
O RESGATE DE UMA HISTÓRIA PARA O ENSINO DE FÍSICA¹

Marcos Cesar Danhoni Neves
Departamento de Física – UEM
Maringá – PR

Resumo

O presente trabalho aponta em uma direção qualitativa para o ensino de Física através de um resgate da história do aluno como indivíduo pensante e da história da Física em si como recurso didático e orientador do ensino.

I. Introdução

Em trabalho recente⁽¹⁾ foram traçadas algumas das convergências de discursos de professores em atividade sobre um tema amplo, que se resumia a uma interrogação: “o que é isso, a ciência?”.

A interrogação não apontava para uma resposta padrão, sinonímica. Ela apontava para uma busca qualitativa (fenomenológica) das essências que brotam do mundo da ciência, e da Física em particular, na perspectiva de cada indivíduo.

Reviver o espírito da experiência vivenciada por cada indivíduo foi estabelecer um movimento de retorno aos vários mundos concebidos na singularidade do viver humano contingenciado pela práxis escolar. Foi um reavivamento do fenômeno, de uma visão de mundo, estratificada em sedimentos profundos de um mundo ainda “pré-reflexional”.

Pré-reflexão porque ao ser, ao indivíduo, é negado (pelos vários mecanismos de transmissão do saber) sua auto-exposição sobre o mundo das coisas. Dão-lhe aulas sobre as coisas do mundo, mas dar-lhe aulas não é estabelecer uma compreensão singular efetiva. No processo da reflexão, e do mundo que dela emerge, captamos sujeitos revolta-

¹ Trabalho apresentado na V Reunião Latino Americana sobre Educação em Física, Porto Alegre (Gramado), Brasil, 24 a 28 de agosto de 1992.

dos com a memória, com a matematização excessiva (no pior sentido dessa matematização: o ensino formulístico), com a desmotivação, com a falta de embasamento e com a falta de liberdade para uma visão autêntica de mundo no debate com os pares. A imaginação, fenômeno singular, é varrida dos bancos escolares. O ser, enquanto professor e aluno, não visualiza o conhecimento, não o insere em “horizontes de inclusão”. Visualiza somente uma prateleira de conhecimentos, um saber tão “interessante” quanto a leitura integral de uma lista telefônica. O ser não se inclui na compreensão, não por um não querer, mas por mecanismos que abrem espaços ilimitados para a incompreensão e, portanto, para a pré-reflexão, fechando quase irreversivelmente o pouco espaço para o compreender efetivo.

Excluído da compreensão, o ser (o ser do aluno e o ser do professor) passa a não existir em suas reflexões. A visão de mundo exila-se na pré-reflexão e aí quase desaparece, porque não se abre uma janela para o mundo. O sentido do mundo da ciência não se estabelece e o ser passa a viver somente em suas contingências, limitadas cada vez mais por horizontes onde memória e repetição edificam profundos e obscuros calabouços da incompreensão.

No calabouço da incompreensão, da distância infinita das fontes originais do conhecimento, a ciência esvazia-se de seu significado primeiro, construindo, através da perpetuação da acumulação e da assimilação passiva de seus conhecimentos, um mundo ficcional de compreensões aparentes e de repetições mecânicas, estas sim verdadeiramente efetivas e eclipsadoras do conhecimento real.

Nesta perda de significação original, outra perda pior descortina-se: a perda da máxima socrática do **só sei que nada sei**. Esta é a pior das perdas, porque pior homem é aquele que sequer conhece a dimensão daquilo que não se conhece. Visualizar a dimensão do desconhecido, através da reflexão e da busca efetiva das fontes originais do conhecimento, é ativar a possibilidade da efetuação desse conhecimento. Para conhecer, é necessário pois conhecer o desconhecer. É quebrar o mundo da ficção...

O homem assim encarado pelos diversos mecanismos de transmissão do conhecimento e da cultura reduz-se à uma criatura **fúnico-borgiana**. No conto **Funes**, de Jorge Luis Borges, o protagonista (o próprio Funes) *"era incapaz de idéias gerais, platônicas. Não lhe custava compreender somente que o símbolo genérico cão abrangesse tantos indivíduos dispares de diversos tamanhos e diversa forma; aborrecia-o que cão das três e quatorze (visto de perfil) tivesse o mesmo nome que o cão das três e quatro (visto de frente)... não era muito capaz de pensar"*⁽²⁾.

A ciência captada na escola reduz-se ao cão-fúnico. Nunca é a mesma; as essências não se ligam. Não possui essências. É uma ciência sem vida, sem história, sem alma...

II. O resgate

Uma das características do ensino de Física é o ensino seqüenciado e linear de uma mecânica pós-galileana (seria melhor dizer, pós-newtoniana), seguida ou alicerçada por um formalismo matemático básico (formulístico), memorizativo, certo (no sentido cartesiano do termo) e, todavia, **inútil**.

Inútil, pois, graduandos, graduados, professores em exercício continuam a utilizar, freqüentemente, uma mecânica que não ultrapassou a idade helênica ou medieval. Esses paralelismos podem ser casuísticos. Acredito mesmo que sejam não-causais, ou seja, que o pensamento humano não recapitula a história (da ciência) humana. Porém, **é fato** o abismo que existe entre a compreensão e a apreensão dos fenômenos físicos. A compreensão fica obscurecida por um “dublê” denominado **apreensão de conteúdos**, que passa a indexar os fenômenos físicos. Na **compreensão**, há uma apropriação do objeto de estudo em direção a um “diálogo” que busca a elucidação; na **apreensão**, há uma perspectiva perturbadora de coisas que nunca se desvelam para o conhecimento efetivo.

Para ficarmos em alguns exemplos, a fim de elucidar melhor o que foi exposto nesta seção e na precedente, citaremos alguns trabalhos que foram desenvolvidos ao longo dos últimos cinco anos com professores da rede estadual de ensino e com graduandos em Física.

II.1 Filmes de ficção científica: quadros de uma exposição aristotélica⁽³⁾

O título desta subseção faz parte de um projeto financiado pelo SPEC/CAPES (modalidade Rede de Disseminação de Ensino de Ciência – RENOP UEM/UEL) que consiste na produção de curtas-metragens (no sistema NTSC). O curta produzido com o título da subseção faz uma breve introdução sobre a ficção científica no cinema, apresentando a seguir seqüências de três filmes: “O último guerreiro das estrelas”, “Dark star” e “2001, uma odisséia no espaço”.

O curta-metragem desafia os espectadores a descobrirem a Física “escolar” presente nas seqüências exibidas. Após uma primeira exibição, poucas conclusões brotavam dos espectadores. O silêncio denunciava, em grande parte, uma aquiescência com a Física “equivocada” que permeia, em geral, os filmes de ficção científica. Estes adotam uma abordagem dinâmica, recheada de efeitos especiais, que se assemelha em muito à Física aristotélica². Assim podia-se deduzir que a Física intuitiva, aquela que diz, entre

² A Física Aristotélica jamais admitiria a “penetrabilidade” humana na perfeição da quintessência. Porém, excluindo essa peça do grande sistema de Aristóteles, as semelhanças são demasiado tentadoras.

outras coisas, que só há movimento quando houver a presença constante de uma força (“cessante causa, cessat effectus” – e as derivações nascidas daí: **antiperistasis, éter, impetus, inexistência da inércia, etc.**), presente nos diretores dos filmes, e nos espectadores em geral encontrava um paralelo interessante em relação a uma Física que há mais de 2000 anos foi a raiz da moderna Física.

A partir da exibição desse curta é que procurávamos traçar uma Física desde Aristóteles, com todo o universo lógico contido dentro dela, para traçarmos posteriormente um caminho que indicasse a transposição desta Física para aquela do universo galileano.

O que constatamos nesta interação com alunos e professores é que a escola (em todos os níveis) jamais trabalhou a Física helênica e medieval. Nesse panorama, Galileo e Newton aparecem invariavelmente ligados a uma imagem de heróis que derrotaram uma **Idade das Trevas** do conhecimento humano.

A deduzir pelo estágio atual do ensino como um todo, e da Física em particular, não podemos duvidar que uma Idade das Trevas desceu sobre nosso sistema educacional, deseducando e aniquilando aquele enorme poder de compreensão e raciocínio presentes um dia em cada um de nós.

II.2 Os limites do céu e da Terra

Esta é uma das experiências mais interessantes que tem sido levada a cabo no Departamento de Física. É um projeto ligado à capacitação de professores de 5^a a 8^a séries do 1^o grau, de 2^o grau e de graduandos no curso de Física em disciplinas como “Instrumentação”, “Prática de Ensino de Física” e “Astronomia Básica”. Envolve temas ligados à Astronomia de posição (com enfoque predominantemente geocêntrico).

O que há de interessante neste projeto é a incapacidade do aluno e do professor pensar objetivamente o céu tal como ele é, ou seja, um céu móvel sobre uma Terra estática. Quando desafiados a desenhar as trajetórias solares em hemisférios plásticos transparentes (fundos de garrafa de refrigerantes de 2 litros, por exemplo), alunos e professores geralmente se expressam conforme as Figuras 1 e 2.

Apontados os equívocos, nova chance é proporcionada. Desta vez é fornecida a característica das linhas das sombras (Fig.3) em cada estação. No entanto, os erros persistem, o que significa uma extrema dificuldade do sujeito em pensar espacialmente (sair da sombra – plano – para à luz – espaço), e em conectar fenômenos causais (sombra em oposição à luz). Alie-se a isso os famosos erros astronômicos: “*meio-dia é quando o*

sol está a pino”; “*o sol nasce a leste e se põe a oeste*”; “*é verão quando a Terra está no perihélio*”, etc.

A noção de referencial revelou-se extremamente deturpada, o que tolheu do indivíduo sua compreensão de fatos cotidianamente vivenciados como o são os fenômenos astronômicos.

II.3 Reconstruindo o passado

Este projeto (financiado pela FINEP) tenta resgatar uma discussão que antecedeu (e sucedeu) o nascimento da cinemática galileana e da dinâmica galileana, buscando ecos no passado, em obras paradigmáticas da história da ciência. Incluídas aí, estão as obras de Aristóteles, Oresme, Buridan, Sacrobosco, Copérnico, Brahe, Da Vinci, Kepler, Digges, etc.

Adotamos de início uma leitura de trechos significativos das obras “Sobre o Céu” e “Física”, de Aristóteles. Fundamentamos, pela análise, uma lógica para o universo sublunar e supralunar segundo a ótica aristotélica. A seguir, desconstruímos esse universo sob a crítica de Philopponus, Buridan, entre outros. Da Vinci também é citado como um nome pioneiro na desconstrução da cinemática aristotélica. Ao chegarmos a Galileo substituímos definitivamente a descrição de **velocidade proporcional ao peso** por **distância proporcional ao quadrado do tempo** ($d \propto t^2$), utilizando os mesmos argumentos expostos no livro “Duas Novas Ciências”, de Galileo Galilei.

Com respeito ao trecho onde é estabelecida a relação $d \propto t^2$, Galileo recorre à famosa experiência do plano inclinado (tão usada em nossos laboratórios e tão pouco compreendida em sua razão de existir). Esta experiência demonstra antes de qualquer coisa, uma impossibilidade experimental da época: Galileo não dispunha de instrumentos para o registro do tempo de queda para um corpo em queda livre. A solução é “diluir” o tempo, inclinando o plano e retardando, em consequência, a queda do corpo. Utilizamos a mesma experiência não para corroborar a equação horária do movimento, mas para chegar até ela através de corpos rolando sobre uma calha (construída sobre duas lâmpadas fluorescentes unidas). Os instrumentos de medida de tempo também são da “época”: pulso cardíaco, pêndulos, gotas de água, ritmadores humanos à semelhança de percussionistas, etc.

O “problema de medida de Galileo” só foi resolvido em definitivo na segunda metade do século XIX, quando um general francês, professor do Conservatório de Artes e Ofícios de Paris, Jules Morin, constrói uma máquina que permite o registro gráfico imediato para um corpo em queda livre. O aparelho que leva o nome de “Aparelho de Morin” consiste de um cilindro girante (a velocidade constante – ver Fig.4a), com uma folha de papel gráfico afixado a ele, no qual se encontra um peso (um tronco de cone

munido de uma caneta) bastante próximo a ele e guiado por duas guias de arame. O Aparelho é ótimo, pois, além de resolver o “truque” de Galileo, permite chegar facilmente às equações do movimento.

O Aparelho de Morin foi reconstruído no Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá⁽⁴⁾ sob duas formas: uma respeitando o desenho original (Fig.4a) e a outra, uma versão elétrica, dispensando o mecanismo de relojoaria que toca, a velocidade constante, o cilindro (Fig.4b).

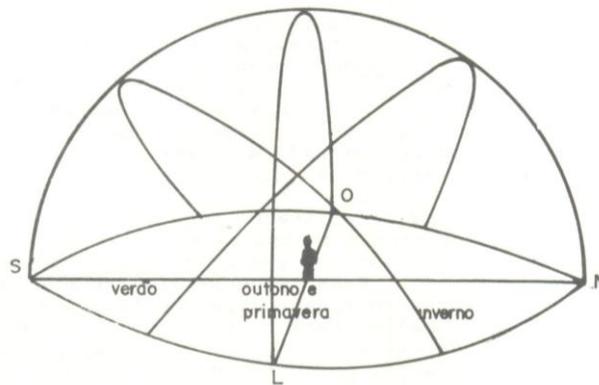


Fig. 1- Concepção das trajetórias solare

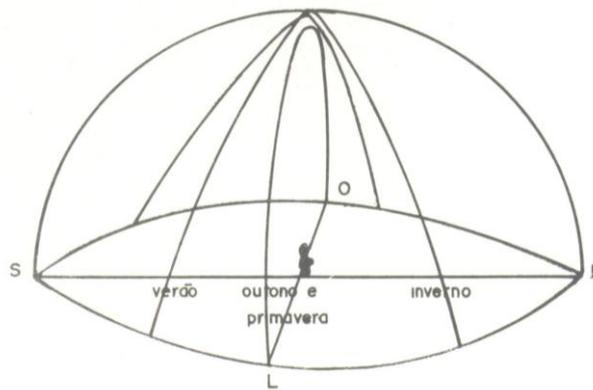


Fig. 2- Concepção de trajetórias solares

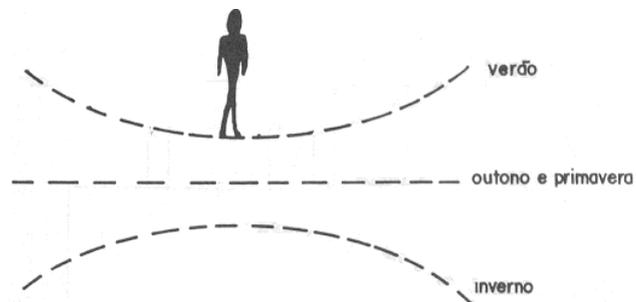


Fig. 3- Sombras nas quatro estações

Três protótipos (na versão elétrica) já foram construídos e começam a ser utilizados no laboratório didático de Mecânica da Universidade, servindo aos alunos de Física (Licenciatura e Bacharelado) e Engenharias (Química e Civil).

Esta experiência tem-se mostrado bastante razoável, pois insere aluno e professor numa dinâmica histórica da construção do conhecimento e da compreensão dos fenômenos físicos.

III. Conclusão

Da profunda interação que estamos tendo com graduandos e professores, podemos depreender fortes suspeitas de uma vivência quase nula daquela ciência que fascinou Aristóteles, Galileo, Newton. O fascínio que os levaram à construção da ciência, do conhecimento humano.

Dos sujeitos que interagimos em sua expressão sobre ciência em geral, e Física em particular, desvelamos muito mais o fenômeno do **o que não é isto, a ciência**, do que o seu contrário. E, para esse fenômeno educacional, descobrimos uma ciência desprovida de imaginação, criatividade, formação, historicidade, vida...

O professor e o aluno revelam-se frustrados com a visão desse mundo alienígena que, com certeza, não lhes pertence. A ciência paira etérea sobre o mundo e não reinsere o ser, jamais, no mundo que lhe era anteriormente destinado.

Uma ciência caduca, desmemoriada de sua história (aquela memória que conduz à imaginação pela contextualização precisa das descobertas e das fontes originais do conhecimento), constrói, ao longo de seu ensino na escola, um paradoxal macro **micro – mundo** de passividade. Horizontes de inclusão do conhecimento são velados e atirados para um mundo anterior à reflexão. Nesse **velar**, que restringe o acesso ao universo das possibilidades, constrói-se um campo infinito de necessidades que cobram do ser um aniquilamento das idéias pela aceitação sem processamento destas.

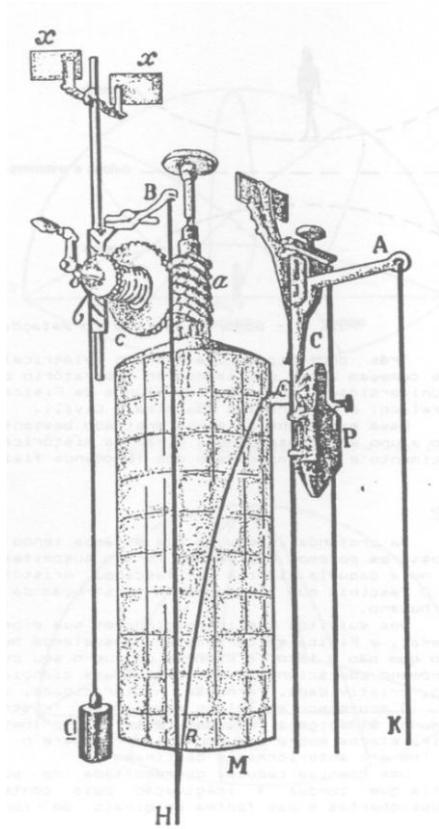


Fig.4a- Aparelho de Morin (versão original – mecânica)

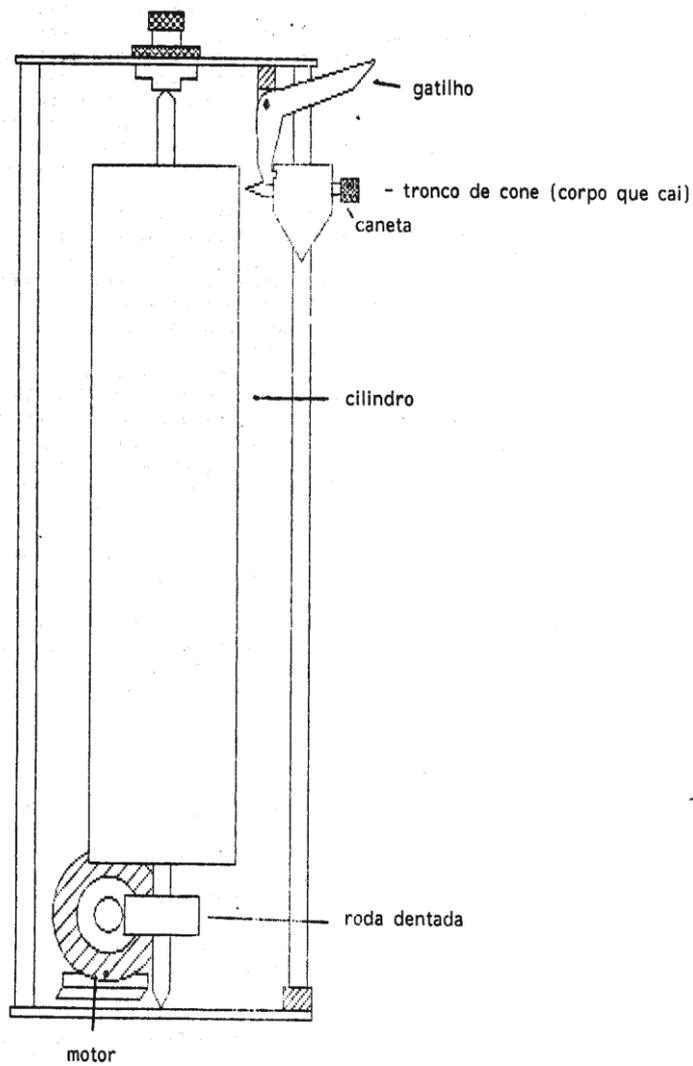


Fig.4b- Aparelho de Morin (versão elétrica)

A imaginação produtiva, aquela precedida de uma visão geral das essencialidades, e que socorre o ser pelo seu próprio ser na determinação das características essenciais dos fenômenos ilustrados como exemplos concretos, evapora-se na prática educa-

cional. A imaginação suprimida, sem a captação de uma imagem do fenômeno, não se faz entendimento.

Em todo esse processo de aniquilamento em que se tornou o cotidiano escolar do 1º ao 3º grau, notamos que não se capta um sentido de mundo numa linguagem simbólica. Os símbolos matemáticos que povoam a Física não indexam uma compreensão da Física. Percebemos que os projetos aqui descritos ajudam a deter esse processo. Recuperar é difícil, mas possível. O ideal é uma mudança já, e que abarque os indivíduos desde a pré-escola.

Com relação aos símbolos, se eles existem em sua raridade, isso revela claramente que o indivíduo encontra-se alijado do processo da ciência. Apesar do quadro relativamente desanimador, a ciência, contudo, não se encontra morta nas concepções dos sujeitos. Existe (ainda ativamente) uma região de experiência, onde a reflexão subverte a pré-reflexão, em que o sujeito capta uma consciência, dando sentido aos fenômenos que constituem o mundo.

De tudo o que foi exposto fica a forte impressão de que é preciso resgatar, e já (!), sobretudo na escola, uma ciência contextualizada e orientada para suas descobertas. Uma epistemologia se faz necessária, ligada a uma estrutura que devolva ao indivíduo sua condição de atribuidor de significados aos fenômenos do mundo e, o que é mais importante, sua condição de construir a ciência, a Física, em sua compreensão efetiva, imaginativa e elucidativa!

Referências

1. NEVES, M. C. D. **Uma perspectiva fenomenológica para o professor em sua expressão de “o que é isto, a ciência?”**. 1991. Tese (doutorado) – Faculdade de Educação – UNICAMP.
2. BORGES, J. L. **Ficções**. 4. ed. Porto Alegre: Globo, 1986.
3. NEVES, M. C. D. Filmes de ficção científica: quadros de uma exposição aristotélica. Semin. Nac. Hist. Ciência e Tecn., 3, Caxambu, 1990.
4. NEVES, M. C. D. O aparelho de Morin revisitado. Col. Hist. Fil. Ciência, 7, Águas de Lindóia, 1991.