

---

# Construção e Realidade: modelizando o mundo através da Física<sup>1</sup>

---

Maurício Pietrocola  
Departamento de Física - UFSC

## 1-Introdução.

O mundo se configura como um desafio constante a todos nós. Quando olhamos um bebê estabelecendo suas primeiras relações com o mundo que o cerca fica mais fácil entender isto. Os primeiros passos, as primeiras palavras e outras façanhas da infância se apresentam como desafios que temos que suplantar no longo caminho de adaptação ao meio em que vivemos. Tais desafios não se limitam ao início da vida; diversificam-se e complexificam-se, tornando-se uma constante em nossas vidas. De meramente psico-motores, passam a ser desafios à nossa capacidade de entendimento<sup>2</sup> das situações que nos cercam. Se no início da vida os desafios são praticamente compulsórios, dada a necessidade de sobrevivência, à medida que crescemos vamos adquirindo a possibilidade de escolher àqueles sobre os quais nos deteremos mais longamente. Com a acumulação de experiências de todo tipo, passamos a exigir não apenas o entendimento individual das situações vividas, mas também e principal um entendimento global do mundo em que vivemos. O desafio passa a se incorporar às diversas situações vividas como parte de um todo coerente. Constrói-se então, uma *visão de mundo*. Seja por interesse pessoal, por necessidades materiais, por valorização social, ou outro motivo qualquer, ampliamos, modificamos, e eventualmente substituímos esta visão de mundo ao longo de nossas vidas. Neste processo, buscamos *dar sentido* às situações vivenciadas, ou seja aos desafios enfrentados. Mobilizamos todas as formas disponíveis de entendimento, incluindo-se aí crenças e ideais pessoais, tradições familiares e culturais, entre outras, num mútuo ajuste entre o mundo exterior e nosso mundo interior. Entram em jogo as diversas facetas da nossa consciência, sejam elas racionais, sentimentais, emocionais, mediadas pela visão de mundo já construída.

Por vivermos em grupos (família, amigos, ambiente de trabalho etc.) dirigimos nossa atenção ao mundo como um misto de interesses pessoais e sociais. As relações de amizade na infância, assim como as de trabalho na fase adulta geram entendimentos que marcam nossas vidas para sempre, sendo determinantes no processo de construção continuada de nossa visão de mundo. Tais relações são importantes para o desenvolvimento de nossa capacidade de entendimento, pois aprendemos a lidar com o aspecto humano do mundo cotidiano. A vivência em comunidades ao mesmo tempo que complexifica nossa visão de mundo, também

---

<sup>1</sup> Publicdo no livro *Ensino de Física: conteúdo, epistemologia e metodologia numa abordagem integradora*, Pietrocola, M. (org.), 1999, UFSC.

<sup>2</sup> "Entendimento" estará sendo utilizado neste texto com um sentido amplo. Poderá tanto designar o entender como o "conhecer contemplativo", isto é sem nenhum objetivo prático, como também o "conhecer prático", que gera ações frente a problemas .

contribui com nossa capacidade de entendimento. Incorporando boa parte do conhecimento produzido por nossos antepassados, não necessitamos re-inventar todas as soluções às situações vivenciadas, isto é, parte do nosso mundo não é propriamente construído, mas *descoberto* no sentido de apreendido enquanto uma construção sócio-cultural disponível. Os padrões de comportamento desenvolvidos frente às diversas situações presentes no mundo são incorporados às tradições de determinados grupos sociais e transmitidos às gerações seguintes. Esta prática pode ser encarada como a principal consequência da forma de vida social adotada pela espécie humana. Isto liberta nossa capacidade de entendimento para o enfrentamento de novos desafios. Parte deste entendimento por nós gerado pode ser incorporado ao patrimônio cultural a ser transmitido para as gerações futuras, num ciclo interminável de incorporação/produção/transmissão de conhecimento.

Boa parte desta tradição é disponibilizada no interior das famílias. Elas se configuram como locais de ensaio e erro, onde somos assistidos por nossos pais na tarefa de nos relacionarmos com o mundo. Porém nem tudo desta tradição pode ser transmitida pelos familiares. A escola, em particular, tem papel fundamental na elaboração desta visão de mundo. Ela enquanto instituição social incumbi-se de boa parte da tarefa de transmissão das formas de entendimento culturalmente estabelecidas em determinado momento histórico. Todo tipo de conhecimento sistematizado socialmente, ou seja, que transcendem o dito *senso comum*, fica a cargo da escola.<sup>3</sup> Ela tem como um de seus papéis sistematizar a transmissão das experiências coletivas passadas bem sucedidas e adaptá-las às necessidades atuais, visando preparar as futuras gerações para enfrentar o mundo de hoje. O currículo materializa este ideal, propiciando formas eficientes de apreensão dessa experiência anterior, sempre visando o crescimento individual, assim como autonomia e comunicação das pessoas no cotidiano.

O restante deste capítulo passará a analisar o quanto a escola tem cumprido o papel de transmissora de uma tradição que auxilia os indivíduos a adquirir uma visão de mundo adequada ao seu desenvolvimento pessoal e social. Ou seja, o quanto os indivíduos se beneficiam em sua vida cotidiana de tudo o que é ensinado na escola, pois disto depende o próprio progresso da sociedade e o bem-estar dos indivíduos que dela participam. Não procuraremos focar o ensino escolar como um todo, mas especificamente o ensino de Física, embora boa parte de nossa análise possa se aplicar a outras áreas do saber, em particular ao ensino das ciências naturais. Neste sentido, o ensino de Física deve ser pensado como integrante de uma saber científico a ser transmitido dentro das condições e contextos definidos pela escola. Isto significa dizer, que os objetivos do ensino de Física não se superpõem integralmente com àqueles presentes no contexto científico de sua produção.<sup>4</sup> A menos que se esteja pensando na formação de cientistas, o conhecimento Físico deve ser submetido às necessidades de uma educação propedêutica que permita aos indivíduos incrementarem seu entendimento sobre ao mundo em que vivem.

---

<sup>3</sup> Os critérios de seleção sobre quais elementos do saber devem ser ensinados não são totalmente claros. Eles são fortemente influenciados por critérios definidos no interior da própria sociedade. Para se ter uma idéia de como isto ocorre como o saber científico, ver o capítulo ?? deste livro, intitulado "A eletrostática como exemplo de transposição didática".

<sup>4</sup> Ver o conceito de *Transposição Didática* no capítulo ?? deste livro. Ver também Nehring et al (2000)

Nesse sentido, algumas perguntas podem ser colocadas como forma de encaminhar uma análise mais rigorosa sobre o papel desempenhado pela Física como parte da bagagem de conhecimento neste final do século XX. Como o conhecimento Físico pode auxiliar a conhecer o mundo que nos cerca? De que forma o conhecimento Físico pode ser utilizado para gerar ações no cotidiano? Como gerar autonomia em um cidadão moderno através da sua alfabetização científica? Questões desse tipo deveriam pautar a elaboração dos currículos de Física. O objetivo do presente capítulo será analisar a Física presente no Ensino Médio, tendo como referência a formação de não-especialistas, ou seja um ensino de Física para todos.

## 2- O conhecimento físico e o cotidiano

A Física é uma ciência da natureza e como tal se propõe a conhecê-la da forma mais precisa possível. Esta seria uma maneira preliminar de definir o conhecimento englobado pela Física. Para tanto, ao longo dos último trezentos anos ela desenvolveu um arsenal de instrumentos, teóricos e experimentais que auxiliam os físicos nesta tarefa. Este instrumental desenvolvido nada mas é do que o acúmulo de resultados positivos de pesquisas, que permitir inferir a obtenção de sucesso na sua utilização num futuro imediato. Veja que estamos propondo que **não** se pode conhecer a natureza sem *a priori*, ou seja, que se conhecer a natureza implica na existência de concepções pré-definidas. Neste sentido, o conhecimento Físico é o conjunto de enfoques *particulares* com passado de sucesso na tarefa de se entender a natureza. Deste processo resultou o que chamamos de *Mundo Físico*, ou seja uma forma também *particular* de conceber o mundo, construído ao longo de vários séculos de pesquisas.<sup>5</sup> Voltaremos a este assunto mais adiante.

A partir dessa definição podemos afirmar que o Mundo Físico está intimamente relacionada ao mundo cotidiano, pois a natureza faz parte de ambos. Fenômenos naturais presentes no cotidiano como o arco-íris, a chuva, os raios durante tempestades, as fases da Lua, dentre outros são objetos de conhecimento da Física. Além desses aspectos *genuinamente* naturais<sup>6</sup>, outros poderiam ainda ser também acrescentados, como a eletricidade que permite a iluminação de nossas casas e ruas, o aquecimento produzido pelos fornos de micro-ondas, as ondas eletromagnéticas emitidas pelos telefones celulares, a chapa fotográfica que habilita os médico a fazer diagnósticos, etc. O nosso cotidiano está fortemente povoado por equipamentos oriundos das tecnologias atuais, cujos princípios de funcionamento se relacionam, direta ou indiretamente, com conhecimentos Físicos. Computadores, leitores de CD, telefones celulares, fotocopiadoras entre outros povoam o cotidiano

---

<sup>5</sup> É bom que se diga que o conhecimento Físico não é fruto de um processo cumulativo de saberes localizados no espaço e no tempo. Longe disto, a Física é freqüentemente submetida a processos de ruptura, quando grande revisões nos seus pressupostos são feitas. Para saber mais, veja a abordagem de Thoms Kuhn sobre a produção de conhecimento físico, no capítulo ??? deste livro, intitulado "problemas e ???".

<sup>6</sup> É muito difícil distinguir o natural do não-natural. Em que medida a pequena descarga elétrica produzida pelo tubo de televisão e menos natural que aquele produzido numa tempestade? Se nos ativéssemos ao fato que ambos fenômenos são decorrentes de um fluxo direcionado de elétrons, não haveria forma de diferenciá-los. Porém, do ponto de vista da existência de cada um deles, acreditamos que o primeiro acontece, aconteceu e acontecerá independentemente da vontade e/ou da existência do homem, já o segundo só foi possível depois de inventada a televisão. Para mais detalhes, ver Robilotta 1985, Lenoble, 1969.

dos indivíduos desse final de século XX, de tal forma que o termo *tecno-natureza* tem sido utilizado para designar este ambiente tecnologicamente modificado.

Embora introduzidos em nosso cotidiano basicamente a partir do final do século passado como fruto de avanços científicos e tecnológicos, tais equipamentos não deixam de ser objetos de conhecimento da Física, pois a princípio podem ser explicados pelas mesmas leis e princípios que se aplicam aos fenômenos "genuinamente" naturais, citados inicialmente. Nesse sentido, vale realçar a tendência à *universalidade* como uma das principais características da Física; os físicos acreditam que as leis e princípios formulados para explicar situações aqui na Terra valem para todo Universo. Ao se analisar um fenômeno Físico, estamos partindo do pressuposto de que é possível aplicar a ele todas as leis, princípios, métodos experimentais e computacionais e demais técnicas científicas disponíveis<sup>8</sup>.

Atualmente grandes projetos necessários à manutenção das estruturas sociais alicerçam-se em conhecimento científicos e tecnológicos, como por exemplo, as Usinas para produção de energia elétrica, os satélites para comunicação, os sistemas de tratamento de águas, etc. Apesar de nem sempre comporem o cotidiano imediato dos indivíduos, nem por isso deixam de ser fundamentais para nossa vida em sociedade e dessa forma constituir-se em desafios ao nosso entendimento. Desta forma, o cotidiano de hoje oferece inúmeros desafios ao entendimento que podem ser melhor enfrentado com o domínio de conhecimento científico. Ao optar pela construção de uma Usina Nuclear é necessário conhecer minimamente os princípios de funcionamento da mesma. Sem isso, é impossível avaliar os riscos e benefícios locais e globais com a sua implantação.

Mesmo a tomada de decisões em escala individual pode ser melhor gerenciada de posse de conhecimentos científicos. A simples decisão quanto à realização ou não de determinado exame, como uma tomografia computadorizada implica num mínimo conhecimento científico. O mesmo valeria na escolha de tratamentos para um amigo ou familiar doente. A escolha da linha de atuação do médico, assim como os tratamentos prescritos, revestem-se de terminologia especializada, muitas vezes inacessível aos cidadãos pouco alfabetizados cientificamente.

Assim, o cotidiano moderno gera desafios ao entendimento muito diferentes daqueles de cinquenta, quarenta, ou mesmo dez anos atrás. A influência cada vez maior da tecnologia no nosso dia-a-dia, exige habilidades e atitudes que precisam ser aprendidas na escola. Hoje ser Alfabetizado Científica e Técnica (ACT)<sup>9</sup> é uma necessidade do cidadão moderno. Nessa direção, Fourez (1994) considera que a educação científica deva ser orientada na perspectiva da ACT. Isso define um contexto onde os saberes científicos procuram gerar alguma **autonomia**,

---

<sup>7</sup> O termo *Tecnonatureza* é muito utilizado pelos estudiosos das relações ciência tecnologia e sociedade. Ver Fourez, (1995).

<sup>8</sup> Ao utilizarmos a expressão fenômeno Físico, já procedemos a uma modificação da situação inicialmente analisada. Por exemplo, ao falarmos do fenômeno de polarização da luz está implícito que a atenção está voltada para o raio de luz e sua representação como onda. As demais características da situação analisada como por exemplo, a data (ontem ou a dois séculos) em que foi observada, assim como o local ( se no Brasil ou na China), a cor dos olhos de quem observou, o número de pessoas presentes no naquele momento etc, não são importantes. Isto indica que ao ser designado como objeto a ser estudado pela Física, ele já foi modificado, tendo sido adaptado aos interesses e possibilidades do estudo em questão.

<sup>9</sup>Ver nesse livro, capítulo ?????, sobre as relações ciência tecnologia e sociedade e o papel da educação científica. Ver também discussão de Fourez sobre o papel do conhecimento científico na tomada de decisão no cotidiano (Fourez, 1994).

possibilitando que o aprendiz tenha capacidade para **negociar** suas decisões, alguma capacidade de **comunicação** (encontrar maneira de dizer) e algum **domínio** e responsabilização face a situações concretas.

### 3- Conhecimento, ensino e utilidade

Embora essencial para entender o mundo de hoje e suplantando os desafios ao entendimento presentes em nosso cotidiano, a ciência escolar parece muito distante deste ideal. Para ter certeza disto, basta lembrar de algumas lições presentes no ensino tradicional de Física em Nível Médio.

Tomemos por exemplo, a *cinemática*, um dos primeiros tópicos tratados neste contexto. Ele é destinado ao estudo dos movimentos de corpos e inicia-se invariavelmente com o estudo do *movimento do ponto material*. Porém, quem já teve a oportunidade de observar o movimento de um ponto material no seu cotidiano? Na verdade, os pontos mais conhecidos aparecem nos livros e geralmente encontram-se **parados!** Os alunos devem se perguntar, ‘mas que coisa é essa que meu professor quer que eu aprenda? Para que estudar o movimento de uma coisa que na realidade sequer existe?’

Duas respostas imediatas poderiam vir à cabeça de um aluno: na primeira, o estudo do ponto material se justificaria, pois ele “cai” na prova! Ou seja, as regras do jogo são claras: o professor ensina, o aluno aprende e tudo é *medido* na avaliação; o sucesso na prova possibilita o acesso às etapas posteriores da escolarização e o reconhecimento social, manifestados principalmente no interior da família. Outra forma de justificar o estudo do movimento do ponto material seria mostrar que ele é uma forma **simplificada** de entender o movimento de corpos em geral. Nesse caso, situações reais presentes no cotidiano, como o movimento de uma pedra arremessada por um estilingue, ou o movimento de um carro numa estrada, seriam a origem e chegada desse estudo. A complexidade das situações enfocadas obrigariam a um *recuo estratégico* visando simplificá-la para poder posteriormente tratá-la realmente.

Em geral, o aprendizado da Física se impõe na escola através da primeira opção, ou seja o professor faz uso do poder de gerenciar o que foi definido como *contrato didático*<sup>10</sup> introduzindo os conhecimentos a sua maneira. Em se tratando de uma espécie de jogo estabelecido entre partes ( professor e alunos) na sala de aula, uma das regras básicas é que cabe aos alunos aprender para obterem sucesso nas avaliações; já ao professor, entre outras coisas, cabe produzir avaliações dentro das possibilidades dos alunos, isso é previsíveis a partir do que é ministrado na sala de aula. O mais interessante nessa forma de abordar as relações escolares, é que embora muito bem estabelecidas, tais regras são tácitas, pois o contrato perderia sua efetividade caso suas regras fossem explicitamente reveladas.

Não é de estranhar que ao término das avaliações, os alunos rapidamente se “esqueçam” de tudo o que foi “aprendido”. Em geral, poucos dias depois das provas, todo o conhecimento Físico se esvanece como cera exposta ao Sol. Os ainda

<sup>10</sup> O contrato didático se configura como um acordo tácito presente na sala de aula e sobre o qual são estabelecidas as relações entre professor e aluno. Para mais detalhes ver Astolfi e Develay, 1995

tradicionais exames para ingresso no ensino superior, os famosos *vestibulares*, são o exemplo mais contundentes do sentimento de "tempo perdido estudando Física". Embora haja enorme esforço e dedicação de vários candidatos em "aprender" Física para obter sucesso na disputa por uma vaga na Universidade, em geral, aqueles que optam por carreiras não-científicas pouco retêm desse conhecimento.<sup>12</sup> O conhecimento Físico passa a ser visto como um *lastro* que deve ser rapidamente abandonado, pois já tendo cumprido sua função no contrato didático anterior, passa a ser encarado como "cultura inútil".

Frente a um mundo repleto de estímulos e desafios que se alternam rapidamente, os conhecimentos tornam-se obsoletos rapidamente. O conhecimento promovido pelas aulas tradicionais de Física, por estabelecer poucas relações com o mundo real, e vincular-se quase que exclusivamente com o mundo escolar, é em geral visto como desnecessário. Um conhecimento cuja função limita-se à sala de aula, em particular para a realização de provas, é sério candidato a ser descartado. Os alunos terminam por estabelecer com ele vínculos *profissionais*, pois enquanto submetidos ao contrato didático portam-se como *profissionais da sala de aula*. Não estabelecem com o conhecimento vínculos que extrapolem a escola e suas exigências. Enxergar o conhecimento Físico como meio eficaz de entender a realidade que nos cerca garantiria vida pós-escolar ao mesmo, permitindo o estabelecimento de **vínculos afetivos**<sup>13</sup>, que seriam duradouros.

Na verdade, alguns textos didáticos e mesmo professores bem intencionados, procuram alimentar nos alunos a esperança de que aquilo que foi visto na sala de aula de forma teórica e abstrata se relaciona com a realidade cotidiana. Desenho de carros de fórmula 1 e aviões povoam os capítulos de cinemáticas dos livros didáticos, assim como motores a explosão, feixes de raios laser e satélites de comunicação em outros tópicos. Tais referências são formas de estabelecer a Física como uma ciência da natureza e mostrar que ela se debruça sobre objetos e situações reais. Embora isto seja essencialmente verdadeiro, a continuação dos capítulos desses livros e das aulas não mais fazem referência a estas situações reais. O que parece é que tais referências são colocadas como simples objetos motivacionais, "chamarizes" que acabam por tornar o ensino de Física enganoso. Os alunos aguardam ansiosamente o momento em que todo aquele conteúdo teórico, apresentado como simplificações tiradas diretamente do cotidiano, ganhe realismo e lhes capacite a melhor interagir com o ambiente em que vivem. Porém, em geral, este momento nunca chega.

O que se deve esperar de um conhecimento Físico que pouco se relaciona com a realidade cotidiana? Em geral, que ele sirva apenas para "passar de ano" ou seja para cumprir os requisitos presentes na escola.

Em geral, os conhecimentos que nos acompanham por toda vida, são aqueles que, de um lado, nos são úteis, e por outro, que geram algum tipo de prazer. É fácil atribuir aos conhecimentos Físicos a capacidade de ser útil. A discussão acima relacionada ao cotidiano tecnológico em que vivemos deixou isso claro. Mas será

---

<sup>11</sup> Na verdade, o termo aprendido aqui está mal empregado, visto que o mais comum é aceitarmos a idéia de que o que é significativamente aprendido não é facilmente esquecido. Moreira, 1999 para uma explanação sobre aprendizagem significativa.

<sup>12</sup> Para mais detalhes sobre o papel do vestibular no ensino de Física, ver Pietrocola et al, 1998.

<sup>13</sup> Sobre Afetividade e o ensino de Física, ver Pietrocola e Pinheiro, 20000.

que a Física pode ser fonte de prazer, assim como o é a música e as artes em geral? Acredito que sim, pois se através dela pudermos “enxergar” um mundo diferente daquele que se nos apresenta a percepção imediata, teremos sensação de ganhar intimidade com a realidade. E as relações vivenciadas intimamente são as mais susceptíveis de gerar prazer. Vejamos o que diz Robilotta, sobre este ponto:

"Existem outros modos (além do racional) de conhecer o mundo físico, é possível um relacionamento do tipo **sentimento**. Um tal modo de conhecer é caracteristicamente não formal, pode ser não verbal e acontece num mundo de coisas às quais se atribui um certo grau de **realidade**. O acesso a esse mundo é feito por meio de sensações, palavras, imagens e intuição, e a mente busca a intimidade do objeto a ser conhecido. Neste tipo de conhecimento não existe a clareza fria da razão.”<sup>14</sup>

Este posicionamento pode parecer "romântico" e fora dos objetivos de um curso de ciências. Seria mais comum associar este tipo de declaração ao ensino das artes, como teatro, música, pintura, etc. Porém, a declaração de uma aluna da licenciatura, solicitada a se manifestar sobre a abordagem dada ao tema "cores" num livro didático de Física, vai na mesma direção:

“Essa incompleta no entendimento [gerada pela falta de profundidade na abordagem] acaba por desestruturar aquela que é a idéia principal em citar coisas do dia-a-dia,” ou seja, a de “o aluno compreender a natureza, criando uma agradável **sensação de “poder”** perante isto e notar que tudo dentro da Física é sim muito útil e se a ele [ ao aluno ] é pedido que faça muitas contas 'chatas' [como cálculos e exercícios] é para que tenha o raciocínio desenvolvido o suficiente para entender muitas coisas”<sup>15</sup>.

Sua análise engrossa os argumentos até aqui levantados para entender parte dos malogros do ensino de Física. A jovem manifestou *a agradável sensação de poder perante a natureza*. Talvez teria sido melhor dizer *agradável sensação de intimidade com a natureza*, significando compreensão no seu nível mais profundo, quando se conhece para além das aparências. Nesta interpretação, intimidade com a natureza tanto pode resultar em ações transformadoras visando a realização de projetos individuais ou coletivos, ou em “sentimento de afeição”, resultante da busca vitoriosa de entendimento do que se esconde por trás dos fenômenos naturais. A intimidade com a natureza gerada pelo conhecimento Físico resulta na ampliação da visão de mundo, pois é possível nestes casos vislumbrar uma realidade não imediata. Este tipo de sentimento é muito próximo daquele gerado no contexto da prática religiosa ou mística; acessa-se um nível de realidade através das práticas específicas, como a fé, a meditação etc. O sentimento de realidade é fruto do vislumbrar de um novo mundo coerente, plausível, mas até então desconhecido.

---

14 " Robilotta,, 1986, pag. 8.

15 Trabalho sobre “Avaliação de modelos em livros didáticos de Física” da aluna Rafaela Rejane Samagaia, realizado ao longo do curso de aperfeiçoamento em Ensino de Física: Pró-ciências/CAPES-UFSC-SED.SC. Os grifos no texto foram acrescidos ao original

## 4 - Construção e realidade

Mas como se ensina visando o estabelecimento de um conhecimento do tipo sentimento com o mundo Físico? Como garantir uma aprendizagem que capacite os alunos a ganhar *intimidade* com o mundo através do conhecimento. Parece-nos condição básica mostrar que o conhecimento nos revela uma faceta do mundo até então desconhecida. Ou, de outra forma, parece que a intimidade é gerada pelo sentimento de estarmos diante de algo que é ao mesmo tempo novo e velho; velho pois se trata do mundo cotidiano que temos contato ao longo de muito tempo; novo pois aprendemo-lo de outra forma, como se fosse de uma perspectiva nunca antes adotada. Isto passa pela tomada de consciência de uma nova *realidade*, acessada através do conhecimento Físico aprendido.

Para levarmos nossos alunos a atingirem este *estado de sentimento* devemos ensiná-los a construírem este acesso ao mundo. Se queremos que os alunos ampliem seu sentimento de realidade sobre o mundo através do conhecimento Físico é preciso que um dos objetivos de ensino seja a construção dos pré-requisitos necessários para isto. Porém, diferentemente do que possamos pensar, nossa apropriação do sentimento de realidade se dá de maneira complexa. Todo acesso ao mundo é indireto, mediado por formas de compreensão preexistentes. Num primeiro momento esta afirmação poderá parecer absurda, pois aparentemente a realidade é algo *concreto*, composta de *objetos* dos quais nos apropriamos diariamente de forma imediata? Onde reside a complexidade de ações deste tipo?

Para entender isto, será necessário primeiramente promover um pequena discussão acerca do termo realidade e sua significação.<sup>16</sup>

O mundo cotidiano, habitado pelos objetos que encontramos todos os dias, como carros, árvores, casas, ruas, etc é o que concebemos como sendo a **Realidade** existente. Ela foi escrita com letra maiúscula por que a concebemos como única, imutável e permanente. Assim, devemos inicialmente definir o nível de realidade que nos é mais imediato como realidade cotidiana ou realidade associada ao mundo cotidiano. Este mundo é aquele que partilhamos com boa parte do indivíduos com quem convivemos e percebemo-no de maneira pouco refletida. A comunicação no dia-a-dia é fortemente baseada neste mundo cotidiano. O sucesso nesta tarefa evidencia que o compartilhamos com os indivíduos que nos rodeiam e mesmo com aqueles que não nos são tão próximos. Ao nos referirmos a coisas do mundo temos certeza de sermos entendidos, pois *sabemos* que nossos interlocutores partilham do mesmo mundo que nós, inclusive atribuindo aos objetos que neles existem os mesmos nomes e significados. Ao dizer palavras como caneta, pedra, vaca, raiz, etc estamos na verdade exprimindo-nos sobre formas de representação pré-estabelecidas dentro de determinado grupo social.

Dentre os elementos que encontramos na realidade cotidiana estão presentes não somente objetos como canetas, pedras e outros. Aromas e melodias, por exemplo também são *objetos* reais. Sua inclusão como elementos da realidade pode ter gerado alguma surpresa por não serem eles **materiais**, entretanto fazem parte dela, na medida em que podem ser pensados enquanto unidades de conhecimento e

---

<sup>16</sup> A discussão a seguir sobre a construção do conceito de realidade no cotidiano é inspirada nos livro de Berger e Luckmann, intitulado *A construção Social da Realidade* de 1985.



significação, sendo relacionados com os demais objetos que povoam nosso cotidiano. Por exemplo, posso me referir às melodias que ouvi ontem no rádio ou aos aromas que lembram minha infância. Ao pronunciar estas palavras estou mostrando que tais objetos são tão reais como a pedra que chutei na semana passada e me deixou uma cicatriz no pé esquerdo. A distinção entre coisas materiais não diminui o grau de realidade dos objetos. No mesmo sentido, os seres vivos, sejam eles animais como vacas, pardais e lagartixas, vegetais como árvores, rosas e samambaias, ou seres humanos também fazem parte deste mundo real, pois convivemos com alguns deles diariamente e podemos aprender a conhecer suas características, seus hábitos, suas preferências e sensibilidades. Ou seja, algumas de suas características importantes podem ser aprendidas e utilizadas para reconhecê-los. Mesmo quando algumas delas se modificam no tempo, é possível continuar a considerá-las como coisas, pois as mudanças em geral não são tão drásticas a ponto de que se tenha a sensação de se encontrar frente a novos objetos a cada instante. Assim, temos o sentimento de viver num mundo **real e concreto**, no sentido de que podemos tratar tudo que lá existe como *coisas* reais. Além disto, sou capaz de produzir ações eficazes neste mundo real, quando por exemplo me desvio de um buraco ou quando evito sair sem guarda-chuva num dia chuvoso. Sinto o mundo real quando sou capaz de distingui-lo do que não é real. Quando sonho que roubei alguém e ao acordar relaxo por saber que não terei problemas com a polícia, estou exercitando meu poder de distinção entre real e irreal.

Assim temos a sensação de viver imersos num mundo real imediato e único, composto de objetos imutáveis e com mesmo significado para mim e para os demais seres humanos. Porém este é apenas um nível de realidade do mundo, pois este mesmo mundo pode de alguma forma variar. Até os objetos materiais que povoam o cotidiano podem se modificar em função do contexto. Por exemplo, as mesmas árvores que encontro todo dia no meu caminho para o trabalho e que praticamente não chamam minha atenção, têm um significado novo para um botânico. É possível que ele as agrupe segundo características precisas; avalie seu crescimento ao longo do tempo; acompanhe seu estado de saúde e mesmo vislumbre alguns tipos de cuidados especiais que deveriam ser tomados. O mesmo aconteceria com uma pilha de livros velhos e empoeirados deixados no sótão de uma casa. Um "catador" os veria apenas como papel a ser pesado e vendido, pois disto depende a sobrevivência de sua família. Para um historiador, poderia tratar-se de fontes de informação inestimável, que resolveriam alguns problemas históricos cruciais. Embora se trate sempre dos mesmo elementos, a realidade<sup>17</sup> a eles associada pode variar muito.

Tomemos outro exemplo, extraído do filme "os deuses devem estar loucos",<sup>18</sup> exibido na década passada e que fez relativo sucesso no cinema. Este filme ambientado na Austrália conta a saga de um nativo que se vê incumbido pelo seu povo da missão de devolver à civilização uma garrafa de *coca-cola*. A garrafa literalmente "cai do céu" ao ser atirada de dentro de um pequeno avião, dando a

---

<sup>17</sup> Muitas vezes ao mencionarmos o termo *realidade* estaremos na verdade nos referindo ao *sentimento de realidade*. Estes dois sentidos se superpõem freqüentemente, pois em geral nos referimos à realidade como resultante de nossos mecanismos de percepção. Neste sentido, o que entre em jogo é o sentimento de realidade associado ao processo de percepção. A menos que estejamos falando de realidade no sentido ontológico, isto é da sua dimensão última, do que ela é em si própria, estaremos identificando *realidade* ao sentimento de *realidade identificadas*

<sup>18</sup> Este filme pode ser obtido em vídeos locadoras e serve como metáfora para as discussões envolvendo a construção da realidade e sua dependência cultural.

impressão de que havia sido enviada pelos deuses. O novo objeto passa a ser cobiçado por todos os membros da comunidade por sua versatilidade na execução de diversas tarefas domésticas, gerando confusão na tribo. As tarefas para as quais ela é utilizada na tribo não se relacionam ao transporte de água, como poderíamos pensar. Ela acaba sendo usada para amassar, bater, espremer. No filme fica clara a mudança de significação e conseqüentemente de identidade do objeto ao adentrar na tribo. Isto pode ser entendido primeiramente pelo fato da água não ser um elemento susceptível de trocas no contexto do filme, além disto por o vidro ser desconhecido no local e finalmente pela água utilizada ser armazenada em outros tipos de recipientes. A *realidade* por nós atribuída ao objeto "garrafa de coca-cola" e seu realismo não evitaram que ela fosse susceptível de um processo de objetivação específico no interior da tribo. As idéias e interesses disponíveis no contexto local, isto é repletos de componentes culturais pré-existentes fez com que a "realidade" associada ao objeto "garrafa" fosse modificada quando esta passou a ser apreendida por estes indivíduos. Por se tratar de um novo elemento no seu mundo cotidiano, ele foi apreendido segundo os interesses e idéias localmente definidas. Caso não houvesse tanta confusão gerada pelo seu aparecimento, sua perenização na tribo poderia gerar objetivação, diminuindo com isto as formas subjetivas de apreensão pelos diversos membros da tribo. Caso isto ocorresse, teria se produzido a *standartização*<sup>19</sup> do elemento garrafa, gerando o objeto garrafa no mundo cotidiano da tribo.

Em linguagem mais técnica diríamos que inicialmente um novo elemento introduzido num meio gera representações idiossincráticas (individuais) e por conseguinte subjetivas na medida em que ganham sentido particular para cada um; interesses comuns, comunicação e troca de experiências entre os indivíduos presentes neste meio geram necessidade de padronização. Disto resultou a construção de um *objeto* que daqui para frente passaria a ser considerado como uma parte da realidade cotidiana desta comunidade, integrando desta forma o mundo cotidiano destes indivíduos. A percepção do mundo envolve, então, *objetivações* de processos e significações subjetivas, pois dizem respeito a coisas com as quais temos sempre relações individuais, porém mediadas por *interesses* e *idéias* que forjadas em coletividades. O fato de não podermos apreender diretamente o mundo implica na impossibilidade de se atingir um nível de realidade absoluta. Ou seja, somos obrigados a construir dia a dia nosso **sentimento de realidade**. Neste sentido, podemos dizer que todo sentimento de realidade é fruto de processos de standartização de representações inicialmente subjetivas, que resultam em objetos a serem considerados como reais. O mundo cotidiano seria então o resultado deste processo de construção de objetos com validade social.

Porém se os objetos construídos enquanto partes deste mundo são importantes e portanto carregam consigo uma parte do sentimento de realidade, eles não o esgotam. O sentimento de realidade alicerça-se também nas mútuas relações estabelecidas entre os objetos que povoam o mundo. A idéia de realidade tem como atributo fundamental o fato de fazer sentido aos indivíduos. O cotidiano em particular apresenta esta característica de forma muito intensa. Tanto que nos referimos a ele em geral pela série de situações que se repetem no fluxo temporal. A rotina é uma das características mais importantes do cotidiano. Identificamos nosso

---

<sup>19</sup> Ato de tornar algo de domínio público, acessível a um grande número de pessoas

cotidiano com as atividades rotineiras que temos ao longo dos dias. Por exemplo, diríamos que o fato de determinada pessoa sempre acordar em determinada hora, tomar café da manhã e partir ao trabalho faz parte das atividades cotidianas do mundo dos trabalhadores. A repetição destas atividades não causa estranheza; já sua interrupção mereceria reflexão e busca de justificativa, quando por exemplo ficamos sabendo que ele adoeceu num suposto dia de trabalho e não saiu de casa. Esta justificativa nos parece convincente, ou seja dá sentido ao mundo, pois podemos entender que uma pessoa doente não pode cumprir sua rotina. Mesmo que aparentemente a quebra da rotina modifique nossa representação da realidade cotidiana, ela é recuperada pelo fato de conseguirmos entender a súbita mudança. Garantimos nosso sentimento de realidade ao dizermos que é "normal" no mundo dos trabalhadores, alguém doente não trabalhar.

Ainda seria possível conceber um mundo cotidiano diferente, embora ainda composto por seres humanos, que dormem acordam, tomam café da manhã e trabalham (mesmo que eventualmente). Um indivíduo que pudesse levantar-se todo dia, tomar café da manhã e jogar tênis, poderia ser entendido como pertencente a uma realidade cotidiana da *aristocracia* e seria entendida como uma realidade diferente daquela dos trabalhadores. Embora os objetos sejam os mesmos (pois mesmo um trabalhador pode jogar tênis!), sua organização global resultou numa realidade cotidiana diferente.

É importante notar que a **coerência** entre os elementos (sejam eles objetos ou situações) presentes nessa realidade torna-se ingrediente decisivo na constituição desse sentimento de realidade ao qual nos referimos anteriormente. Caso não tivesse sido possível recuperar a coerência na situação de eventos citados no exemplo do trabalhador doente, poderia pairar dúvida sobre o quanto ela seria real. Lembremos do sonho no qual roubei. A não-implicação criminal do meu ato foi assumida dentro de um contexto irreal, pois admiti que o sentimento que tive ao acordar, embora parecesse real, não era decorrente de ações num mundo real. Não havia necessidade de esperar conseqüências coerentes decorrentes deste ato. Caso eu fosse acordado por um policial que me indagasse sobre fatos ocorrido na noite anterior, teria indícios de que talvez o que pensei ser um sonho tivesse algo de real. Talvez sofresse de sonambulismo e não soubesse, o que novamente recuperaria o sentido do realidade, isto é a coerência entre os fatos.

Assim admitir que o mundo cotidiano no qual vivo goza de coerência amplia o foco de nossa discussão sobre a realidade do mundo ligada aos objetos nele presentes para as relações existentes entre eles, tornando-o um todo com organização coerente. A noção de realidade associada ao elementos do mundo pode variar de indivíduo para indivíduo, em função de interesses, necessidades e contexto social. Ao mesmo tempo, as próprias relações possíveis entre objetos presentes neste mundo podem fornecer níveis de realidade diferentes.

## **5 - Modelos Físicos e a realidade**

Mas como toda discussão acima pode ser importante para quem ensina/aprende Física? Isto fica mais claro quando lembramos que o Físico busca

conhecer o mundo. Ou seja, a Física constituiu-se numa forma coletiva e organizada de produzir representações **coerentes** sobre do mundo Físico, que é parte do mundo natural. Assim, podemos dizer que deste processo resulta um nível de realidade, que poderíamos definir como a *realidade Física*. Por se tratar de um processo de conhecimento encaminhado por seres humanos, a realidade Física possui características muito semelhantes àquelas descritas acima, para a realidade associada ao mundo cotidiano. Trata-se também de uma construção social, porém aperfeiçoada ao longo dos últimos séculos. O social envolvido se limita à sociedade científica que vem produzindo tal conhecimento, sendo também guiada por interesses e submetida a necessidades de comunicação. Isto imprime à realidade Física características particulares, que a diferencia da realidade no sentido cotidiano. Pois, os interesses e a forma de comunicação no interior da sociedade dos Físicos adquirem características distintas daquelas da sociedade em geral.

A Física tornou-se uma das primeiras ciências a se constituir após o renascimento. Encontramos nos trabalhos de Descartes, Galileu, Newton e contemporâneos, elementos que viriam a aglutinar uma prática de prospeção do mundo natural que se tornaria sistemática e produziria resultados interessantes. A separação entre corpo e alma, ou melhor a focalização do conhecimento sobre o mundo da matéria, o uso das experiências como forma de estudar os fenômenos naturais, e a introdução sistemática da matemática como forma de expressar as propriedades do mundo são alguns destes elementos. A continuidade dos estudos científicos introduziu novos elementos, gerou práticas regulares de conduta, ao mesmo tempo que introduziu novas formas de proceder. O fruto deste processo resultou numa prática científica standartizada, ao qual muitos se referem como *método científico*. No entanto, isto nada mais é do que uma forma de proceder legitimada pelo histórico de sucessos e erros da comunidade de pesquisa.

O conhecimento produzido pela aplicação deste saber científico gera uma forma coerente de conceber o mundo. Não o mundo em sua totalidade, mas uma parte dele, pois a forma de conhecer ditada pela ciência Física valoriza algumas facetas do mundo, ao mesmo tempo que exclui outras. Por exemplo, enquanto que o movimento da Lua é uma parte do mundo que foi/é motivo de intensos estudos na Física, os sentimentos causados pela Lua nos enamorados, por exemplo, já não é. Isto defini um mundo Físico que pode ser objeto de estudo dos métodos atuais praticados no interior desta comunidade científica. Isto não significa que os efeitos sentimentais do luar não possam vir a ser um dia objetos de estudo da Física, pois os procedimentos científicos são dinâmicos, modificando-se constantemente.

O conhecimento científico produzido nos estudos sobre o mundo traduzem uma forma de conhecer o mundo muito particular, revelando desta forma uma realidade diferente daquela acessível pelo leigo. A realidade Física é então resultado de um processo de interpretação do mundo, pautado por métodos e técnicas que se diferenciaram ao longo do tempo das práticas cotidianas. Esta interpretação particular do mundo, como também ocorre no caso da interpretação artística, religiosa, mítica etc resulta da capacidade criativa do ser humano. É incorreto considerar que o mundo se resuma a uma só realidade possível, assim como é também incorreto dizer que não há realidade alguma associada a ele. Pois tudo depende das formas utilizadas para conhecê-lo. As realidades estando sempre condicionadas às formas que procedemos para isto. Não há sentido em indagar-se

sobre a realidade absoluta do mundo, pois em geral não se trata de discutir sobre a realidade em si, como dimensão ontológica do mundo, mas sobre a atribuição possível de ser feita sobre esta realidade. A realidade cotidiana e a realidade Física associam-se ambas ao sentimento de *real* descrito no item anterior. Podemos nos referir a elas como níveis de realidade diferentes, pois se a primeira é acessível a qualquer cidadão ocidental vivendo no final do século XX, a segunda só é acessível àquele que se proponha a incorporar os métodos de proceder da ciência Física. Portanto as realidades são sempre noções relativas: ao conhecimento senso comum, ao conhecimento científico, ao conhecimento artístico etc. Enquanto que o sentimento de realidade é algo absoluto, pois não parece ser possível ao ser humano se passar de tal sentimento. Passamos toda nossa vida alternando nossas formas de perceber a realidade.

O conceito de *modelo* define com clareza este *jogo* entre a *realidade* e o conhecimento que a torna possível sua *construção*. No seu estado puro, o conhecimento se reveste de um caráter conceitual e aparentemente sem vínculos com a realidade. Tomemos, por exemplo, o Princípio da Inércia (ou para alguns a primeira lei de Newton). É fácil perceber que ela não se aplica diretamente ao mundo das coisas. Os objetos em geral não se comportam seguindo a premissa de manterem seu movimento na ausência de resultante de forças agindo sobre eles. Porém, podemos imaginar estes objetos como pertencentes a uma realidade, no caso a realidade Física construída através das leis da mecânica newtoniana. Assim objetos cotidianos pertencem às realidades cotidianas e são dotados de propriedades condizentes com este mundo; objetos Físicos pertencem às realidades Físicas, e são dotados de propriedades Física. No caso da realidade mecânica, tais objetos seriam completamente lisos e moveriam-se numa situação sem qualquer interação aero ou hidrodinâmica. Também não estariam sujeitos a nenhum outro tipo de interação Física efetiva, que pudessem alterar de alguma maneira o espaço onde estão imersos. Um tal objeto se constitui numa idealização de objetos conhecidos, visando integrá-los na forma de conhecer da ciência. Segundo Mário Bunge, a modificação de objetos cotidianos em objetos Físicos e a parte inicial do processo de modelização científica, onde produz-se o que ele definiu como um *objeto-modelo*. Ou seja, um objeto com propriedades que permite que ele seja integrado a uma teoria Física. Quando isto ocorre, o comportamento dos objetos-modelo passa a ser completamente definido pelas leis presentes no interior da teoria. No caso acima, o comportamento do suposto objeto do mundo mecânico seria comandado pelas leis de Newton, pelos Princípios de Conservação da Energia e da Quantidade de Movimento etc.<sup>20</sup> Dizemos neste caso que foi produzido um modelo Físico que diz respeito ao comportamento de móveis presentes na nossa escala de grandeza, em baixa velocidade, longe da ação de grandes massas. Este modelo Físico representa também um tipo de realidade Física, a qual poderíamos chamar de mecânica, não relativística, não-quântica, ou simplesmente Clássica.

## 6- Considerações finais

---

<sup>20</sup> Ver Pietrocola, 1998.

Esperamos com esta discussão ter deixado claro que a Física enquanto conhecimento, só poderá ser integrada ao patrimônio intelectual dos indivíduos caso ela possa ser percebida em ligação com o mundo que nos cerca. Se esta percepção não existe hoje, parece-nos que não se trata de uma deficiência implícita da Física enquanto área de conhecimento, mas pelo tipo de Transposição Didática realizada para o seu ensino.<sup>21</sup> É necessário mostrar na escola as possibilidades oferecidas pela Física e pela ciência em geral, enquanto formas de construção de realidades sobre o mundo que nos cerca. Isto implicará num conhecimento do tipo *sentimento*, que uma vez aprendido não será jamais esquecido por qualquer um que o tenha provado um dia.

## Bibliografia

Astolfi, J. P. & Develay, M., J. 1995 - *A didática das ciências*, editora Papirus, Campinas, 1995

Berger, P. e Luckmann, T., 1985 - *A construção social da realidade*, editora Vozes, São Paulo, 13ª edição de 1996.

Fourez, 1995 - *A construção das Ciências*, Editora da UNESP, São Paulo, 1995

**Fourez, G.**, 1994- *Alfabetisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Belgica, De Boeck Université, 1994.

Figueiredo e Pietrocola, 1997 - *Luz e cores*, editora FTD, São Paulo, 1997.

Figueiredo e Pietrocola, 1998 - *Calor e Temperatura*, editora FTD, São Paulo, 1998.

Lenoble, R. 1969 – *Histoire de l'idée de nature*, Editora Albin Michel, Paris, 1969.

Moreira, M. 1999- *Aprendizagem significativa*, Editora da UNB, Brasília, 1999.

Nehring, C., Silva, C., Trindade, J. Pietrocola, M. Leite, R. Pinheiro, T., 2000, “As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos”, *Ensaio*, UFMG, Belo Horizonte, (no prelo).

Pietrocola, M. ,Branco, N. Cruz, F., Cassol, T., Silva, J. 1998- *Relatório Vestibular*, mimeo, [www.fsc.ufsc.br](http://www.fsc.ufsc.br), (divulgação eletrônica, 1998).

---

<sup>21</sup> Dois livros de minha co-autoria propõem-se a apresentar o conhecimento Físico enquanto formas de modelizar o mundo. O primeiro deles, utilizado no curso Pró-ciências de 1998 e 1999, aborda os modelos Físicos sobre as cores presentes no cotidiano. O segundo realiza o mesmo objetivo sobre as situações envolvendo calor e temperatura. Ver Figueiredo e Pietrocola, 1997 e 1998.

Pietrocola, M., 1998 - “Modelos e realidade no conhecimento científico; limites da abordagem construtivista processual”, *Atas eletrônicas do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, outubro de 1998, Florianópolis, Santa Catarina.

Pietrocola M.e Pinheiro T. (20000 – “Modelos e afetividade”, *Atas VII Encontro de pesquisa em Ensino de Física*, Florianópolis, março de 2000

Robilotta, M. 1985 - *Construção e realidade no ensino de física*. Mimeo. São Paulo, IFUSP, 1985.

Robilotta, M. 1986 - O cinza, o branco e o preto - da relevância da história da ciência no ensino de Física", mimeo, IFUSP.