

IFUSP/P 677  
B.I.F. - USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA  
CAIXA POSTAL 20516  
01498 - SÃO PAULO - SP  
BRASIL

# PUBLICAÇÕES

IFUSP/P-677

23 FEV 1988



O CURRÍCULO DE LICENCIATURA EM FÍSICA.  
II. OBJETIVOS, CONTEÚDOS E ATIVIDADES.

A. Villani

Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Dezembro/1987

## O Currículo de Licenciatura em Física.

### II. Objetivos, Conteúdos e Atividades. (1)

A. Villani(\*)

Instituto de Física da U.S.P.

Na primeira parte deste trabalho discutimos as diretrizes gerais que, em nossa opinião, deverão orientar a elaboração do currículo de Licenciatura em Física.

Nesta segunda parte pretendemos desenvolver tal elaboração.

Começaremos expondo os objetivos gerais do currículo e dando dicas sobre as ocasiões de sua avaliação; continuaremos definindo os conteúdos mais significativos e terminaremos descrevendo as atividades didáticas mais importantes a serem desenvolvidas.

Finalmente, na terceira parte deste trabalho, procuraremos tornar esta discussão mais concreta e específica, esboçando um exemplo de um currículo adequado à realidade de uma Universidade brasileira de grande porte.

#### 1. Os Objetivos Gerais

Para o levantamento dos objetivos gerais é importante ter presente as atividades profissionais mais significativas que o futuro professor poderá exercer após a formação universitária.

(\*) Com auxílio parcial do CNPq.

Em nossa opinião o Licenciado terá as seguintes opções:

- Ser responsável por uma ou mais disciplinas de Física num colégio estadual ou particular de 2o. grau.
- Integrar comissões ou grupos de trabalhos permanentes ligados à Instituições que visam coordenar ou subsidiar o trabalho do professor de 1o. e 2o. grau.
- Ser responsável por uma ou mais disciplinas de Física em Universidades particulares ou públicas.
- Seguir a carreira universitária entrando numa pós-graduação em Ensino ou em Educação.

Para que o Licenciado possa desenvolver com capacidade profissional tais atividades, é necessário que o currículo de Licenciatura tenha os seguintes objetivos:

- 1) Promover a elaboração, por parte do estudante, de uma sólida visão da Física, sua estrutura, sua natureza, seu desenvolvimento e suas aplicações. Para tanto, no final do curso o Licenciado deverá ser capaz de reconhecer as várias áreas da Física, com suas leis fundamentais, seu significado físico, suas interrelações e seus limites de aplicação. Conseqüentemente, deverá ser capaz de explicar algumas aplicações fenomenológicas e tecnológicas, esboçar o desenvolvimento histórico de algumas das idéias básicas e resolver problemas simples que exijam sua aplicação.

Tal objetivo será desenvolvido e avaliado ao longo do currículo nas várias disciplinas que se referem ao conteúdo de Física.

- 2) Capacitar o estudante a apresentar oralmente, por escrito e mediante demonstrações experimentais o conteúdo básico de sua especialização. Tal apresentação, além de ser clara e inteligivelmente estruturada em si mesma, deverá salientar, local ou globalmente as características da visão da Física explicitadas no objetivo anterior.

Tal tipo de apresentação tem a função de esclarecer didaticamente sobre um determinado assunto e abrir problemas e perspectivas mais amplas, capazes de estimular os ouvintes ou leitores a prosseguirem com maior ânimo em sua aprendizagem.

Tal objetivo será desenvolvido e avaliado inicialmente nas disciplinas básicas e posteriormente numa disciplina especial (por exemplo adaptando o conteúdo e as atividades da atual Instrumentação para o Ensino de Física) que tem a finalidade de desenvolver sistematicamente a capacidade de apresentação de conteúdos, oralmente, por escrito e mediante experimentos didáticos.

- 3) Capacitar o Licenciado a organizar as atividades institucionais e a planejar os conteúdos de um curso de Física para o segundo grau.

Tal programação deverá incluir, além da escolha cuidadosa dos tópicos mais importantes do ponto de vista

da Física e mais significativas do ponto de vista do desenvolvimento do aluno, também esquemas de atividades que mantenham os alunos em estado de interesse intelectual, conjuntos de avaliações que os reforcem em sua aprendizagem e esboços de pequenos projetos, que satisfaçam sua vontade de trabalhar.

Tal objetivo será desenvolvido e avaliado principalmente numa disciplina do tipo Prática de Ensino, onde o futuro professor aprenderá a planejar e executar com a ajuda de seu docente e dos colegas, um curso para o segundo grau.

- 4) Capacitar o futuro professor a localizar e dar significados às dificuldades conceituais e operacionais de seus alunos. Tal atividade consistirá em acumular as respostas incorretas dos alunos, analisá-las para perceber sua origem, relacioná-las com a conceituação científica presente ou passada, confrontá-las com respostas correspondentes às operações mentais ou estratégias de solução de problemas específicos. Finalmente, tal capacitação incluirá também sugestões de solução ou iniciativas de fomento de mudanças conceituais nos alunos.

Tal objetivo será desenvolvido e avaliado nos cursos teóricos do tipo Psicologia da Educação nos quais serão discutidos as concepções espontâneas e o desenvolvimento conceitual e racional dos alunos.

- 5) Capacitar o Licenciado a fazer levantamentos sistemáticos sobre a situação de aprendizagem de seus estudantes, através de testes, questionários, entrevistas individuais ou coletivas, discussões a dois ou três; dessa forma ele poderá obter um feed-back do seu trabalho e comparar as impressões acumuladas com indicadores mais objetivos.

Este objetivo será desenvolvido e avaliado nas disciplinas, nas quais o Licenciado será introduzido à pesquisa na área, como por exemplo Tecnologia do Ensino de Física.

- 6) Capacitar o Licenciado a refletir sobre sua prática docente, procurando explicitar e relacionar as razões de seu comportamento e do desempenho de seus alunos, identificar sua postura, capacidade de diálogo e de colaboração com os colegas e com os seus alunos.

Tal objetivo será desenvolvido e avaliado nas disciplinas de orientação Psicológica e Metodológica e, principalmente, Sócio-política.

- 7) Finalmente, preparar o Licenciado a programar, sustentar e renovar sua atualização didática, cultural e científica. A formação do Licenciado deverá ser suficientemente sólida, articulada e exemplar para que ele possa continuar sua aprendizagem através da leitura de livros e artigos, da participação em congresso e cursos de extensão universitária, e, finalmente da colaboração com grupos de reflexão e trabalho.

Tal objetivo, certamente um dos mais importantes, deverá ser desenvolvido e avaliado em todas as disciplinas, nas quais será promovida a realização de leituras extra assim como a participação em grupos de estudos.

Uma vez definidos os objetivos gerais e básicos do currículo de Licenciatura é necessário tomar algumas decisões estruturais que estabeleçam a maneira de realizar os objetivos; tais decisões referem-se à estrutura do currículo (e à sua relação com o do Bacharelado), ao conteúdo, científico e educacional, objeto de aprendizagem dos futuros docentes, e, finalmente, às atividades didáticas que devem caracterizar a formação do professor. Tais decisões não são temporalmente distintas, nem concretamente separadas, pois não se dá aprendizagem sem conteúdos, sem atividades e sem relações estruturais entre elas, entretanto podem ser analisadas separadamente para serem tratadas de maneira mais aprofundada.

## 2. Licenciatura e Bacharelado

O professor de Física deve ser formado primeiro como professor, ou seja, mediador de aprendizagem, ou primeiro como especialista em Física? Deverá ter uma formação científica comum aos seus colegas de Bacharelado, ou sua formação deverá ser especializada desde o começo? Deverá ter uma formação educacional comum com todos os

outros licenciados ou esta deverá refletir a especificidade do saber que ele irá tratar profissionalmente?

É de importância que todas essas perguntas sejam respondidas, pois suas respostas definirão a estrutura do currículo e a escolha das estratégias globais que, possivelmente, irão maximizar os resultados da formação.

Dois princípios heurísticos nos ajudarão na formulação de nossas respostas às perguntas propostas anteriormente.

O primeiro princípio é que o saber teórico e o saber prático são diferentes e sua aprendizagem exige um tratamento diferente, disciplinar o primeiro, interdisciplinar o segundo.

O segundo princípio é que o saber teórico envolve um período de amadurecimento longo até que sua estrutura intrínseca e suas razões se tornem domínio do aprendiz.

Se, durante a formação, o futuro professor não conseguir construir uma visão própria da disciplina que ele quer ensinar, muito dificilmente conseguirá isso depois da formação, quando a pressão para a utilização de um saber prático ligado à docência irá constituir o pano de fundo de todas as suas preocupações. É verdade que às vezes situações de docência exigem aprimoramentos teóricos abstratos e disciplinares, entretanto, estes terão mais facilidades de sucesso se o docente tiver construído ao menos um esquema conceitual auto consistente anteriormente.

Toda essa discussão nos leva, portanto, a concluir que a primeira preocupação a ser respondida na formação de um futuro docente diz respeito ao conteúdo científico disciplinar, mediante uma fase básica dedicada prevalentemente a ele. O esforço maior da formação do docente enquanto mediador de aprendizagem deverá ser realizado numa segunda fase, junto com um aprofundamento do conteúdo científico mais voltado para as necessidades específicas da docência.

Nossa argumentação se complementa naturalmente na análise da relação entre Licenciatura e Bacharelado: durante o período de formação básica não deveriam existir diferenças significativas entre os dois currículos. A formação básica, cuja finalidade é criar nos aprendizes uma maneira de olhar os fenômenos, típica da disciplina e diferente da maneira espontânea, é obtida somente com uma dedicação global e concentrada nela, e não diferencia o futuro professor do futuro pesquisador, pois define as bases comuns de seu saber competente. Nesta primeira fase, na qual é mais importante a construção de uma síntese pessoal, o saber é analisado e esmiuçado por ele mesmo, independente da relação que ele terá com a futura atividade profissional. É somente após esta primeira construção pessoal que o estudante poderá escolher com mais fundamento se ele se dedicará profissionalmente à produção, à aplicação, ou à divulgação deste saber. O estudante terá uma escolha baseada na

experiência de contatos e de vivência com pesquisadores e professores e na avaliação mais precisa de sua vocação.

Finalmente, em relação à formação profissional ou pedagógica do futuro professor, nossa posição também é definida. O saber educacional do futuro professor de Física é eminentemente prático e, portanto, deve ser construído de forma prevalentemente interdisciplinar. Isso não exclui, evidentemente, a existência de algumas atividades comuns a todos os Licenciados, que, além de providenciar a elaboração de um saber educacional mais geral, permitem também a convivência e a interação de pessoas com formações diferentes; entretanto, a parte mais importante da formação profissional ou pedagógica do futuro docente deverá refletir as exigências específicas de sua profissão.

### 3. Os Conteúdos do Currículo de Licenciatura

O conteúdo do ensino e da aprendizagem dos futuros professores de Física pode ser caracterizado por duas dimensões.

A primeira dimensão refere-se ao objeto de aprendizagem enquanto tal, definido como "científico" quando se refere à Ciência específica a ser aprendida, ou "educacional", quando se refere à aprendizagem, ao ensino e ao processo educacional mais abrangente.

A segunda dimensão refere-se ao aspecto institucional do objeto de aprendizagem, no sentido que ele

pode ser proposto (ou imposto) pela Instituição (conteúdo institucionalizado) responsável pela formação do futuro professor ou pelos próprios aprendizes (conteúdo personalizado). Nossa análise dos conteúdos se desenvolverá sobre a primeira dimensão, inserindo comentários sobre a segunda.

#### 3.1 Conteúdos Científicos Específicos

Três categorias expressam, de maneira completa, o objeto da aprendizagem necessária ao desempenho competente e à formação científico-cultural abrangente do futuro professor de Física: conteúdos formal, empírico e heurístico.

O conteúdo de tipo formal refere-se principalmente às leis e princípios da Ciência a ser aprendida, às suas simetrias e estruturas, à sua linguagem simbólica com suas propriedades formais. Refere-se também às aplicações exemplares, aos problemas e exemplos significativos, que têm a dúlice função de mostrar para os estudantes o poder sintético da disciplina e de exercitá-los para que possam ter uma visão mais detalhada do seu significado.

Este conteúdo formal, que é o mais utilizado nos cursos de Licenciatura e Bacharelado, constitui aquilo que pode ser denominado de "pacote" de leis e exemplos significativos. Algumas correções devem ser introduzidas a este conteúdo: de um lado, ele não poderá mais monopolizar a

totalidade da Física a ser ensinada e, de outro lado, o aspecto formal de estrutura e de ligação dos seus elementos teóricos deverá ser mais focalizado, introduzindo uma análise gnoseológica dos métodos mais utilizados na derivação de seus resultados.

Acreditamos que o aspecto de novidade destas correções, junto com o aprofundamento sistemático mediante exemplos bem significativos, constituirão um estímulo para superar as inegáveis dificuldades devidas à abstração da linguagem. A imagem de Física que começará a ser construída pelos estudantes não será unicamente de uma disciplina abstrata e formalizada, mas também de uma disciplina criativa capaz de explorar ao máximo as potencialidades e as tendências do pensamento comum.

O conteúdo de tipo empírico refere-se aos conhecimentos que têm na experiência seu suporte mais significativo: grosseiramente, poderemos distinguir este conteúdo em experimental e aplicativo.

O conteúdo de tipo experimental refere-se aos experimentos cuja função é encontrar correlações ou produzir efeitos que possam ser comparados com as previsões teóricas. O domínio, por parte do futuro docente, deste tipo de conteúdo, tem um duplice significado: integrar e qualificar seu conhecimento teórico, tomando contato com a experimentação científica, seus padrões de precisão e seus esforços de sofisticação tecnológica. A introdução de projetos experimentais propostos e executados pelos

estudantes com o auxílio do professor será uma ocasião importante, não somente para incentivar sua criatividade, mas também para introduzir um tipo de conteúdo sobre o qual o estudante poderá ter um domínio exemplar.

O conteúdo que denominamos de aplicativo refere-se a interpretações, mediante leis e teorias científicas, de fenômenos naturais e dos produtos da tecnologia. A familiaridade com este tipo de conteúdo não é alcançada de maneira simples, pois ela envolve sempre um processo de simplificação e um domínio pelo menos qualitativo do conteúdo e das leis formais: entretanto, ele é indispensável para que o conhecimento científico adquira uma conotação prática e uma significação vital para os estudantes que se envolvem na aprendizagem de Física. Além disso, este tipo de conteúdo é básico para permitir mudanças conceituais nos estudantes, que encontram nos fenômenos familiares e nos produtos tecnológicos os exemplos mais eficientes de demonstração do alcance da Ciência.

Também é o tipo de conteúdo que é mais fácil de ser proposto pelos estudantes e analisado em colaboração com o professor. Mais do que isso, é neste tipo de conteúdo que poderão ser experimentadas análises interdisciplinares envolvendo a colaboração de estudantes e professores de diferentes disciplinas. Acreditamos que experiências deste tipo, além de carregar um grande potencial de motivação, poderão abrir aos estudantes perspectivas inovadoras no campo da docência. Um efeito a médio prazo da introdução

sistemática de conteúdos com referência aos fenômenos cotidianos e aos aspectos tecnológicos, sobretudo se acompanhados de experiências interdisciplinares, será uma mudança de enfoque no ensino de 2o. grau, perspectiva bastante animadora para recuperar o interesse dos estudantes para a Ciência.

Finalmente, o conteúdo de tipo heurístico consiste de conhecimentos científico-culturais que têm na História e Filosofia da Ciência sua fonte mais abundante. Eles referem-se à gênese das idéias e das teorias científicas, seu confronto e sua evolução, seus sucessos e fracassos empíricos. Referem-se também aos pressupostos metafísicos das teorias, seus princípios e suas relações heurísticas com as hipóteses científicas. Abrangem, finalmente, as imagens e as intuições básicas que acompanham as teorias, com seu poder de síntese e de antecipação de possíveis resultados das "experiências mentais".

Este conteúdo tem a função de apresentar ao estudante os temas mais importantes da pesquisa epistemológica atual: o confronto entre "paradigmas" diferentes, as razões do sucesso de um paradigma, as relações entre pesquisas científicas e reflexão filosófica, as relações entre pressupostos metafísicos e modelos heurísticos, entre linhas de pesquisa e resultados formais, entre teorias e experimentos.

Todas essas idéias e a reconstrução dos debates que acompanharam o desenvolvimento das teorias científicas,

constituem certamente um patrimônio científico, histórico e cultural que deve ser preservado através do florescimento das pesquisas e de sua utilização no Ensino, inclusive nos níveis iniciais. Desta maneira, este conteúdo, constitui uma fonte inesgotável de humanização e de enriquecimento da aprendizagem científica, não restrita aos futuros docentes.

A humanização da aprendizagem realiza-se mediante a recuperação das maneiras mais intuitivas de pensar; estimulando o estudante "a pensar" os fenômenos naturais com as imagens construídas com o pensamento "espontâneo", integradas e ampliadas com as sugestões que a história da Ciência fornece com abundância.

O enriquecimento da aprendizagem inclui não somente a complementabilidade e a fidedignidade na representação da Ciência, mas também um estímulo para o repensamento da Ciência atual com base em idéias e sugestões do passado.

Insistimos no desenvolvimento deste tipo de conteúdo no ensino de Ciência porque o consideramos relegado em relação aos outros tipos de conhecimentos. Nossa insistência baseia-se também na percepção que a sua introdução sistemática irá criar condições muito melhores de aceitação da perspectiva de mudança conceitual e da colaboração entre professores e alunos, por se referir a um campo de conhecimento interdisciplinar.

### 3.2 Conteúdos Educacionais

Tanto quanto os conhecimentos referentes ao conteúdo científico da disciplina a ser ensinada são fundamentais para a função de docente, os conhecimentos referentes à docência são indispensáveis para exercê-la com competência profissional.

Eles são de três tipos: psicológico, metodológico e sociológico.

O primeiro refere-se principalmente à aprendizagem e a seu desenvolvimento, o segundo diz respeito à arte de ensinar e o terceiro às relações institucionais.

A aprendizagem deverá ser analisada sob dois enfoques: um teórico, como construção e desenvolvimento de operações mentais e de noções progressivamente estruturadas, condicionadas pelos conhecimentos anteriores e pelo equilíbrio emocional alcançado; o segundo prático, com um levantamento e uma análise específica das concepções "espontâneas".

O enfoque teórico deverá abranger a análise das teorias sobre a aprendizagem e seu desenvolvimento, os tipos de aprendizagem mais importantes para as disciplinas científicas, particularmente a resolução de problema e a aprendizagem pela leitura. É importante que sejam apresentados os resultados das pesquisas das várias linhas psicológicas junto com suas hipóteses básicas, de maneira

que o estudante possa realizar uma síntese pessoal, dando maior ou menor peso ao papel de cada uma delas.

Todos estes conhecimentos teóricos têm um papel significativo por vários motivos:

- 1) Auxiliam na compreensão e a conscientização do próprio processo de aprendizagem do futuro docente, salientando suas limitações e suas especificidades.
- 2) Auxiliam o docente a compreender a aprendizagem de seus futuros alunos, com suas possibilidades reais, suas potencialidades, suas dificuldades, suas etapas e seus tempos de maturação.
- 3) Fornecem subsídios na interpretação e avaliação dos vários recursos metodológicos, seja no sentido de seus alcances e suas eficácias, seja no sentido de suas adaptações e relevâncias nas diferentes circunstâncias.

O enfoque prático referente às concepções "espontâneas", proporcionará aos futuros docentes uma possibilidade de confrontar suas próprias concepções com as elaboradas nas pesquisas nesta área, assim como elaborar instrumentos para levantar e interpretar as respostas de seus alunos.

Neste tipo de conteúdo haverá grandes opções de colaboração entre professores e estudantes, seja no planejamento de novos testes em áreas pouco conhecidas, seja na análise das correspondentes respostas. De qualquer forma, com o conhecimento sobre as concepções espontâneas, os futuros docentes terão subsídios não somente para organizar

e dirigir discussões entre seus estudantes, com a finalidade de provocar esclarecimentos, mas também para planejar progressivamente situações propícias para o surgimento de conflitos cognitivos que favoreçam mudanças conceituais em seus estudantes.

Finalmente, o contato dos futuros docentes com os resultados das pesquisas sobre a aprendizagem e sobre concepções espontâneas constituirá uma introdução à pesquisa educacional com possibilidade de continuidade na pós-graduação.

O Ensino também deverá ser analisado sob dois enfoques: o teórico, referente às metodologias e aos critérios gerais de atuação dentro e fora da sala de aula, e o prático, referente à construção de uma maneira de atuar pessoal, elaborada a partir de situações de treinamento e de estágio e da conscientização de detalhes importantes de sua própria atuação.

Os conhecimentos teóricos referem-se aos princípios da aplicação tecnológica dos resultados científicos de várias áreas de pesquisa (aprendizagem, comunicação, análise de sistemas), a métodos, técnicas, recursos e produtos educacionais.

Além de serem úteis para uma correta utilização destes últimos, o conhecimento dos princípios da tecnologia do ensino são importantes para a produção e elaboração de novos métodos e subsídios, bem como para a realização das pesquisas correspondentes.

Os conhecimentos teóricos mais imediatamente referentes à prática docente são constituídos pelos vários métodos de ensino, envolvendo o planejamento e a avaliação do mesmo, pelas técnicas da produção de material "matemagênico" (gerador de aprendizagem), pela explicitação dos recursos tecnológicos disponíveis (com especial destaque para o computador e suas possibilidades de exploração) e pelas análises dos projetos de alcance, produzidos no Brasil e no exterior.

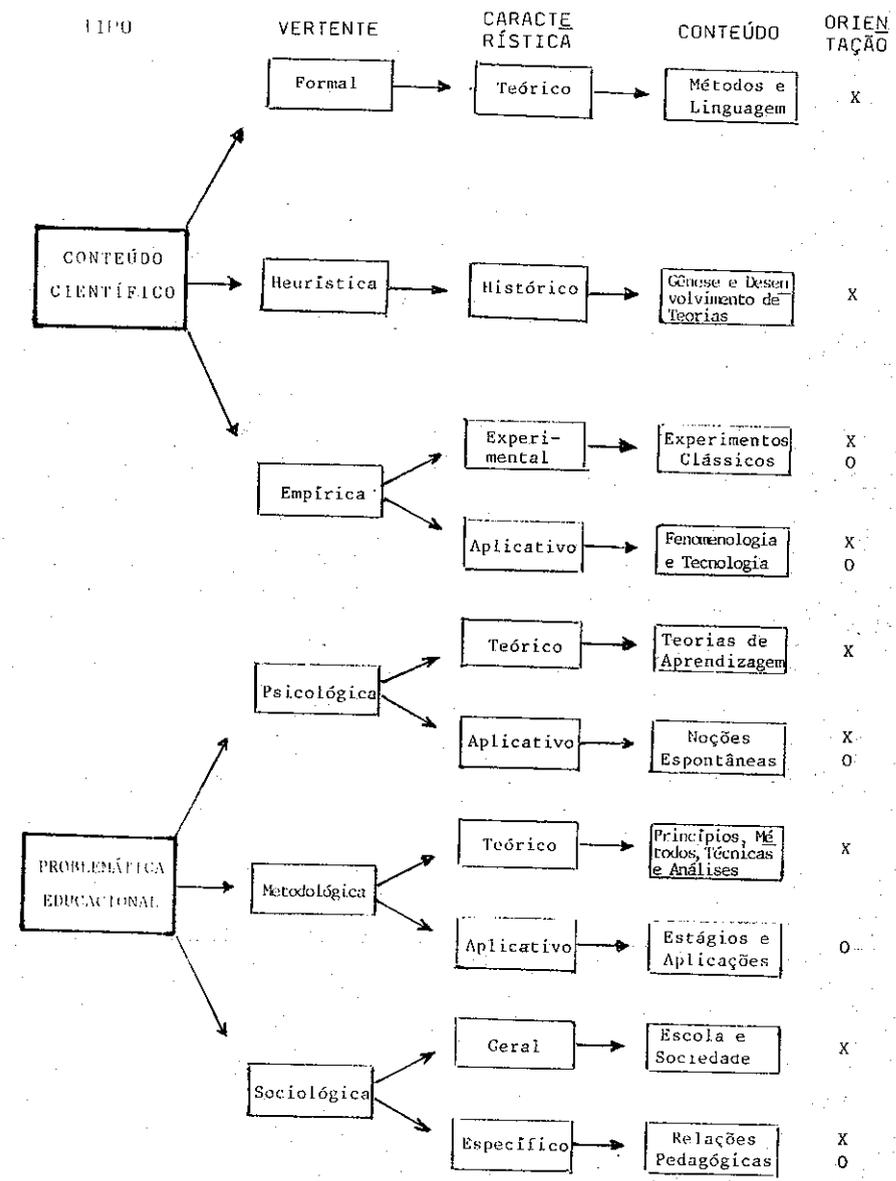
Os conhecimentos práticos referem-se principalmente às aplicações dos conhecimentos teóricos em estágios ou treinamentos específicos e vão desde o levantamento da situação prévia à aprendizagem, até a programação, execução e avaliação de pequenos projetos de ensino. Sendo sua finalidade principal a construção de uma maneira pessoal de atuar, o papel do professor deverá ser prevalentemente o de auxiliar os futuros docentes a elaborarem projetos os mais adequados às suas capacidades e às suas convicções. Certamente, neste tipo de disciplina a disponibilidade e a colaboração do professor deverá ser mais abrangente, pois o que está em jogo não é o conhecimento de um objeto abstrato, mas a adaptação e o crescimento das práticas pessoais. Neste sentido, terão valor puramente indicativo, mas importante, as análises de experiências exemplares com destaques especiais para utilização do laboratório didático e de demonstrações, sobretudo como instrumentos para auxiliar a mudança conceitual.

As Relações Institucionais a serem analisadas são de dois tipos: um mais geral, referente aos problemas nacionais afetos à educação científica e às relações estruturais das grandes instituições. Outro mais específico, referente às relações pedagógicas e às relações institucionais internas à comunidade escolar e científica.

O conteúdo mais geral refere-se à problemática brasileira da educação, desde a política do governo e as expectativas das várias classes sociais, até a análise da função da escola e do ensino da Ciência na Sociedade. Os aspectos mais significativos deste conteúdo são seu enfoque sociológico e seu destaque para os elementos políticos e ideológicos da Educação Brasileira.

O conteúdo específico, referente às relações pedagógicas, é uma ocasião para o levantamento e análise da prática escolar concreta, realizada por professores e futuros docentes em sua formação, com um destaque especial para a avaliação dos graus de dependência e de colaboração efetivamente construídos ao longo do currículo. A análise de projetos exemplares completará este conteúdo, e terá por função abrir a reflexão dos estudantes a aspectos geralmente esquecidos da educação científica.

O quadro sintético que resume os principais elementos da nossa proposta está na Tabela I. Nela aparecem as várias vertentes dos conteúdos científico e educacional, as características globais e os aspectos institucionais dos mesmos.



X - Diretriz Institucionalizada  
 O - Diretriz Personalizada

TABELA I

#### 4. As Atividades Didáticas

A elaboração de um esboço de currículo de Licenciatura em Física deve prever, além da caracterização estrutural e elaboração de conteúdos significativos a serem aprendidos, também a estruturação de um conjunto de atividades a serem exercidas pelos futuros docentes para que seja garantida qualidade, profundidade e solidez à sua formação.

Análogamente aos conteúdos, também as atividades podem ser analisadas sob duas dimensões.

A primeira dimensão refere-se à finalidade das atividades; elas podem servir principalmente como "geradoras de aprendizagem de conteúdo", quando visam a articulação de informações e de esquemas conceituais que formam a maneira de pensar do futuro docente; elas podem servir também como "modeladoras de comportamento" quando visam o treinamento e a construção de futuras atividades docentes.

A segunda dimensão refere-se a seu aspecto institucional. As atividades podem ser sugeridas (ou impostas) pela instituição, constituindo a realização da "iniciação" ao saber institucionalizado; podem também ser escolhidas por iniciativa dos estudantes, num trabalho de colaboração com o docente.

Nossa análise será desenvolvida a partir da primeira dimensão; reservaremos para a segunda, nossos comentários esporádicos.

#### 4.1 Atividades de Aprendizagem

As atividades didáticas de aprendizagem que visam a reformulação das idéias dos estudantes sobre a Ciência e sobre o Ensino são constituídas essencialmente de resolução de problemas padronizados, elaboração de projetos, execução de experimentos, exercício de análise de conteúdo, leituras de textos didáticos e artigos de revistas, elaboração de sínteses conceituais e de relatórios, participação nas discussões.

É interessante especificar cada uma dessas atividades.

Leituras de textos didáticos e artigos de revista: sua função é fornecer aos estudantes informações novas, junto com o contexto teórico ou experimental no qual tais informações adquirem significado. As demonstrações e os encadeamentos dos livros-textos e a explicitação das linhas teóricas e metodológicas dos artigos têm esta função de explicitar o contexto das novas informações. Certamente, a ajuda de um guia de leitura crítica, elaborado pelo docente, poderá facilitar a compreensão dos artigos das revistas, geralmente muito sintéticos.

Resolução de problemas e de exercícios padronizados: sua função é concretizar e explicitar os conteúdos teóricos aprendidos e as leis científicas estudadas. Sua utilidade é tanto maior, quanto menos

rotineira for sua realização; para tanto, são importantes as resoluções-modelos, elaboradas pelo professor em sala de aula ou distribuídas aos estudantes para serem analisadas, e as aplicações individuais, que forcem o estudante a procurar nexos e relações em seus conhecimentos.

Elaboração de sínteses conceituais: consiste em encontrar as idéias básicas de uma teoria ou de um trabalho científico importante e articulá-las de maneira que apareçam destaques e significados.

Este tipo de atividade é pouco utilizado na formação atual, por isso ela deve ser encarada com esforço por parte de estudantes e professores, pois sua realização não será imediata, podendo ser facilitada com o uso de roteiros ou de perguntas simplificadoras. A função desta atividade é integrar os conhecimentos dos estudantes numa visão hierárquica que poderá ser explorada em situações sucessivas e de maneira analógica.

Exercícios de análise de conteúdo: consistem em encontrar categorias significativas num material escrito, que representem sua estrutura implícita. Se o material analisado for um trabalho histórico original, este exercício torna-se fonte de renovação intelectual pela simplicidade e profundidade das categorias encontradas.

Proposta e participação em discussões: sua finalidade é o questionamento das idéias já elaboradas pelos estudantes e o confronto com as dos colegas. Sua utilidade

depende essencialmente de encontrar problemas, dúvidas ou conflitos reais nos estudantes.

Planejamento e execução de projetos experimentais: sua finalidade é tornar concreto o caráter empírico da Ciência estudada. Duas características são fundamentais: a medida de grandezas novas (ou em situações novas) e o aumento de precisão das medidas. No caso da reprodução de experimentos históricos importantes, o segundo aspecto deve ser garantido com aparelhagens adequadas, ao passo que o primeiro aspecto deve ser focalizado em seminários e discussões concomitantes. Novamente, vale repetir o afirmado em relação à resolução de problema: o aspecto rotineiro da atividade deve ser eliminado quando possível, pois a função da atividade não é de treinamento, mas de realização cultural.

#### 4.2 Atividades de Treinamento

As atividades de treinamento e de aperfeiçoamento da docência deverão abranger os vários aspectos da mesma: apresentação de conteúdo, elaboração de exercícios e aplicações, interação dialógica com o estudante, criação de situações de conflito cognitivo, fomento de atividades de avaliação.

Vejamos mais detalhadamente estas atividades.

Apresentação do conteúdo: sua finalidade é permitir que o estudante seja exposto e tenha contato com o

novo conteúdo a ser aprendido. A apresentação pode ser feita de várias maneiras: oral, escrita ou experimental. O treinamento para exposição oral deverá ser feito essencialmente em seminários, nos quais se deverá prestar atenção à escolha do conteúdo e à clareza e didaticidade da exposição. O treinamento para exposição escrita poderá ser feito em trabalhos nos quais as idéias aprendidas deverão ser reelaboradas e adaptadas para leitores não-iniciados. Será importante a referência ao concreto e ao familiar para que o leitor possa dar um significado mais vivo à sua leitura. O treinamento para exposição experimental consiste na programação e execução de demonstrações experimentais e na construção de material didático de baixo custo; cuidado especial deverá ser tomado com a sequência e a organização das apresentações experimentais, para que os detalhes sejam incorporados à finalidade das mesmas e não constituam elementos distratores.

Elaboração de exercícios e aplicações didáticas:

sua finalidade é provocar a familiarização dos estudantes com as teorias e os princípios e, principalmente, suas implicações. A elaboração e o planejamento de exercícios deverá obedecer aos critérios "matemagênicos", ou seja, cooperar com a aprendizagem teórica, introduzindo a análise de casos significativos e evitando a rotina.

O treinamento desta atividade se dará nas disciplinas educacionais que envolvam explicitamente a prática docente e seu planejamento e visará o questionamento

desta do ponto de vista de sua coerência, seu conteúdo e seus efeitos previsíveis.

Proposta e elaboração de interações de tipo dialógico: as interações dialógicas entre professor e estudantes visam construir um referencial comum de atividades. Consistem no levantamento, por parte do docente, das idéias de seus alunos, de suas preferências metodológicas, de suas capacidades de aprendizagem e de suas dúvidas, consistem também na exploração, por parte do professor, das iniciativas e dos desafios de seus estudantes.

O treinamento destas atividades e habilidades e seu aperfeiçoamento pelo futuro professor se dará principalmente em estágios e consistirá no levantamento que o mesmo realizará sobre a situação de seus aprendizes, através de entrevistas e questionários, em sua análise, à procura dos elementos mais significativos e na avaliação coletiva, junto com seus colegas e docentes, de casos concretos e interessantes de interação dialógica.

Planejamento de conflitos cognitivos: consiste na articulação de situações de aprendizagem nas quais as previsões dos estudantes não correspondem a fatos empíricos ou à exigências teóricas mais gerais; supõe o levantamento prévio das idéias espontâneas mais enraizadas dos aprendizes e a escolha de objetivos globais de aprendizagem (mudanças conceituais). O treinamento destas atividades de planejamento por parte dos futuros docentes deverá consistir

no exercício de dois tipos de escolhas articuladas: a de conteúdos apropriados, capazes de despertar conflitos nos aprendizes, e a de métodos apropriados de interação, capazes de respeitar o dinamismo intelectual dos aprendizes. Sua execução se realizará em estágios apropriados, seguidos da discussão e avaliação dos procedimentos utilizados.

Fomento de atividade de avaliação: consiste na proposta e na exploração de situações nas quais os aprendizes deverão explicar e confrontar seus conhecimentos. Para tanto, será importante que os futuros docentes experimentem e dominem técnicas de dinâmica de grupo, de discussão, de distribuição de tarefas e de organização da sala de aula.

Na exposição que acabamos de completar, sobre as atividades didáticas que devem caracterizar um currículo de Licenciatura em Física, facilmente poderá ter-se percebido que a distinção entre o aspecto "institucional" e o aspecto "pessoal" das mesmas é difícil de ser analisado a priori, independentemente de seu contexto concreto. Em geral, atividades de "colaboração" estarão associadas prevalentemente a conteúdos escolhidos pelos próprios futuros docentes e atividades de "iniciação" estarão associadas a conteúdos "institucionalizados", entretanto, poderão existir também situações mistas, quando conteúdos "institucionalizados" são tratados com atividades de colaboração e com iniciativas pessoais dos estudantes e vice-versa.

O que é interessante, na elaboração do currículo, é prever um balanceamento a "grosso modo" entre os dois tipos de atividades, deixando espaços adequados para que eles possam ser concretamente desenvolvidos.

Nesta segunda parte, procuramos delinear as características de um currículo de Licenciatura em Física adequado às necessidades dos estudantes de uma grande universidade brasileira, que deverão assumir um papel relevante no ensino de Ciências de primeiro e segundo grau e na pesquisa em educação Científica. Fizemos isso não somente discutindo os objetivos, a estrutura de um tal currículo e as relações globais entre a aprendizagem de conteúdos científicos e educacionais, mas também detalhando tais conteúdos e as correspondentes atividades didáticas aos níveis de um esboço orientador.

A função das diretrizes desenvolvidas na primeira parte deste trabalho e dos objetivos, conteúdos e atividades específicas nesta segunda parte é de fornecer os instrumentos para a construção de um currículo unitário e coerente com uma visão de Ensino e de Ciência, evitando a sensação de "colcha de retalhos" que se aplica aos currículos atuais.

O próximo passo será a explicitação das disciplinas concretas, com seus respectivos conteúdos e suas atividades, que irão construir o currículo de Licenciatura em Física.

Apesar de sermos convencidos que a elaboração concreta de um currículo é papel da comunidade (docentes e alunos) que irá executá-lo, acreditamos também que nosso esforço individual, independentemente das restrições e críticas que gerará, será de estímulo para dar confiança na possibilidade de construção de um currículo coerente e renovado.

(1) Este trabalho constitui uma reformulação do capítulo IX de nossa tese de Livre Docência "Conteúdo Científico e Problemático Educacional na Formação do Professor de Ciência" - IFUSP - 1986