

ceitos fundamentais seria um passo nesta direção. O sistema de avaliação do rendimento do estudante no ciclo básico deveria possibilitar a *reciclagem* e não apenas a passagem do mesmo pelas disciplinas do ciclo. A crítica ao método em questão está baseada na quantidade de conhecimento que o estudante teria ao término das disciplinas; entretanto, a qualidade do aprendizado que seria assegurado pelo método iria de encontro a necessidade atual de desenvolver um aluno habilitado a corrigir as suas próprias falhas de formação.

c) Desenvolvimento de laboratórios de ensino onde as aulas seriam significativas sob o ponto de vista de formação do estudante. A Física do ciclo básico não é assunto abstrato que possa ser digerido com o auxílio de *belas e ordenadas* aulas expositivas. Uma das modificações seria dar condições ao estudante para desenvolver técnicas e métodos de observação de fenômenos, e que também possa criar situações novas a partir de elementos simples retirados da sua experiência cotidiana. Esta forma de aprendizado levará o estudante, a partir de situações concretas, a uma maior compreensão dos fenômenos físicos.

d) Os estudantes que entram na universidade bem preparados devem ser considerados também como uma classe necessitada. Os programas devem conter elementos especiais (discussão de textos e seminários) que permitam um bom aproveitamento do tempo de residência no ciclo básico deste grupo. *(Suzana leu e comentou um artigo de Osman Lins.¹)*

3. Pesquisa em Ensino de Física no Ciclo Básico

MARCO ANTÔNIO MOREIRA (IF-UFRS)

A necessidade de desenvolver a atividade de ensino da Física sob um ponto de vista de pesquisa em ensino, parece ser uma conclusão à qual estão chegando aqueles que se dedicam a esse ensino. Por exemplo, dentre as recomendações da II Conferência Interamericana sobre Ensino de Física,

recentemente realizada em Caracas, destaca-se uma que propõe a criação de grupos de pesquisa em ensino de Física. Frise-se que tal recomendação não foi mera sugestão de um participante endossada pelo plenário. Não, essa recomendação foi a síntese a que chegou o grupo de trabalho mais numeroso da Conferência. Pareceu ao grupo que, com vistas a resultados futuros, seria esse o passo mais importante a ser dado agora, objetivando a melhoria do ensino da Física em universidades e escolas latinoamericanas.

É claro, no entanto, que a implementação de uma proposição dessa natureza não é fácil. Existe uma enorme diferença entre recomendar e pôr em prática. Dentre as dificuldades pode-se mencionar a reação dos colegas, para os quais pesquisar significa apenas pesquisar em Física, a necessidade de apoio institucional e a falta de conhecimentos em educação e psicologia. Acrescente-se a isso a dificuldade que esses grupos terão em termos de orientação (o que fazer? como fazer?), recursos bibliográficos e comunicação com outros grupos (isolamento) e ter-se-á um panorama do que existe por trás da citada recomendação. Esperamos, no entanto, que a presente discussão seja de alguma utilidade para contornar algumas das dificuldades.

A seguir, discutiremos alguns aspectos relacionados com a pesquisa em ensino de Física usando como referência o ciclo básico da universidade que é, ao menos em termos de ensino superior, onde estão os maiores problemas assim como a maioria das eventuais questões de pesquisa.

PESQUISA EM FÍSICA X PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA

A pesquisa em Física não é uma mera acumulação de fatos. A simples acumulação de fatos, o máximo que pode produzir, são volumosos catálogos. Físicos frente a um conjunto de fatos procuram relacioná-los através de teorias, as quais devem ser capazes de explicar os resultados experimentais já obtidos e prever outros. Teorias servem então de referência para a realização de novas experiências, cu-

jos resultados poderão refiná-las, determinar seus limites de validade ou mesmo descartá-las em favor de outras. Teorias muitas vezes representam refinamentos de modelos, os quais por sua vez decorrem do interrelacionamento de conceitos e proposições hipotéticas que servem de guia à pesquisa.

É claro que não faria sentido tentar descrever a pesquisa em Física como uma sequência de passos a serem seguidos rigidamente. O progresso em Física se faz através de uma interdependência entre observações, fatos experimentais e raciocínio, sem uma sequência rígida. O ponto que queremos destacar é que em Física não se experimenta ao acaso. Teoria e experiência andam sempre juntas.

Talvez seja justamente essa a razão pela qual a pesquisa em certas disciplinas não é levada a sério em meios científicos. Talvez por isso a pesquisa em ensino de Física é vista com restrições por aqueles que fazem pesquisa em Física, decorrendo daí a reação de que falamos e que serve de entrave à criação de grupos de pesquisa em ensino. A pesquisa em ensino está, obviamente, relacionada com a pesquisa em educação e, como tal, passa antecipadamente a gozar de sua fama, ou melhor, de sua má fama. A pesquisa em educação é caótica, ressentindo-se quase que totalmente de fundamentação teórica. Anualmente são publicados centenas de trabalhos que se contradizem entre si e nada agregam ao que se sabe sobre ensino e aprendizagem. Grande parte da pesquisa em educação é trivial devido a obsessão do controle de variáveis: controla-se tantas variáveis que no fim se acaba medindo apenas coisas triviais. Em outros casos as situações experimentais são totalmente artificiais e os resultados experimentais carecem de generalização e significação práticas. Além disso, outra parte substancial da pesquisa em educação não passa de manipulação estatística. E assim por diante.

É óbvio que o pesquisador em educação se defronta com variáveis que são até mais difíceis de serem tratadas e controladas do que aquelas com as quais se depara o físico. Mas

isso não justifica uma pesquisa sem base teórica, periférica, ao acaso. Diga-se de passagem, no entanto, que a pesquisa em educação carece de fundamentação teórica não porque não existam teorias de aprendizagem, teorias de currículo e outras. As teorias existem, mas não são usadas para guiar a pesquisa e, por isso mesmo, não passam de capítulos em livros ou tópicos em cursos de didática e psicologia educacional.

O que fazer então em termos de pesquisa em ensino de Física? Quais as condições necessárias para se trabalhar nessa área? Como ganhar reconhecimento pela pesquisa feita nesse campo?

Obviamente, não temos resposta definitiva para essas questões. Por outro lado, podemos apontar algumas condições que cremos serem básicas:

a) Sólida formação em Física (inclusive a nível de Pós-Graduação) e conhecimentos de teorias de aprendizagem, psicologia educacional, tecnologia educacional e currículo (quanto mais base nessas áreas, melhor). A pesquisa em ensino de Física é uma atividade inter-disciplinar e como tal requer, naturalmente, conhecimentos em todas as áreas envolvidas.

b) Ter conhecimentos de metodologia da pesquisa em educação, porém seguir a orientação, a atitude, enfim, os moldes da pesquisa em Física, a fim de evitar erros cometidos no primeiro tipo de pesquisa.

c) Conscientização da relevância da pesquisa em ensino e a procura de excelência nessa área. O reconhecimento da pesquisa em ensino será maior na medida em que ela for de alta qualidade.

PESQUISA NO CICLO BÁSICO

O ciclo básico da universidade (dois primeiros anos) é, sem dúvida, um vasto campo para a pesquisa em ensino de Física. Problemas de pesquisa são aí facilmente definidos e justificados. Mas definir o problema é apenas um passo, a

ele seguem-se as hipóteses de pesquisa, o *design*, os instrumentos de medida, etc. Ai começa então a definir-se o tipo de pesquisa a ser feita. A pesquisa mais fácil, a mais comum e também a de resultados mais pobres, é a comparação de tratamentos diferentes, método A X método B ou currículo A X currículo B, em termos de resultados de testes e exames finais. Por ser fácil, este tipo de pesquisa pode ser usado como uma iniciação à pesquisa em ensino. Deve, no entanto, ser logo abandonada em favor de pesquisas mais complexas, mais fundamentadas teoricamente e, sobretudo, mais relevantes.

O problema com esse tipo de comparação é que testes de conhecimento medem o produto e nada informam sobre o processo. Se tomarmos um grande número de trabalhos publicados comparando métodos, é provável que cheguemos à conclusão de que todos são igualmente eficazes ou ineficazes em termos de resultados obtidos pelos alunos em exames finais. Por outro lado, não teremos nenhuma informação sobre os métodos em si.

A pesquisa em torno de métodos é, sem dúvida, de grande importância para o ciclo básico. Porém, não no sentido de procurar um único método capaz de resolver todos os problemas ou de provar que um determinado método é melhor do que o método tradicional. O que se deve procurar é determinar os limites de aplicabilidade, as vantagens e desvantagens de diferentes métodos em situações diferentes com alunos diferentes. Um exemplo atual é o método Keller: houve de início (e talvez ainda haja) uma preocupação em "vender" o método, em provar que ele é melhor do que o tradicional. Inclusive surgiram os que o defendem ferrenhamente e os que o atacam sem jamais tê-lo usado. Surgiram também os que se puseram a utilizar o novo método com centenas de alunos, sem a base experimental necessária e, naturalmente, tiveram grandes dificuldades ou grandes fracassos.

Ora, diante de uma situação dessas, ou seja, diante de um novo método, o que se deve fazer é pesquisar. Não é

o caso de ser contra ou a favor, ou de usar o método numa disciplina de massas, na base do entusiasmo. O caso é de investigar em que condições tal método pode ser usado, quais suas potencialidades, quais suas limitações, etc. É preciso encarar o assunto com uma postura científica.

Essas mesmas considerações se aplicam às comparações e à utilização de novos currículos. Como exemplo, pode-se citar o PSSC: tentou-se transplantar o PSSC do seu meio de origem a outros meios, de condições culturais e sócio-econômicas completamente diferentes, apenas traduzindo-o. Apesar dos efeitos benéficos que o PSSC possa ter tido sobre os currículos de segunda ou terceira gerações, muitos resultados desastrosos poderiam ter sido evitados através de pesquisas.

Voltando ao ciclo básico e ao nosso caso específico, tem-se falado muito nos últimos anos da necessidade urgente de um currículo nacional para o ensino da Física, um projeto nacional que pudesse ser usado em todo o país. Tal projeto não foi ainda iniciado, principalmente por falta de recursos financeiros. Suponhamos, no entanto, que ele venha a se concretizar. Como seria visto, em termos de pesquisa em ensino, um projeto dessa natureza?

Numa análise de currículo procura-se responder questões do seguinte tipo:

- Quais os objetivos educacionais?
- Qual a concepção acerca do aprendiz, do professor, da sociedade, da matéria de ensino?
- Qual(is) a(s) teoria(s) de aprendizagem na qual o currículo está baseado?
- Qual o conteúdo a ser aprendido?
- Quais os comportamentos a serem exibidos?
- Quais os objetivos da aprendizagem?
- Quais os pré-requisitos?

Seria, então, possível desenvolver um currículo que respondesse, em termos nacionais, a essas questões e a outras tantas que poderiam ser formuladas? Não seria mais

viável o desenvolvimento de um projeto brasileiro de ensino de Física, ao invés de um projeto nacional? Um projeto brasileiro seria, obviamente, um projeto nacional, mas não teria pretensões de aplicabilidade nacional.

OUTROS TIPOS DE PESQUISA

Além da pesquisa em torno de métodos e currículos existentes, é claro, várias outras possibilidades, algumas mais ligadas ao domínio afetivo e outras ao cognitivo. Sem negar a importância da área afetiva, parece-nos que em termos de ensino de Física poder-se-ia enfatizar a pesquisa na área cognitiva. E explicamos porque: em primeiro lugar porque se estaria mais próximo à Física e, em segundo lugar, porque se estaria atacando questões fundamentais. Mais próximo à Física porque se estaria investigando acerca de como o aluno aprende e de como se deve ensinar conceitos físicos. Atacando questões fundamentais porque, no fundo, ensinar é uma intervenção deliberada na vida de indivíduos, a fim de que eles aprendam alguma coisa (Física, no caso). Ensinar e aprender não são sinônimos, mas na medida em que se souber mais acerca de como o indivíduo aprende, maior será a probabilidade de que o que ensinarmos seja aprendido.

Evidentemente pode-se argumentar que operações mentais têm a ver com neurologia e outras disciplinas, acerca das quais não temos conhecimento. Mas não é a isso que estamos nos referindo. O que estamos propondo é uma pesquisa similar à que se faz em Física quando se estuda sistemas invisíveis e intangíveis a partir de suas manifestações externas. A Física é uma disciplina que se caracteriza de maneira singular por uma estrutura conceitual que, embora de natureza evolutiva, é bem definida. Em última análise grande parte dos nossos objetivos se resumem em que o aluno aprenda essa estrutura. O que devemos fazer, então, é pesquisar aprendizagem de conceitos, é investigar novas maneiras de organizar o conteúdo, apoiar-se em teorias de aprendizagem.

Grande parte das dificuldades que temos ao ensinar no ciclo básico podem ser decorrência direta da maneira errada como ensinamos. E se ensinamos errado é porque ensinamos como nos ensinaram ou como está nos livros, sem nos preocuparmos em investigar se isso é coerente ou não com a maneira pela qual o aluno aprende. Se ensinamos para que os alunos aprendam, é óbvio que deve haver coerência entre a maneira de ensinar e o mecanismo de aprendizagem. Está aí um campo de pesquisa no qual se está em contato direto com o conteúdo (Física) e no qual não se necessita de *hardware* para trabalhar.

Outra área particularmente cara aos físicos é o ensino de laboratório. Há, inclusive, os que defendem o ponto de vista de que o ensino da Física deveria ser eminentemente experimental. Tal posição, além de ser alheia a nossa realidade, reflete uma preocupação com quantidade ao invés de qualidade. Ou talvez por trás dela esteja a premissa de que só se aprende fazendo.

É claro que o laboratório é importante, mas muito do que se acredita acerca do papel do laboratório, num curso de Física Geral, por exemplo, na verdade não passa de crença, ou seja, carece de evidência experimental. Isso significa que também nessa área é preciso fazer pesquisa. É preciso investigar se o aluno aprende melhor determinado tópico fazendo uma experiência ou se a aprendizagem pode ocorrer por simples recepção. É preciso saber se em determinada experiência o aluno está fazendo Física, está aprendendo conceitos, está simplesmente aprendendo a manusear instrumentos, etc.

Via de regra, os que se dedicam primordialmente ao ensino de laboratório preocupam-se em "bolar" novas experiências e construir novos equipamentos. Esse é, sem dúvida, um trabalho de enorme importância, mas é preciso ir além. É preciso estudar os efeitos disso na aprendizagem do aluno.

CONCLUSÃO

O que propomos é um enfoque de pesquisa à atividade de ensino. Seja em termos de métodos, currículos, conteúdo ou laboratório, é preciso experimentar. A heterogeneidade da população estudantil no ciclo básico, a diversidade de condições físicas, culturais e sócio-econômicas, a transitoriedade de eventos e situações no mundo moderno, implicam em flexibilidade e adaptabilidade. É necessário saber em que condições se pode usar este ou aquele método ou currículo, esta ou aquela experiência de laboratório. Por outro lado, é preciso também saber mais acerca de fenômenos básicos e menos sujeitos à transitoriedade, como é o caso do mecanismo de aprendizagem. Para tudo isso, parece-nos que a melhor saída, senão a Única, é pesquisar.

4. Ciclo Básico – Contribuição

LUÍS CARLOS MENEZES (IF-USP)

I - A conceituação de educação como o conjunto dos processamentos que transforma crianças analfabetas em mão-de-obra para um mercado de trabalho é uma aberração desumana.

II - O aluno que chega à universidade já foi vítima deste processamento durante uma dúzia de anos. Privado do diálogo, encarado como receptáculo do ensinamento, ele é submetido a tratamento análogo por quatro ou mais anos até o momento em que é entregue passivo, imaturo, acrítico e não raro até mesmo mal treinado ao sistema de produção onde ele pretensamente exercerá uma função intelectual.

III - O ciclo básico é proposto, via de regra, como uma forma *eficiente* de transição entre um treinamento geral inespecífico e um treinamento profissional especializado. Uma interface ou uma engrenagem diferencial da máquina de processar estudantes.

Propostas: