uma aprendizagem significativa, a avaliação e diagnóstico de tal aprendizagem pode estar fundamentada na construção de mapas conceituais por parte dos alunos. Estes se constituem em uma forma de avaliação muito interessante, pois permitem que relações significativas existentes nas estruturas cognitivas dos alunos sejam desveladas em sua construção (MACHADO e OSTERMANN, 2005).

É muito comum as pessoas confundirem o mapa conceitual com um simples esquema, organograma, fluxograma. Entretanto, o mapa conceitual é muito mais do que isso. A distinção entre os diferentes usos dos mapas conceituais é conveniente porque destaca a versatilidade da técnica do mapeamento conceitual.

Estes instrumentos são construídos de tal forma que não há uma regra fixa ou um modelo rígido a partir do qual seria possível traçar um mapa conceitual único e correto. O mais importante é que no processo de construção deste instrumento ele possa evidenciar as relações e as possíveis hierarquias estabelecidas pelo autor do mapa entre os conceitos. Essas relações podem ser, por exemplo, de indução, definição de similaridade, e de atributo.

Um possível modelo para o mapeamento conceitual seria aquele no qual os conceitos mais gerais estivessem no topo da hierarquia e os mais específicos estivessem na base. Na parte intermediária do mapa estariam evidenciadas as relações estabelecidas pelo autor do mapa entre os demais conceitos estabelecidos em relação a estes dois pólos hierárquicos. Mapas conceituais não são auto-suficientes; é sempre necessário que sejam explicados por quem os faz.

AUSUBEL (1977) sustenta que cada disciplina tem seus próprios conceitos e métodos idiossincráticos de investigação, porém os conceitos podem ser identificados e ensinados ao aluno de maneira que formem um conjunto de informações estruturadas hierarquicamente. Desta forma, nesta monografia

utilizamos a técnica do mapeamento conceitual para compreender melhor os principais aspectos da proposta conceitual de ensino estabelecida no CBC de Física. A metodologia de construção dos mapas conceituais, de cada uma das 21 habilidades destacadas nos três eixos do CBC, seguiu os seguintes passos.

I) Identificamos os conceitos mais relevantes envolvidos em cada habilidade e os listamos em uma folha. A listagem já se iniciava com alguns conceitos. No caso, os conceitos associados ao “Eixo Temático”, ao “Tema” e ao “Tópico” sempre constavam na página que estaríamos fazendo a análise. Assim, o maior trabalho para realizar o passo 1 consiste em fazer a leitura do Detalhamento das Habilidades propostas para cada habilidade e listar os conceitos abordados.

II) Numeramos os conceitos listados em ordem dos mais gerais (no topo da página) para os mais específicos abaixo, até que todos os conceitos estivessem dispostos em correspondência com o mesmo nível hierárquico horizontal que ele possuía em relação a ordem dos demais conceitos listados na da página. Conceitos com o mesmo nível hierárquico receberam o mesmo número;

III) Fizemos a disposição dos conceitos em caixas na página respeitando os níveis hierárquicos estabelecidos em 2 e conectamos os conceitos com linhas. Posteriormente, utilizamos palavras de ligação sobre estas linhas, preservando o sentido atribuído aos detalhamentos das habilidades de forma a estabelecer proposições fidedignas ao CBC com o objetivo de enriquecer a relação entre os conceitos ligados. Em função do tipo de associações visualizadas neste passo pode-se modificar o nível hierárquico atribuído aos conceitos em II.

Como exemplo do nosso procedimento de análise, apresentamos abaixo os passos relativos ao processo de construção do mapa conceitual da habilidade (Calculando a energia térmica) que está ligado ao eixo temático III (Energia – Aplicações) como pode ser visto na figura 01.

I) Identificação dos conceitos mais relevantes da habilidade 18.1.

Eixo Temático III – Energia - Aplicações

- Energia

Tema 7: Calculando a Energia Térmica

- Energia térmica

Tópico 18: Medindo Trabalho e Calor

- Trabalho
- Calor

Habilidade 18.1: Saber distinguir situações em que há transferência de energia pela realização de trabalho e/ou por troca de calor

- Transferência de energia

Detalhamento das Habilidades 18.1.1 a 18.1.6

- Energia mecânica
- Velocidade
- Queda livre
- Calor Específico
- Aquecimento
- Energia elétrica
- Energia calorífera
- Mudança de estado físico
- Calor latente de fusão
- Calor latente de vaporização

II) Numeração dos conceitos em ordem hierárquica.

1 – Energia

2 – Energia térmica

3 – Trabalho

3 – Calor

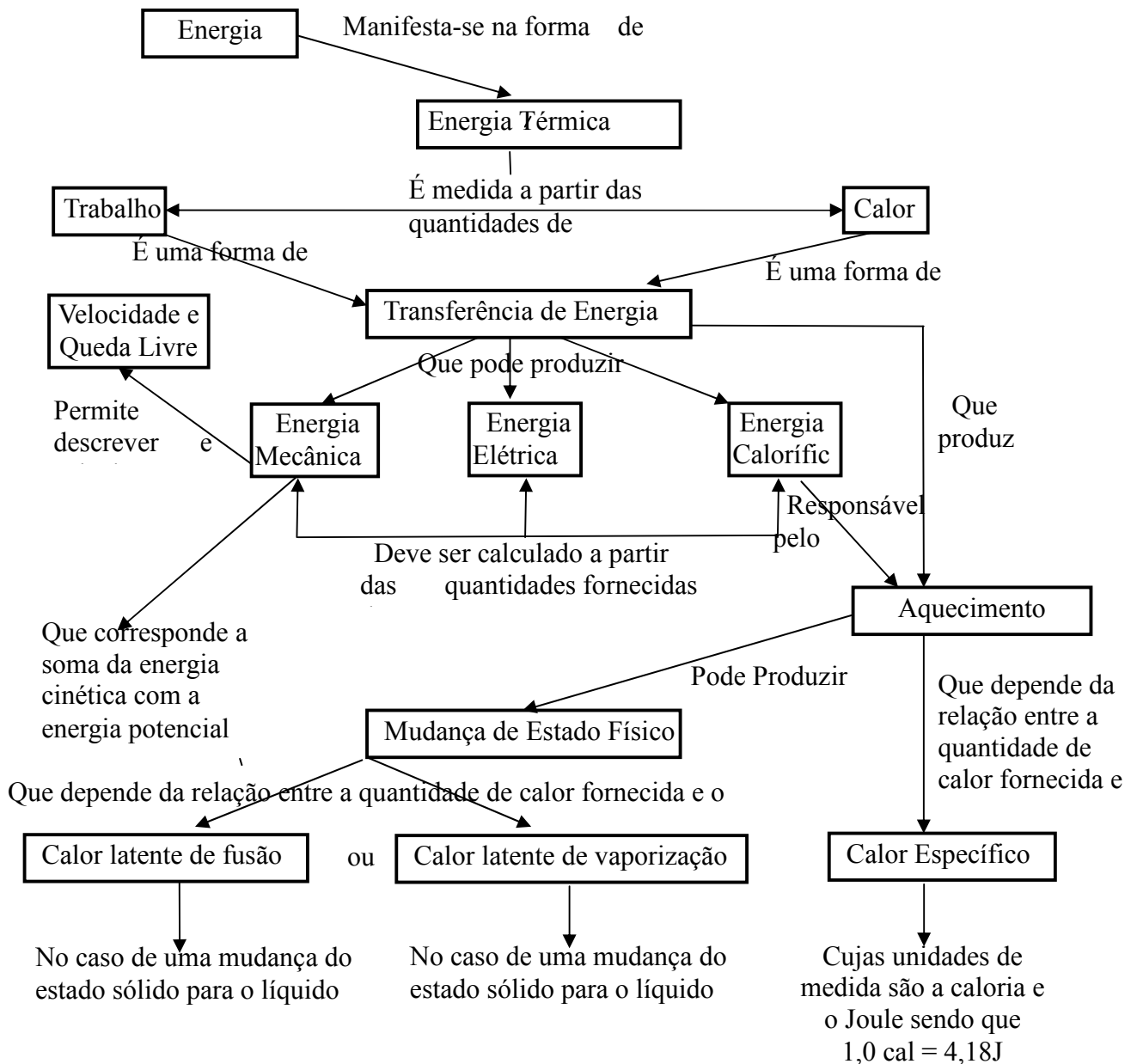
4 – Transferência de energia

5 - Energia Mecânica

5 - Energia elétrica

- 5 - Energia calorífera
- 6 - Aquecimento
- 7 - Mudança de estado físico
- 8 - Calor específico
- 8 - Calor latente de fusão
- 8 - Calor latente de vaporização
- 9 - Velocidade e Queda livre

III) Confecção do Mapa Conceitual respeitando-se a ordem hierárquica estabelecida em II.



Os mapas conceituais se mostraram um instrumento muito útil para analisarmos o CBC. Eles revelaram alguns pontos muito importantes da proposta que dificilmente seriam percebidos sem sua utilização. Em primeiro lugar há uma graduação de complexidade a medida que avançamos no CBC. Nos primeiros mapas, principalmente nos mapas do eixo temático I, vimos uma estrutura mais linear com poucas relações cruzadas entre os conceitos. Já no eixo temático III temos uma grande complexidade conceitual representada.

No mapa conceitual tratado no exemplo da página anterior pode-se notar a complexidade deste tema. No exemplo analisado os conceitos de velocidade e de queda livre não se ajustaram a estrutura conceitual proposta em nosso mapa. Embora seja perfeitamente possível tratar os conceitos de velocidade e de queda livre e sua relação com o conceito de energia mecânica, o tema “calculando a energia térmica” e os detalhamentos das habilidades descritas no documento pouco contribuem para que a referida relação ocorra. Tais conceitos estão, como se pode ver no mapa, deslocados dos demais e, para realizar sua associação com o conceito de energia mecânica recorreremos a forma tradicional de abordagem dos conceitos de energia cinética e potencial. Isto ocorreu em outros momentos de nossas análises e consideramos que seja importante refinar o CBC de tal forma que ele supere estas inconsistências.

Por outro lado vimos que o CBC representa uma grande inovação no que se refere a um tratamento mais conceitual da física. Embora descrito em termos de habilidades, os conceitos físicos são abordados de tal forma a proporcionar relações com o contexto cotidiano dos estudantes (principalmente nos dois primeiros eixos do currículo).

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

O ensino de Física é algo que deve ser pensado e trabalhado com muito cuidado e preocupação. Os alunos que têm como natureza a curiosidade sobre o mundo que os cerca, e ele deve estar devidamente preparado em termos conceituais e metodológicos. Desta forma, precisam de aulas com os conceitos relacionados à Física de um modo agradável, de modo a fomentar o interesse da criança pela ciência e proporcionar uma alfabetização científica séria e honesta.

Ao longo do trabalho apresenta-se uma reflexão em termos das dificuldades dos estudantes em compreender os conteúdos da física e sugere-se, a partir dessas duas formas de abordagens, a necessidade de desvincular tais dificuldades da disciplina de matemática e associá-las a aspectos relevantes e específicos deste conhecimento escolar.

Para se analisar o CBC de Física utilizou-se um instrumento de pesquisa e de ensino: os mapas conceituais, que permitiu uma melhor visualização da complexidade das relações entre os conceitos físicos dessa nova proposta.

O uso de elementos potencialmente significativos em nossas aulas, tais como os mapas conceituais, contribui para uma mudança desejada neste âmbito. Os mapas conceituais são uma poderosa ferramenta, e podem contribuir como elementos inovadores em nossa práxis docente.

Esta experiência tenta mostrar que como professores de Física devemos lançar mão de recursos metodológicos que estão ao nosso alcance. A utilização de mapas conceituais deve vir acompanhada de pesquisa, mas toda experiência docente deve estar assim fundamentada.

Nossas reflexões e análises sugerem a necessidade e a urgência de abandonar os bastidores dos cálculos matemáticos rumo a uma física que parta dos conceitos mais ligados ao cotidiano dos alunos e se dirija gradualmente a uma forma mais abstrata de pensar os fenômenos físicos. Para isto não é necessário abandonar a matemática e sim tratá-la em seu aspecto estruturador do conhecimento físico como uma linguagem necessária a compreensão de determinados aspectos dessa ciência.

Diante do exposto, pode-se dizer que as disciplinas de matemática e de física trilham juntas um mesmo caminho cujo objetivo primordial é o desenvolvimento da

curiosidade humana de interpretar e compreender o mundo e seus fenômenos.

Finalmente, os resultados deste trabalho sugerem a importância de explorar os mapas conceituais como um instrumento de ensino visando a melhoria do entendimento de professores e alunos sobre o conteúdo e os conceitos abordados no CBC que parece ser um currículo mais adequado para promover o desenvolvimento da compreensão do conhecimento físico numa abordagem mais conceitual.

BIBLIOGRAFIA

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

CARVALHO JÚNIOR, Gabriel Dias de. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 19, n. 1: p. 53-66, abr. 2002.

D'AMBROSIO, Ubiratan. As Novas Possibilidades Oferecidas pela Informática. In: **Ciências, Informática e Sociedade – Coletânea de Textos**. Brasília: Universidade de Brasília – Faculdade de Educação, 1994. p.26-28.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 14.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000a.

MACHADO, M. A.; OSTERMANN, F. **A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação na disciplina de Física na modalidade Normal**: relato de uma experiência em sala de aula. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2003, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/sys/resumos/T0439-1.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2010.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas Conceituais**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, 3(1): 17-25, abr, 1986.

PELLIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lourdes; BARON, Márcia Pirith; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel** Revista PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PIETROCOLA, Mauricio. **A matemática como Estruturante do Conhecimento Físico**. Caderno Brasileiro do Ensino de Física, v. 19, n. 1: p. 93-114, abr. 2002.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. **Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio**. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v.4 n.1 2005 Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf Acesso em: 16 nov. 2010.