

O PROBLEMA EPISTEMOLÓGICO DO REDUACIONISMO

-COMO APRENDER FÍSICA EM CONSONÂNCIA COM O TEMPO EM QUE VIVEMOS?

Jenner Barretto Bastos Filho

Departamento de Física e Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Alagoas, Campus da Cidade Universitária, CEP 57072-970, Maceió, Alagoas, Brasil

RESUMO: Este artigo se constitui numa tentativa de conectar alguns tópicos ventilados em um livro recentemente publicado intitulado '*Reduacionismo: Uma Abordagem Epistemológica*' com questões do Ensino de Ciências e, em especial, do Ensino de Física. Três pontos são enfocados: (1) o primeiro consiste em criticar duas posturas extremas e igualmente *reducionistas* para o Ensino como aquelas denotadas, respectivamente, pelas etiquetas de *conteudismo* e *metodologismo*; (2) a segunda consiste em afirmar a centralidade do papel do Professor no processo educacional, sem qualquer demérito para a centralidade do papel do estudante neste mesmo processo; (3) o terceiro consiste numa crítica à exagerada inserção da educação em ciências no contexto da "ciência normal", tal como a descrita por Kuhn, como um gravíssimo reducionismo que desencaminha e não prepara cidadãos para os desafios futuros.

Em primeiro lugar quero agradecer ao Prof. Marco Antonio Moreira do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo amável convite para proferir a presente palestra neste *I Encontro Estadual de Ensino de Física*. Gostaria de afirmar aqui, com bastante ênfase, a minha grande satisfação em participar deste evento.

Aproveitando a circunstância de ter trabalhado no tema do *Reduacionismo* durante boa parte do ano de 2005, achei por bem sugerir para título desta palestra *O Problema Epistemológico do Reduacionismo*. Esta palestra se apresenta em continuidade conceitual com um livro recentemente publicado (Bastos Filho, 2005) que recebeu o título *Reduacionismo* e subtítulo *Uma abordagem Epistemológica*. Sem dúvida, o tema tem muito a ver com a *Educação em Ciências* e, em especial, com o *Ensino de Física* em quaisquer graus de escolaridade, mas é necessário mostrar este liame. Aproveito o ensejo para dizer que fui sobremaneira beneficiado pelas contribuições do Prof. Roberto Moreira Xavier de Araújo, numa recente discussão em mesa redonda na qual, ambos, participamos durante o *X Seminário Integrador da rede de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)* realizado em Maceió de 7 a 9 de novembro de 2005. Essas discussões foram de grande relevância para me estimular a pensar sobre essas relações.

Os objetivos do presente artigo são, fundamentalmente, dois: em primeira instância, tenho a intenção de discutir alguns dos aspectos abordados no livro aludido e, em segunda instância, tentarei correlacioná-los com algumas das questões relevantes do Ensino de Ciências e, em especial, do Ensino de

Física. Neste sentido, o presente artigo é uma espécie de brevíssimo pós-escrito ao livro no contexto de uma tentativa de ensaiar um diálogo com as questões do Ensino de Ciências e, mais especificamente, do Ensino de Física aproximando-as do tema *Reduccionismo*.

Tecerei agora algumas considerações sobre o livro. O livro recentemente publicado sobre o *Reduccionismo* discute várias dentre as muitas acepções que este termo pode assumir. Há um capítulo que coloca em foco o que a comunidade brasileira de físicos pensa sobre temas correlatos como 'reduccionismo', 'emergentismo' e 'teoria final' estabelecendo um diálogo com um artigo previamente publicado pelo Prof. Arden Zylbersztajn (Zylbersztajn, 2003) do Departamento de Física da Universidade de Santa Catarina. Há também um capítulo que traz à baila as concepções veiculadas na comunidade de pesquisadores que trabalham em questões relacionadas com o *Desenvolvimento e o Meio Ambiente*.

No livro também são exemplificados casos bem sucedidos de reduccionismos metodológicos. Talvez o mais emblemático exemplo de um procedimento metodológico reducionista seja a lei de inércia de Galileu-Descartes-Newton. A caricatura do real que consiste em desprezar programaticamente todos os elementos da realidade que não entram na descrição (atritos, dissipações, gravitação, etc.) e *reduzir* a realidade estudada apenas a alguns poucos de seus aspectos revela que esta metodologia radicalmente reducionista foi capaz historicamente de suscitar um avanço do conhecimento e que, portanto, ela tem valor epistemológico.

No entanto, o reduccionismo pode ser entendido em outro contexto como aquele que enseja a possibilidade de oferecer explicações para fenômenos tendo lugar em níveis mais altos de realidade em termos de leis e constituintes em níveis mais baixos. Neste contexto, o *reduccionismo* se contrapõe ao *emergentismo* cuja posição precípua consiste em asseverar que as *emergências* em níveis mais altos são essencialmente irreduzíveis a seus componentes e leis em níveis mais baixos.

No livro argumenta-se que colocar em tensão as teses *reducionistas* e *emergentistas* constitui-se em algo muitíssimo fértil e instrutivo. A própria tensão –hoje bastante presente na Física– entre uma tradição *reducionista/unificadora* bem sucedida e uma já promissora *teoria da complexidade* de teor *emergentista* revela a riqueza extraordinária desse debate.

No entanto, os procedimentos reducionistas podem ser considerados no sentido negativo do termo como o que expressa a generalização constituída na passagem de algo bem sucedido num dado domínio de aplicação para outro domínio, no qual, tais procedimentos reducionistas constituem-se em expedientes fora de propósito e, por conseguinte, revelando-se mesmo em verdadeiros disparates.

No livro são discutidos aspectos da polêmica Anderson – Weinberg, da questão das essenciais cesuras que se constituem em descontinuidades de descrição da realidade quando se passa de um nível de descrição para outro, da irreduzibilidade ou não da passagem das qualidades secundárias às qualidades primárias e outras questões correlatas.

Há ainda outras maneiras de se conceber o reducionismo como a da falsificação grosseira do real como a que nos conduz a descaminhos graves, sem quaisquer contrapartidas em conhecimentos minimamente confiáveis. Um exemplo que se encontra extensivamente discutido no livro diz respeito à redução perversa do conceito de *desenvolvimento* de um país ao conceito de mero *crescimento econômico* deste. Este tipo de reducionismo constitui-se, diferentemente daquele reducionismo bem sucedido de caráter metodológico e que provê o aumento de conhecimento, em algo que distorce e desencaminha o planejamento e o futuro de uma nação.

No contexto da tensão essencial que existe entre os *reducionismos férteis* que ensejam o aumento do conhecimento e os *reducionismos perversos* que ensejam descaminhos é que queremos discutir alguns poucos aspectos da complexa questão do *Ensino de Física*.

Em primeiro lugar, é necessário afirmar que ensinar qualquer coisa que seja constitui tarefa enormemente complexa. Ensinar Física não constitui exceção alguma. Como quaisquer outros campos cognitivos devidamente aprofundados, Física requer longa e elaborada preparação. O Ensino de Física, além da preparação específica no teor próprio da disciplina, requer também preparação específica quanto ao elevado mister de ser Professor e, se possível e de maneira recomendável, requer também preparação adequada nas teorias sobre o complexo processo de aprendizagem. Isso, talvez explique, pelo menos parcialmente, a enorme carência de professores de Física, e ainda com maior razão, a carência de professores de Física que sejam adequadamente preparados em quase todas as partes do mundo.

A Vida é breve e a Arte é longa e, por isso é necessário adotar critérios que sejam minimamente suficientes para que possamos enveredar por questões do gênero. Recentemente o Prof. Alberto Gaspar apresentou um trabalho no qual defendeu uma tese segundo a qual o fracasso do Ensino de Física reside, em larga medida, na falta de centralidade do papel desempenhado pelo Professor. Ele aduziu o exemplo extremo da assim chamada *Instrução Programada* que foi uma malfadada e desastrosa experiência na qual o papel do Professor era *reduzido* a um protagonista, se não meramente figurante, a de um ser supérfluo. E, no entanto, o professor é o elo mediador que trabalha a tradição estabelecida de sua disciplina e, desejavelmente, sem ser um mero transmissor e/ou repetidor desta, provê meios para que essa tradição seja re-elaborada e, se possível, criticada pelos seus discípulos.

A LDB recomenda o exercício de *Habilidades e Competências* ao invés de uma postura extrema meramente conteudista que não privilegia a reflexão e sim a mera quantidade de assuntos ventilados. Mas, para exercer essas *Habilidades e Competências* faz-se mister contextualizar o teor abordado, o que exige uma elaborada preparação necessariamente centrada em um mínimo criteriosamente escolhido de assuntos que devem ser trabalhados.

Em outras palavras, ao extremismo conteudista que consiste meramente em *encher cabeças*, não deverá ser simplesmente contraposto o extremismo metodológico igualmente nocivo consistindo em somente trabalhar caminhos – ou seja, métodos – sem que estejam presentes quaisquer substâncias em termos de conteúdos mínimos extensivamente trabalhados e julgados de importância essencial para a formação dos indivíduos. *Métodos*, ou *caminhos* assim trabalhados constituem-se em algo meramente *prima facie*, que são apenas prescrições vagas e generalistas sobre uma substância que se desconhece e, portanto, trata-se de algo que deve ser simplesmente recusado. E foi exatamente seguindo argumentos muito parecidos com esses que escrevemos uma crítica (Bastos Filho, 2002) a dois tipos de extremismos, a saber, tanto àqueles dos conteudismos exacerbados quanto àqueles dos metodologismos *prima facie* e injustificáveis.

Por exemplo, para que se atinja um Ensino Médio de qualidade não é necessário e nem mesmo desejável que se trabalhe, de maneira extensiva, um dado aspecto particular de uma lei importante da Física, como por exemplo, a *lei da conservação da energia mecânica*, fazendo-se referência a todos os modelos mecânicos disponíveis na literatura. Uma adoção didática do gênero de teor obsessivamente conteudista pode ser desestimulante para o estudante quando o mesmo estiver estudando a conservação da energia no contexto do eletromagnetismo. Esse estudante pode não ver qualquer liame entre as leis de conservação nos dois domínios. Talvez, muito mais interessante e proveitoso seja enveredar pela adoção didática que recomenda estudar a *lei da conservação da energia, na generalidade em que foi formulada, em meados do século XIX*. Esta adoção didática permite mostrar as diversas transformações de um dado tipo de energia a outro tipo, trabalhando, por conseguinte, *habilidades e competências* a fim de que, a partir de alguns poucos exemplos bem escolhidos e especialmente instrutivos, venhamos a prover condições para que tudo isso seja concebido de maneira contextualizada e integrada.

O que tudo isso pode suscitar em termos de discussões envolvendo *ciência, sociedade e tecnologia* é uma possibilidade a ser incentivada. Nesta orientação se enquadrariam as discussões sobre os processos irreversíveis, os recursos energéticos, o problema do desenvolvimento, entre outros.

Passo agora a outro tipo de consideração, a qual aproxima muito intimamente a maneira extrema com a qual a divisão social do trabalho afetou a

instituição da ciência e o ensino de ciências em praticamente todos os níveis de escolaridade.

Se, por um lado, a divisão social do trabalho ensejou o surgimento de especialidades que se multiplicaram numa miríade de outras especialidades ainda mais específicas, é exatamente o aprofundamento dessas especialidades que desemboca na necessidade de que essas conversem entre si num diálogo que representa o sentido inverso, ou seja, o sentido da correlação e da interdisciplinaridade. Por isso as disciplinas e o aprofundamento dessas são coisas salutares. O que não é salutar é que as pessoas trabalhem em campos altamente especializados, sem ter consciência do que estão fazendo e sem uma compreensão de seu conteúdo. Uma Educação assim concebida constitui-se em um *Reduccionismo* inaceitável, pois mata o próprio objetivo da Educação enquanto *Elevação do Espírito*.¹ É importante que se assevere que a Educação não pode ser meramente *reduzida* apenas a atender a necessidades mercadológicas ou a algo ainda mais grave como a indústria da guerra e da dominação dos povos.

Neste sentido o combate à atividade da assim chamada “ciência normal”, apegada a um paradigma rígido e intolerante e aos dogmas e prescrições em nome de uma eficiência mais que duvidosa, representa, tal como denunciou Popper um perigo para a racionalidade e para o exercício da crítica. Trata-se de outro *Reduccionismo* inaceitável.

- Como conciliar uma “ciência normal” dogmática com a necessária Educação crítica e cidadã?

Há quem diga que somente os gênios e os cientistas extraordinários podem transcender os limites estreitos e opressores da “ciência normal”, mas que nós, simples mortais, temos que nos contentar em ser operários do saber queiramos ou não. Considero esta solução enormemente perversa, pois neste contexto, ela é equivalente a afirmar que os exercícios da crítica, da cidadania e da autonomia intelectual são meras ilusões para nós, simples mortais, cujas inteligências ou criatividade não nos permitem alcançar os vãos do excelso e do extraordinário.

Mas há um erro nesta posição e aqui reitero a solução que apresentei em um capítulo de livro publicado em 2001 (Bastos Filho, 2001). Os exercícios da crítica, da autonomia intelectual e do nível político de cidadania não são exigências para que venhamos a nos “igualar” a Einstein ou a Galileu ou a Newton ou a quaisquer outros cientistas extraordinários, e sim, e isso é de longe o mais importante, para sermos *os melhores nós mesmos que pudermos alcançar* em sinergia uns com os outros. Por isso a Educação deve ser a melhor possível para todos. Não reconhecer isso é equivalente a afirmar que somente os gênios

¹ Não apenas no sentido cognitivo, mas no sentido político do exercício da cidadania e, talvez ainda mais importante, no sentido da solidariedade e da Ética.

e cientistas extraordinários podem ter direito à cidadania. Deste modo, a prática da “ciência normal” é parecida com a prática dos vestibulandos que montam algoritmos para soluções de problemas sem a contrapartida do devido conhecimento de causa dos princípios explicativos que justificam plenamente e racionalmente o uso desses mesmos algoritmos. Infelizmente, esta prática está disseminada em todos os níveis de escolaridade e também na prática de muitos pesquisadores. Isso revela além de um *reducionismo* negativo e inaceitável, uma prática de baixos padrões cognitivos, de baixos níveis de cidadania e de baixos padrões morais. Esse talvez seja um dos mais perversos e reducionistas aspectos que uma Educação para o futuro em termos de uma Educação voltada para um desenvolvimento planetário sustentável não poderá jamais se furtar de tentar superar.

Finalmente gostaria de tecer algumas considerações sobre uma tendência recente no Ensino de Ciências que insiste em atualizar os conteúdos em vista de uma defasagem entre o que se ensina nas salas de aulas com o que se pesquisa nos dias de hoje. O Ensino de Física ministrado nas Escolas Médias é relativo à Física de Galileu e Newton (século XVII), algo da Física do século XVIII e do século XIX como termodinâmica e eletromagnetismo. Muito pouco da Física do século XX é ministrado no Ensino Médio. Recentemente, há uma tendência de diminuir esse fosso com a introdução do Ensino de Física Moderna (teorias quântica e relativista) e até outras tentativas mais arrojadas de ministrar tópicos como supercondutividade de altas temperaturas, física dos quarks, nanociência, nanotecnologia, teoria da complexidade etc. Considero tudo isso muito importante e muito relevante. No entanto, é ainda mais importante que isso seja uma exigência cognitiva e não meramente uma exigência mercadológica para que venhamos a competir enquanto nação no concerto da globalização. Tudo isso é importante por razões cognitivas altas e para que o Espírito Humano seja Elevado. O *reducionismo* que nos faz, tão somente, peças de um mercado em competição, não poderá jamais conduzir a uma boa educação.

Finalizo este artigo trazendo à baila mais um ponto o qual deixarei como uma interrogação para que seja refletido. Os currículos de Física são quase todos eles, e praticamente não há exceções, centrados na *mecânica*. A idéia subjacente a esta centralidade é a de que o mundo é fundamentalmente mecânico. Hoje, sabemos perfeitamente que isso não é verdade e que o mundo é muito mais termodinâmico que mecânico. As irreversibilidades, os impactos entrópicos e antrópicos explicam melhor o mundo que a abordagem simplesmente mecânica. E, no entanto, ainda não nos libertamos do peso da tradição mecânica, nem na nossa ciência nem na nossa educação. Trata-se, talvez, de um *reducionismo* grave que não conseguimos superar e não apenas de uma tradição que se no passado nos propiciou relevantes conquistas cognitivas agora constitui sério obstáculo para seja superado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS FILHO, J. B., 2002, 'Cabeça Bem-Feita versus Cabeça Cheia', *Pesquisa*, ano 1, n. 1, p. 3 [Revista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) que logo após mudou de título para *Fapeal Rumos*]

_____, 2001, 'A Ciência Normal e a Educação são Tendências Opostas?', IN: *Ciência, Ética e Sustentabilidade*, MARCEL BURSZTYN (ORG.), São Paulo, Brasília, Editora Cortez, UNESCO, CDS/UnB, p. 61-93.

_____, 2005, *Reduccionismo (Uma Abordagem Epistemológica)*, Maceió, Editora da Universidade Federal de Alagoas (EDUFAL)

GASPAR, A., 2004, 'Cinqüenta Anos de Ensino de Física: Muitos Equívocos, Alguns Acertos e a Necessidade de Recolocar o Professor no Centro do Processo Educacional', *Educação - Revista de Estudos da Educação*, Ano 13, n. 21, dez 2004, p. 71-91 [Trata-se da Revista do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas (CEDU/UFAL) publicada em Maceió, Alagoas, Brasil. Embora o artigo tenha sido publicado em um fascículo de 2004, o trabalho foi apresentado durante o XXIII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste de 31 de março a 2 de novembro de 2005 na parte dedicada ao Ensino Médio]

ZYLBERSZTAJN, A., 2003, 'Teoria Final, Unificação e Reduccionismo: Opiniões da Comunidade Brasileira de Física', *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol. 25, n. 1, março de 2005, p. 1-17. [Disponível também na página eletrônica www.sbf.if.usp.br]