

Formação Pedagógica de Professores de Física antes do Exercício da Profissão*

FLETCHER G. WATSON

Harvard University, USA

Tradução recebida em 5 de Julho de 1971

The pedagogical formation of a teacher occurs during his whole life. His system of values toward **science**, technology, students and the **learning** process is largely established before he enters a pedagogical institution. The premises of the learning process in schools are discussed and two models of teaching and their implications for teacher training are described: a) the emphasis is on knowledge of the subject matter, transmitted by the teacher; b) emphasis is on the individual development of the student.

A formação pedagógica de um professor se dá durante toda a sua vida. O seu sistema de valores em relação à ciência, à tecnologia, aos estudantes e ao processo de aprendizado já está em grande parte estabelecido antes dele entrar em uma instituição de formação pedagógica. São discutidas as premissas do processo de aprendizado e descritos dois modelos distintos de ensino, com suas implicações para o treinamento pedagógico: a) ênfase sobre o conhecimento da matéria, transmitida pelo professor; b) ênfase sobre o desenvolvimento individual do estudante.

O comportamento que se espera de um professor de física na sala de aula deve ser consistente com a filosofia pedagógica geral e a abordagem do aprendizado aceitas em seu país. Devemos portanto esperar diferenças entre as expectativas em diferentes países e também mudanças com o tempo. Além disso, outra premissa em que se baseia este artigo é que um professor eficiente está sempre aprendendo e que devem ser feitos planos para o seu desenvolvimento contínuo durante a sua atividade pedagógica. Precisaremos pois considerar a orientação pedagógica do professor tanto antes como depois dele assumir a atividade docente. Antes porém de examinar os aspectos particulares dessas premissas, é desejável fazer-se uma análise mais geral do papel do professor.

*Tradução do trabalho de Fletcher G. Watson apresentado na "Conferência Internacional sobre Educação de Professores de Física em Escolas Secundárias", organizada pela União Internacional de Física Pura e Aplicada e pela UNESCO, realizada em Eger, na Hungria de 11 a 17 de setembro de 1970. Tradução de E. W. Hamburger, Instituto de Física, USP, Caixa Postal 20516, 01000 – São Paulo SP.

O comportamento de um professor de física depende de pelo menos quatro fatores e de como ele os aplica na sala de aula. Esses fatores são: 1) sua orientação em relação a ciência, 2) sua orientação em relação a tecnologia, 3) sua orientação em relação aos alunos, 4) sua orientação em relação ao processo de aprendizagem. Isto é, ciência, tecnologia, aluno e aprendizagem. Pelo menos os três primeiros são parte de sua herança cultural e envolvem sistemas de valores que se desenvolveram durante toda sua vida e, como todos os sistemas de valores, resistem à mudança fácil. Cuidado com a hipótese simplista de que um curto curso de "métodos de ensino" possa fazer uma modificação significativa nesses valores!

A atitude de um professor em relação a ciência é a soma seletiva de todas as suas experiências prévias com as coisas e acontecimentos do mundo, especialmente daquelas coisas que são especificamente chamadas de ciência nas escolas. Se a ciência foi apresentada como um corpo de regras e teoremas que explicam os fenômenos, abrangendo um sistema completo que deve ser aprendido para os exames, então o professor é uma autoridade dogmática que, com o livro de texto, sabe todas as respostas. Sua atitude em relação aos alunos vai ser a de "ensinar-lhes física" ou como disse um professor "de rachar os seus crânios e lá enfiar a física". Nós todos já vimos muito ensino dessa maneira e sabemos que um tal professor dará ênfase às formulações matemáticas e a problemas numéricos complexos. A precisão e a exatidão dominarão o trabalho de laboratório, que será entendido como uma verificação das generalizações acumuladas através dos anos, pelos esforços de um grande número de homens anônimos. Uma tal abordagem da ciência como um sistema completo de "respostas corretas" será dogmática, autoritária, idólatra e completa. O professor agirá como o alto sacerdote da nova religião e será dominante, metucioso, ameaçador e insensível às aspirações e sentimentos de seus alunos. Infelizmente, a física e as outras ciências são comumente ensinadas dessa maneira.

Se, entretanto, a ciência é vista como uma procura, uma tentativa contínua de tornar compreensíveis alguns fenômenos deste mundo, a ênfase será sobre o entrelaçamento de evidência empírica limitada e tentativas de explicações temporárias. A ênfase será não só sobre o que você sabe, mas também como você sabe e quão bem o sabe. As dificuldades e os erros dos grandes cientistas bem como os seus sucessos deverão ser considerados em aula para desenvolver a idéia de que conceito algum aceito atualmente foi facilmente alcançado e de que todo homem tem as suas limitações pessoais. As aulas de um professor que vê a ciência deste modo darão ênfase às inter-relações entre a evidência e a teoria, às limitações de cada

uma delas e o processo pelo qual as generalizações são formuladas e avaliadas pela comunidade científica.

Note que estas ou outras imagens da ciência são geradas durante toda a formação acadêmica do professor e filtradas pela sua percepção seletiva e pessoal. Embora tais imagens tenham grande importância pedagógica, os responsáveis pelo treinamento dos professores necessariamente têm que começar com o futuro professor já de posse de imagens adquiridas anteriormente.

Analogamente, o futuro professor chega à escola com a sua concepção própria sobre a natureza e o papel da tecnologia. Só recentemente percebemos que muitos professores de física nos Estados Unidos não fazem uma distinção clara entre ciência e tecnologia. Talvez essa mesma situação ocorra em outros países. Esses professores foram treinados para ver a física como um corpo de proposições cuja importância está na sua aplicação prática através da tecnologia: melhores geladeiras, melhores foguetes, melhores sistemas eletrônicos e, como se resume num *slogan* muito usado, "coisas melhores para uma vida melhor com ajuda da ciência". Esses professores parecem não saber qual é o esforço intelectual criador necessário para formular qualquer tentativa de generalização científica. Deformados por uma dieta acadêmica pobre, eles sofrem de *kwashiorkor*¹ intelectual. Foram enganados, não lhes tendo sido transmitidos o respeito e o conhecimento da história da ciência que eles estão procurando ensinar. Eles também não estão cientes dos sistemas de valores que operam no processo de criatividade científica e dos juízos formados. Igualmente triste é que esses professores não estão ao par dos critérios bem diferentes que devem operar na tecnologia quando se fazem decisões sobre que aparelhos devem ser produzidos. Não são eles capazes de distinguir ciência de tecnologia, perpetuando essa confusão entre seus alunos, que por sua vez não entendem nem de ciência nem de tecnologia. Essa confusão é novamente o resultado da orientação prévia recebida relativamente à ciência.

E qual é a imagem que o futuro professor faz dos alunos? Se estes são considerados inerentemente maus: desobedientes, preguiçosos e destrutivos, então a escola funcionará como uma prisão. Haverá muitas regras, haverá muita punição, a iniciativa será severamente restringida e os professores serão dominadores. Se, por outro lado, os alunos são encarados como investigadores procurando formular o seu mundo, os professores reconhecerão diferenças individuais, encorajarão a iniciativa e a diversidade e prestarão ajuda quando ocorrerem confusões. Qualquer que seja a posição

que o professor assuma entre êsses dois extremos, sua atitude será decorrência do complexo das suas experiências, experiências que êle teve seja como criança na sua casa, seja como adulto na sociedade. Essa longa formação ocorreu antes do futuro professor encontrar o seu orientador pedagógico.

Estas afirmações francas foram feitas para lembrá-los de que o professor quando entra na sala de aula já integrou muitas atitudes e muitas interpretações durante tôda a sua vida, inclusive em muitos anos de cursos acadêmicos. Não se pode esperar que êle sofra grandes mudanças ou mudanças abruptas, expondo-o rapidamente a um sistema de "aprender a ensinar". Queiramos ou não, somos todos responsáveis pelo desenvolvimento dos professôres.

Apesar de todos nós durante tôda nossa vida estarmos sempre aprendendo, é estranho que tão pouca atenção seja dada ao exame do problema de como aprendemos. Aqui está um aspecto **crucial** da função do professor para o qual os estudos pedagógicos e a prática podem muito contribuir. Pelo progresso do estudo dos processos de aprendizagem podemos formular uma série de proposições gerais que podem ser aprendidas e aplicadas pelos professôres:

1. A primeira finalidade da escolarização é a de facilitar certas aprendizagens culturalmente selecionadas.
2. Durante a escolarização, o professor tem também que estar aprendendo sôbre o aprendiz e sôbre o processo de aprendizagem.
3. A aprendizagem ocorre individualmente e a sua rapidez e, o que é mais importante, o seu estilo diferem de aprendiz para aprendiz.
4. A aprendizagem ocorre internamente e só pode ser⁹ avaliada por comportamento externo.
5. O aprendiz tem que ter algum propósito ou finalidade que faça com que êle concentre a sua atenção na tarefa de aprendizagem.
6. O aprendiz deve experimentar ou antecipar algum progresso em direção ao seu objetivo, pois caso contrário sua atenção divagará para outras atividades.
7. A recompensa mais poderosa para a aprendizagem são os sentimentos internos de competência e capacidade crescentes para enfrentar os fenômenos que interessam ao aprendiz.

8. Entre as recompensas externas, as positivas são mais poderosas do que as negativas tais como ameaças, castigos, etc.

9. Tendo a oportunidade, os estudantes aprendem muito uns dos outros.

10. O professor prepara o ambiente ou define as tarefas do aprendiz. Em casos extremos, a comunicação do professor se faz por meios não verbais, ou instrução programada, ou série de experiências de laboratório, etc.

Se tais premissas ou similares são aceitas, não precisaremos mais afirmar ingênuamente que "o professor nasce feito".

Se aceitarmos ainda mais a premissa de que a educação deva preparar o estudante a enfrentar com eficiência crescente seus próprios problemas e cada vez mais tomar as suas próprias decisões (tanto agora como no futuro quando não mais estiver na escola), então o ensino nas escolas deverá propiciar ao estudante oportunidades de fazer decisões e de se mostrar responsável pelas suas conseqüências. Uma tal premissa leva a técnicas de ensino bem diversas e a uma atuação bem diferente do professor e, portanto, a outros processos para o seu desenvolvimento pedagógico.

Para tornar mais claro êste ponto, quero esboçar dois modêlos bem diferentes de ensino e, portanto, de treinamento de professores.

O primeiro modêlo pressupõe que o resultado da educação seja uma pessoa "que sabe". Ela terá um conhecimento amplo, ou mesmo enciclopédico e poderá dêle lembrar-se rápida e corretamente. **O** estudante terá também desenvolvido um grande número de habilidades com o seu idioma e com os números, sabendo aplicá-los apropriadamente. **A** aprendizagem resultará antes de tudo em "saber que..." e **sòmente** muito pouco "saber como" ou "**saber** porque...".

Êste modêlo supõe que o aprendiz se assemelhe a *tabula* rasa do filósofo John Locke ou a uma garrafa vazia que é mandada à escola para ser cheia com informação.

Os processos de instrução consistentes com êste modêlo incluem conferências (aulas expositivas), textos, demonstrações, verificações de laboratório, problemas numéricos **difíceis** e grande competência em matemática. Os exames serão importantes, vão exigir memorização de muita informação e incluirão alguns dos clássicos "**problemas difíceis**" nos quais o estudante poderá ter sido treinado. O sucesso no curso de física, isto é boas notas

e aprovação, será avaliado principalmente por exames cheios de problemas numéricos e por relatórios de experiências de laboratório muitas vezes avaliados pelo asseio e por "respostas corretas".

Um tal curso será descrito como de "alto nível", seja lá o que fôr o que isto signifique. Todos os estudantes serão tratados igualmente, com as mesmas experiências e numa programação horária apertada. A física será apresentada como uma "ciência exata" e o trabalho de laboratório enfatizará a precisão e a exatidão com preferência com quatro algarismos significativos, mesmo que depois não se dê significado algum a esses algarismos. O programa ou o livro de texto terá sido "coberto" mas muito pouco sobre a natureza da ciência como uma criação intelectual terá sido "descoberto". Um professor que funciona dentro deste modelo precisa de um conhecimento considerável do corpo atual de resultados aceitos, de teorias, leis, evidências experimentais, e dos argumentos lógicos que relacionam a evidência com a explicação. Ele também precisa ter habilidade manual para lidar com uma grande quantidade de equipamentos de laboratório e de demonstração que ele ou seus estudantes utilizarão. Ele vai se beneficiar do ensino e da prática no preparo cuidadoso de planos e notas de aula e de práticas de demonstração. Sua avaliação do aproveitamento dos estudantes será principalmente em termos de suas soluções de problemas numéricos apresentados nos exames finais.

Dúvidas ou conflitos sobre o que ensinar ou que sequência seguir serão decididos principalmente por considerações sobre a física que está envolvida no assunto e pelas recomendações de físicos importantes, o que os sociólogos costumam chamar de "outras pessoas significativas".

De acordo com este modelo, o professor funciona como um expositor, uma fonte de informação e sabedoria e um par de mãos hábeis. Até certo ponto, ele age como um autômato que prepara estudantes para um exame preparado por outros e que é o mesmo para todos os estudantes. O seu treino pedagógico é simples, o seu conhecimento das "respostas corretas" de física é o mais importante. Habilidades no desenvolvimento de argumentos lógicos e na manipulação do equipamento são igualmente consideradas importantes. Visto que um tal professor toma poucas decisões, ele não precisa conhecer a história das idéias educacionais ou estar ao par das discussões sobre as finalidades da escolarização. Ele não precisa saber a teoria da aprendizagem ou o *Sturm und Drang*² da juventude. Ele também não precisa se importar com os aspectos criadores da ciência ou com o seu papel na cultura geral ou com sua inter-relação com a tecnologia. Um tal professor provavelmente dá muito valor ao desenvolvimento de

questões novas e complexas e a criação de novos equipamentos de laboratório ou de demonstração. Sua vida é relativamente simples pois sua tarefa, como ele a vê, é "ensinar física aos alunos".

Um tal professor vai ter pouco prazer no desenvolvimento dia a dia dos seus estudantes, pois os seus resultados serão inevitavelmente imperfeitos. Muitas vezes esses professores têm orgulho especial de um ou outro ex-aluno que se tornou cientista ou engenheiro. Notas altas em exames e ingresso na Universidade são frequentemente citados como evidência (talvez como reflexo de sua glória) de uma instrução eficiente.

Entretanto nem tudo está perdido. Experiências em alguns lugares mostram que se pode começar a desenvolver uma nova orientação para os professores. Na *Stirling University*, uma nova universidade na Escócia, e talvez em outros lugares, durante os três últimos anos de um programa quadrienal, os futuros professores estudam ciência e paralelamente observam e ensinam uma turma de alunos. Como resultado, os futuros professores consideram as evidências e interpretações da ciência, para entender não só os resultados aceitos mas também as interpretações alternativas e o porque delas não terem sido aceitas. Três anos de trabalho com estudantes e com a ciência, resultam em um novo respeito por ambos e numa maior habilidade em lidar com os problemas cognitivos dos estudantes.

Em *Harvard*, verificamos que muitos professores experientes, treinados na bitola de "ciência é tecnologia" ou de "você tem que saber a resposta certa", ficam entusiasmados quando começam a estudar a história da sua ciência e a considerar algumas das implicações sociais das atividades científicas. Esses estudos são um renascimento dos professores, modificando o seu ponto de vista e seu comportamento durante muitos anos. É uma pena que essas abordagens gerais sejam tão raras ou tão tardias na carreira do professor.

Um segundo modelo do papel dos professores, incluindo os de física, baseia-se em premissas bem diferentes sobre a aprendizagem e os propósitos do ensino. Aqui a atenção está focalizada sobre o aprendiz, sobre o processo de aprendizagem e as condições para a sua melhoria. Assim o papel do professor em sua interação com os estudantes é completamente diferente.

As premissas básicas **dêsse modelo** são:

1. O aprendizado ocorre individualmente "dentro dos estudantes" como resultado de suas atividades;

2. os estudantes diferem muito em seus interesses e habilidades;
3. o aprendizado se manifesta por modificação do comportamento. A escola é vista como um lugar onde os estudantes podem aprender com a ajuda de pessoas maduras, experientes e acessíveis. Essas premissas reconhecem a individualidade do estudante e a possibilidade de diferentes estilos de aprendizagem. Devido ao fato de que os estudantes são diferentes uns dos outros, eles precisam de uma grande variedade de materiais de ensino e da liberdade de escolher entre eles. A interação direta dos estudantes com os materiais é fundamental. O professor não mais está colocado entre o estudante e os fenômenos. Em vez disso, o papel do professor é o de um ajudante maduro e experimentado ou de um guia que ajuda o estudante a formular, testar e justificar as suas próprias conclusões. O fato de estar havendo aprendizado é evidenciado por uma variedade de modificações de comportamento, que incluem iniciativa do estudante, auto-confiança, alegria, independência, criatividade e também competência na manipulação dos principais conceitos envolvidos no assunto.

O professor não é mais dominador. Muito da planificação é feita pelos estudantes, individualmente ou em pequenos grupos. A responsabilidade pelas realizações está com os estudantes, não com o professor. A avaliação não é baseada principalmente em provas, em problemas numéricos, mas também inclui a observação da iniciativa do estudante, da sua criatividade, do seu **empenho**. O avanço do estudante é considerado mais do ponto de vista do crescimento individual do que de padrões uniformes de competência acadêmica. Não há programa fixo, não há curso único e não há exame externo.

Com uma tal abordagem, a sala de aula se torna antes de tudo um laboratório de aprendizagem. Várias investigações se processam **simultaneamente** e uma variedade de meios de instrução, livros, filmes, loops, transparências, instrução programada e aparelhos são utilizados. Encorajam-se discussões. A pressão dos colegas e a orientação do professor nas tarefas, em vez do seu domínio e ameaças, condicionam o comportamento dos estudantes

Os estudantes têm entusiasmo e a liberdade de progredir em seu próprio ritmo, não naquele estabelecido pelo professor para o estudante médio da classe. Muita evidência obtida de professores indica que alguns alunos aprendem muito mais do que aprenderiam sob o domínio estrito do professor. Outros progredem mais ou menos como se esperava. Mas todos os estudantes experimentam um sentimento de auto-confiança e de crescente competência, o que é de grande importância.

Em um tal ambiente, poderia parecer que a competência acadêmica do professor fôsse de somenos importância, mas isso não é verdade. Quando os estudantes têm liberdade de fazer qualquer pergunta a qualquer momento, a demanda *sobre* o professor é maior do que quando *êle* programa os tópicos e limita a gama de perguntas aceitáveis aquelas *sobre* as quais *êle* se preparou bem. Sua competência transparece não apenas no seu conhecimento memorizado, mas também na sua habilidade em ajudar os estudantes a aprender cada um *à* sua maneira.

Como podem os professôres ser treinados e amadurecidos para tais atitudes no ensino? Talvez a primeira providência seja a seleção dos candidatos. Se *êles* são "físicos" que querem meramente expor assuntos aos estudantes, vão achar a tarefa impossível. Se entretanto estão interessados na aprendizagem dos estudantes, vão achar a tarefa agradável e compensadora.

Libertando-se os estudantes também se liberta o professor, permitindo-lhe considerar e aplicar uma filosofia de educação como também uma filosofia de ciência. Para ajudar cada estudante nos seus problemas imediatos, o professor precisa cada vez mais saber observar o estudante, diagnosticar a sua dificuldade e então sugerir ação apropriada. Certamente *êsse* professor precisa de uma compreensão firme da psicologia da sala de aula, o que começa com observações clínicas e discussões com instrutores de sensibilidade e cresce durante uma vida *tôda* de experiência.

O treino inicial de um futuro professor de física deveria ser *sòmente* o começo de um desenvolvimento a longo prazo. Na melhor das hipóteses, *êsse* treino inicial curto pode *sòmente* alertar o futuro professor para as dimensões de sua tarefa, introduzir um vocabulário para discutir as suas observações e sensibilizá-lo para alguns dos modos de interação com os estudantes. Isto se faz melhor em situações clínicas com a observação e a prática pessoal nas escolas. Eu estou admitindo que *êle* estudou anteriormente ou está estudando simultaneamente a história das idéias e dos ideais educacionais e também as análises gerais do comportamento dos jovens e da teoria do aprendizado. Mas, como sabe qualquer cientista, tal conhecimento *livresco* e verbal precisa se tornar *significante* através de experiências pessoais. De *fáto*, podemos distinguir vários níveis de conhecimento e compreensão: estar ciente, conhecer e, finalmente, acreditar. Mas tais habilidades cognitivas precisam ser relacionadas as realidades dos alunos na escola. O professor também precisa desenvolver as aptidões e habilidades de fazer decisões que *lhe* permitam agir eficientemente. Isso se pode conseguir de uma maneira melhor num ambiente clínico, numa

escola onde o futuro professor é às vezes observador de outros e às vezes o próprio professor. Também se pode ganhar alguma coisa analisando simulações seja em *video-tape*, seja em filme. Também ensinar em pequena escala, em pequenas sessões com quatro ou cinco estudantes, o chamado "micro-ensino", dá alguma experiência e aumenta a confiança do futuro professor:

Nenhum desses procedimentos garante que o futuro professor vá compreender e assimilar as idéias ou as aptidões que estão sendo consideradas. Análises construtivas, ponderadas e agradáveis com professores de sensibilidade e discussões com "professores clínicos" são essenciais. Nossa experiência indica que um bom grupo é formado por três candidatos a professor e um mestre. Um dos principiantes é responsável por toda ou parte de uma aula planejada pelo grupo. Todos os outros observam e depois contribuem para a discussão. Visto que o esforço é feito para desenvolver as habilidades dos principiantes de observar, diagnosticar e "receitar", a discussão é iniciada pelos principiantes. Só mais tarde o mestre faz os seus comentários ou levanta novas questões. A fim de assegurar mudanças proveitosas e imediatas no comportamento em sala de aula e diminuir as tensões dos principiantes, somente poucas (frequentemente três) modificações específicas no comportamento dos candidatos devem ser propostas para a próxima tentativa. Pelo menos uma delas deve ser tão específica e factível que o principiante obtenha sucesso imediatamente e faça jus a um elogio. Note que estamos tentando simultaneamente instruir (isto é, aumentar o conhecimento e compreensão do futuro professor), influenciar seu sistema de valores sobre o que é importante e apropriado e desenvolver as suas habilidades de forma a capacitá-lo a bem executar os seus melhores planos de aula.

A compreensão e as habilidades desenvolvem-se lentamente e exigem muitas oportunidades de praticar e muita análise construtiva. Um *video-tape* do futuro professor e dos estudantes na sala de aula permite uma revisão rápida e explícita, sem ficar exclusivamente na dependência da memória para evocar o que ocorreu.

Dentro do tempo de que em geral se dispõe nos Estados Unidos para o treinamento pedagógico, muito poucas observações e análises do comportamento em sala de aula de professores e estudantes podem ser feitas. Muitas questões importantes nem sequer podem ser levantadas e muito menos analisadas com a profundidade necessária para permitir ao principiante tomar decisões. Também quase todas as decisões sobre o currículo, sobre

o que ensinar, quando e em que ordem e com que ênfase, têm que ser adiadas. É por isso que seria desejável um programa de preparação de professores a longo prazo, durando talvez cinco anos, sob crítica construtiva e simpática. Infelizmente verificamos que a maioria dos professores que tiveram um treinamento mínimo e foram depois colocados em escolas, hesitam, quando não se recusam, a examinar questões pedagógicas. Tais questões parecem ameaçar a sua auto-estima como professores experientes que tiveram sucesso razoável na sua profissão. Uma técnica, usada com algum sucesso, é a de fazer professores experimentados servirem de observadores e guias (enquanto eles mesmos estão sendo observados e aconselhados) para os professores principiantes. Essa interação pode ser altamente produtiva para ambos, mas depende muito da boa vontade do professor experimentado em se expor a perguntas e a desafios.

Em resumo, o treino pedagógico de professores de física ou de outros professores é uma operação que dura a vida toda e na qual muitos dos sistemas de valores básicos foram firmemente estabelecidos antes mesmo do candidato a professor ingressar em uma instituição pedagógica. O estudo da história das idéias educacionais e da teoria da aprendizagem são desejáveis. Prática, clínica e crítica construtiva são essenciais. Mas os pontos específicos e a ênfase dependem do que você e os seus colegas consideram importante na ciência para ser transmitido à próxima geração.

Notas do Tradutor

1. Palavra na língua nativa de Ghana para designar o estado de subnutrição infantil caracterizado por deficiências no crescimento e desenvolvimento, como conseqüência de uma dieta muito pobre em proteínas.
2. Esta expressão alemã exprime aqui o comportamento tempestuoso e impulsivo típico da adolescência.