

# Proposta de mudança de currículo para o bacharelado no IF

Adilson José da Silva - Nestor Caticha  
Instituto de Física da Universidade de São Paulo

12 de maio de 2008

## 1 Introdução

Este documento acompanha uma proposta de mudança do *Currículo de Bacharelado no IFUSP* que não representa uma quebra com a tradição do Instituto. Mudanças radicais são difíceis pois, embora todos concordem com a necessidade de mudanças, dificilmente dois professores do Instituto concordarão sobre o assunto. Desta forma a presente proposta deve ser discutida e melhorada tendo em vista que representa uma ajuste local e não global. Não são tratadas as interações entre o Bacharelado e a Licenciatura. Este aspecto deverá ser considerado no futuro.

A sociedade brasileira em geral e a paulista em particular tem investido esforço considerável nas instituições de educação superior. Dentro desse esforço cabe ao Instituto de Física da USP formar, através do programa de Bacharelado, físicos que venham a atender às necessidades da sociedade.

O Instituto recebe todo ano um grupo de jovens bastante heterogêneo na sua preparação mas que compartilham certos objetivos. Entre esses objetivos está o de obter qualificação profissional que lhes permita uma vida digna e estimulante. Mas o que realmente os une, não só entre eles, mas também a nós professores, tem a ver com uma inquietude com respeito à natureza, a vontade de aprender o que gerações de cientistas fizeram antes para entender o mundo em que vivemos. O mundo em todas as escalas, desde a menor possível até as do universo observável. Tem a ver com as aplicações para realizar o possível e tornar o que se acredita impossível parte da realidade. Também com aplicações que levem a física a novas áreas, invadindo com seus métodos e maneira de pensar regiões fora da física convencional. Tem a ver com a vontade de fazer parte dessa aventura e de formar as próximas gerações que continuarão esse caminho.

O Instituto tem aparentemente dois objetivos, satisfazer os anseios da sociedade que mantém as estruturas institucionais e a dar aos alunos as condições de realizar da melhor forma possível seus sonhos, ajudando-os a rever suas metas e levá-los além do que pensaram ser seu potencial. Esses dois objetivos, longe de serem opostos, representam faces da mesma moeda, uma vez que o benefício social de uma melhor formação de nossos bacharéis é inquestionável.

O Instituto de Física tem uma vocação dupla. A grande escala, no que diz respeito ao número de alunos com que o Instituto trabalha pode parecer em contraponto com a tradição Uspiana de liderança no país. Não deveria. A escala da cidade, do estado, do país e dos recursos disponíveis não é incompatível com a ambição de oferecer uma graduação e pós-graduação que se mantenham no futuro, assim como o IF fez no passado, nessa liderança, mesmo para o número de vagas hoje disponível.

O objetivo do Bacharelado deve ser o de **formar** físicos. Qual é a expectativa da sociedade com respeito à qualidade dos físicos formados na IFUSP? Qual é a expectativa dos estudantes que escolhem o IFUSP, com respeito à qualidade de formação que terão neste Instituto? A resposta para ambas perguntas é a mesma. Embora de difícil quantificação, ambas partes esperam que os resultados sejam suficientes para que o formado no Instituto tenha um desempenho satisfatório em um nível internacional de qualidade. Não haveria sentido a sociedade esperar menos, caso contrário seria mais fácil importar ciência e cientistas prontos. Tampouco os alunos podem, de forma consciente esperar menos. Que estudante admitiria, após ser selecionado entre os melhor preparados da sociedade, uma formação aquém de um nível internacional? A ênfase dos dirigentes atuais da Universidade, com respeito à internacionalização da graduação parece estar em acordo com que um nível internacional aceitável seja o que a USP deva almejar.

Qual é a expectativa dos professores sobre o resultado dos esforços coletivos na formação dos estudantes? As diferenças entre os professores não emanam de objetivos diferentes sobre a qualidade do curso, mas do que seria excelência, os meios para atingi-la e se esse objetivo de alto nível é compatível com nossos estudantes e professores.

O que caracteriza um físico? Os físicos formados pelo IFUSP tem atuado em áreas muito variadas. Podemos encontrar aqueles que seguiram o que poderia ser chamado de carreira convencional, que é a acadêmica dentro de uma universidade, dedicando-se ao ensino superior e à pesquisa. Há outros, e o número não é pequeno, que se dedicam a um leque variado de carreiras que cobrem áreas científicas, tecnológicas, de gestão e serviços.

Um físico ao trabalhar em outra área deixa de ser físico? A resposta

inclui um óbvio sim e um qualificado não. O não vem do fato que o que caracteriza um físico é a forma de atacar um problema novo, mesmo que o problema não seja dentro da física estabelecida. Essa maneira, que não pode ser ensinada a não ser ensinando a fazer física, acompanha nossos estudantes ao longo da sua carreira. Estes profissionais se beneficiam mais da forma como aprenderam a aprender durante sua formação de físicos do que de técnicas específicas ou conteúdos programáticos a que foram expostos durante a graduação. O que motiva um caminho ou outro na escolha de carreiras futuras? Podemos especular, mas qualquer exercício nesta direção será muito mais efetivo numa análise posterior e não permitirá identificar tendências *a priori*. Isto impossibilita uma escolha de tópicos que atenda a fins específicos adequados a esse leque de opções.

O currículo não deve promover a separação dos futuros bacharéis em grupos que tenham áreas diferentes de interesse. A especialização, dentro de áreas específicas da física e suas aplicações, nos primeiros anos está contra tendências observadas internacionalmente. A velocidade de evolução tecnológica faz com que a preocupação com a adequação profissional, determinada pelas leis do mercado vigente gere profissionais que serão obsoletos em poucos anos. Isto tem-se verificado tanto em áreas da ciência como a física quanto em engenharia e computação. A isto ainda se alia a questão de difícil solução que estudantes do ensino secundário teriam que resolver ao escolher sua área de especialização, talvez antes do vestibular ou pouco depois.

Esta pequena introdução nos leva a querer um currículo para o bacharelado de Física da IFUSP com características que não obriguem aos alunos uma especialização imediata mas que leve em conta o leque de interesses variados dos estudantes.

Existe um conjunto de conhecimentos que são comuns a todos os físicos. Isto inclui tanto física teórica quanto experimental e também matemática, embora não haja consenso estrito sobre qual seria exatamente esse conjunto. Existe uma necessidade cada vez maior de habilidades computacionais comuns a quase todas as áreas de futuro interesse dos estudantes. Isto define um núcleo comum a todos os estudantes. Seguindo sugestões de tentativas de mudanças curriculares anteriores a tendência proposta aqui será de aumentar a liberdade dos alunos no que diz respeito a disciplinas optativas, dentro e fora do instituto e a diminuir as restrições representadas por pre-requisitos.

Acreditamos que uma reforma simples bacharelado será vista por vários colegas como a perda da oportunidade de fazer mudanças significativas que respondam de forma criativa à evolução da ciência nas últimas décadas. A reforma local proposta aqui não exclui uma discussão futura ampla que permita ao Instituto mudanças criativas, modernizantes e cuidadosas. A reforma dos

cursos de Física Experimental e dos laboratórios didáticos deverá ocupar um papel central nessa discussão futura. Vários programas de fomento da USP, e.g Pro-lab, permitiram, nos últimos anos um constante aprimoramento dos laboratórios. Estas mudanças têm sido, assim como a presente proposta, de caráter local, atendendo a mudanças dentro das concepções correntes e em alguns casos tem sido recebidas favoravelmente pelos alunos. A mudança profunda de laboratórios, caso a comunidade do IFUSP venha a considerar necessária, deverá ser levada a cabo por uma equipe de alguns professores com dedicação que deveria ser equivalente ao cumprimento de carga didática, sendo desta portanto eximidos.

## 2 Descrição das mudanças

### 2.1 Física Básica

A maior mudança da presente proposta é a eliminação da disciplina FAP0100 - Introdução à Física, também conhecida como “Física Zero”. Física I volta ao primeiro semestre do curso (as disciplinas básicas passam a ter associados os números dos semestres recomendados <sup>1</sup>).

Um dos problemas da disciplina de Física introdutória é que os alunos ainda não foram expostos a cálculo diferencial e integral. Aproximadamente duas décadas atrás se decidiu esperar a introdução ao cálculo e só começar a usá-lo no segundo semestre. FAP0100 serviria então para homogenizar a classe e deixá-los prontos para começar Física I. A preocupação com os estudantes menos preparados é louvável e deve estar presente na elaboração das estratégias do Instituto. Não é porém recomendável que os melhor preparados sejam obrigados a assistir uma disciplina que já conhecem. Um exame foi então instaurado para permitir que os estudantes passassem para frente. Para onde? Em geral para um curso junto com os repetentes de Física I que fariam novamente essa disciplina no primeiro semestre do seu segundo ano. O resultado não foi bom. Embora seja louvável olhar com grande cuidado as necessidades dos menos preparados, podemos esquecer os que entram bem preparados na universidade, motivados e querendo aprender coisas novas? Com o tempo alguns destes alunos preferiram fazer FAP0100. O exame foi também subindo de nível de forma a que quase ninguém pudesse ser aprovado. Submeter nossos alunos a um teste onde serão reprovados

---

<sup>1</sup>Neste documento as disciplinas tem siglas no formato FXXYY, onde XX é o semestre recomendado para a disciplina na grade do diurno. YY é um número par para laboratórios e ímpar para disciplinas teóricas. O departamento sede de cada disciplina não está especificado

com probabilidade quase um não parece ser a melhor forma de recebê-los no Instituto.

Com o tempo diferentes equipes foram aumentando o conteúdo de FAP0100 e se chegou à conclusão de que Física Zero deveria acabar, voltando a ter uma disciplina introdutória de Física I. Uma questão importante diz respeito ao conteúdo dessa disciplina. Esta provavelmente será a mais importante disciplina do ponto de vista formativo dos estudantes, onde eles verão quanto gostam de física e onde aprenderão a estudar de forma profissional. Esta questão é tão difícil que separa os professores do Instituto, não em dois grupos, mas em muitos mais.

O sistema de aulas magnas de teoria com demonstrações e posterior divisão do grupo em turmas menores para resolução de exercícios tem sido proposto. Acreditamos que este sistema deva ser usado. Já o foi no passado. Alguns dirão que não funciona. Como exemplo disto temos ouvido até que não funcionou quando Feynman deu seu curso no começo da década de 60. Evidência disso é o próprio depoimento de um Feynman deprimido no prólogo dos livros. No entanto entre os alunos a experiência foi julgada um sucesso. Em particular, um futuro prêmio Nobel, relatou que foi extremamente importante na sua educação <sup>2</sup>. O sucesso da experiência também pode ser julgado pelo fato de que o modelo é ainda hoje seguido, não só no Caltech onde se originou, mas em muitas outras escolas dos EUA e em outros países. Esse curso não passa só certezas para que o aluno saia com a impressão que entendeu tudo. Ele deve sair com a noção que entendeu muito, mas que ainda há muito mais para aprender. A inquietude frente ao desafio de não saber é um dos motores da criatividade.

Embora a mecânica dos fluidos seja um dos pilares da física retiramos os tópicos que fazem a ela referência desta introdução de um ano à Mecânica Clássica. É uma das aplicações mais importantes e úteis, mas a sua extensão e complexidade matemática faz com que as pinceladas atuais de Física I não permitam ao estudante usá-la de forma segura em nenhuma aplicação de interesse. As poucas semanas dedicadas no curso atual satisfazem uma necessidade de contabilizá-la entre os tópicos dados, embora não possa sé-lo na categoria de tópicos dominados pelos alunos. A existência de um optativa que realmente ataca o problema em etapa posterior da carreira do estudante permite sanar essa deficiência. De qualquer forma, um estudante maduro de terceiro ou quarto ano poderá sozinho aprender o que atualmente

---

<sup>2</sup>“This two-year sequence was an extremely important part of my education. Although I cannot say that I understood it all, I think it contributed most to the development of my physical intuition. The Feynman problem sets were very challenging,” Douglas D. Osheroff.

é dado em Física I sobre mecânica dos fluidos em poucas horas de estudo individual. Afinal o que queremos é que os alunos aprendam a estudar e não simplesmente expô-los a uma lista de tópicos para satisfazer necessidades burocráticas.

A disciplina de Física II que atualmente inclui três tópicos diferentes ( Oscilações e ondas, Termodinâmica e Relatividade Especial), passa a ser indicada para o segundo semestre do ano de ingresso. A Relatividade Especial sai de F0201 e vai para F0401 - Física IV. No seu lugar entram rotações e momento angular, dinâmica de corpos rígidos e forças de inércia que eram dados nesse mesmo semestre, mas na antiga Física I. Uma questão a ser discutida é a inclusão ou não de termodinâmica. Acreditamos, após discussões com vários professores, que vale a pena introduzir algumas das idéias de termodinâmica nessa disciplina, tais como o conceito de temperatura, a primeira e segunda leis. Afinal, segundo Einstein, talvez seja a única teoria que sobreviverá até o próximo milênio. Modelos mecânicos deverão ser deixados quase que totalmente de lado nesta altura. talvez somente deva ser incluído a relação da temperatura e a energia cinética de um gás ideal. A teoria cinética fica para o curso de Termodinâmica ou Termofísica.

Os estudantes não tiveram nenhuma disciplina que os introduza à teoria de probabilidades. Não é adequado portanto falar em Física II de modelos cinéticos dos gases nem introduzir de forma rudimentar a Mecânica Estatística. Isto deverá ser feito de forma contundente depois, e não neste ponto.

O segundo ano é dedicado ao eletromagnetismo. O programa de F0301 - Física III fica essencialmente igual ao de FGE0211, atual Física III, mudando apenas do quarto para o terceiro semestre . F0401- Física IV passa a incluir Relatividade Especial de forma mais extensa que atualmente. Neste ponto o estudante tem um certo domínio de mecânica clássica (quase dois semestres) e de eletromagnetismo (1 semestre). Porque a invariância de Galileu tão importante em mecânica não se aplica ao EM? Que outra forma há para motivar Relatividade Especial? Atualmente em Física II há que partir da experiência de Michelson Morley. Mas o fato que as equações de Maxwell não são invariantes por transformações de Galileu dá uma força muito maior à necessidade de quebrar com as idéias clássicas.

Estas disciplinas (Física I-IV) são de seis créditos. Os estudantes deverão cursar também 4 disciplinas de laboratório de 4 créditos cada nos primeiros dois anos. Não houve avanço por esta comissão na direção de uma proposta de mudança dos laboratorios.

## 2.2 Matemática

As sugestões para as mudanças das disciplinas do IME foram feitas em conjunto com o Prof. Severino Toscano, que ainda contou com a ajuda do Prof. Dimas Gubitoso em computação e da Profa. Martha Monteiro em Álgebra Linear.

Há poucas mudanças no conteúdo, pois existe um certo consenso sobre os tópicos que devem ser vistos pelos alunos e o que é possível ver no tempo dado. No entanto foi possível uma reestruturação que permitiu uma certa racionalização da apresentação dos conteúdos das disciplinas de cálculo.

Ficou claro que seria adequado tratar o tópico "números reais". Alguns professores já vinham incluindo até cortes de Dedekind, enquanto outros só mencionavam o significado da completeza dos reais. Agora este tópico importante deve ficar sistematizado na ementa.

A mudança mais importante foi a inclusão do tópico Integral de Riemann em Cálculo I, tópico só visto atualmente em cálculo II. O tratamento superficial de certos tópicos em Cálculo I e a sua repetição em Cálculo II foi corrigida. O tópico de Equações Diferenciais Ordinárias em Cálculo I, devido ao pouco tempo disponível foi eliminado, passando para Cálculo II. A fórmula de Taylor é atualmente dada de forma rápida em Cálculo I e revista em Cálculo II. Agora é apresentada em uma e mais dimensões em Cálculo II. Máximos, mínimos e multiplicadores de Lagrange também passam de Cálculo III para Cálculo II.

Em Cálculo III entra o estudo de Séries numéricas e Séries de funções, assim como o estudo de diferentes critérios de convergência. Cálculo IV por sua vez passa a se dedicar exclusivamente à teoria de funções analíticas.

Álgebra Linear 1 e Álgebra Linear 2 (veja abaixo). Nossa proposta é que elas sejam duas disciplinas de quatro horas, no primeiro e no segundo semestre, substituindo as atuais Geometria e Vetores e Álgebra Linear. Esse programa é para ser dado, por exemplo, seguindo o texto "Álgebra Linear", de David Poole, da Thomson. Outros livros que surgiram recentemente (depois de 2000) nos EUA e foram traduzidos são: Álgebra Linear, W. Keith Nicholson, McGraw Hill; e Álgebra Linear com aplicações, Anton-Rorres, Bookman. O Nicholson está sendo adotado na licenciatura em matemática, o Anton-Rorres, na Química. Os três textos têm algo em comum, e esta é a tendência atual do ensino de álgebra linear nos EUA: os conceitos de dependência linear, subespaços, ortogonalidade, etc, são vistos primeiro com vetores do  $R^n$  e matrizes. Só depois é que se introduzem os conceitos mais abstratos de espaços vetoriais, transformações lineares, etc.

Sobre computação foi discutida a possibilidade de que o IME ofereça

vagas para que alunos da Física possam cursar como optativas algumas disciplinas de interesse geral. Por exemplo, MAC0122 - Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos que é oferecida nos períodos diurno e noturno. Esta disciplina é extremamente importante e serve como pré-requisito para várias outras mais avançadas. Não seria uma má idéia que esta disciplina fosse obrigatória para o bacharelado em Física. Outras disciplinas possíveis, que porém são somente oferecidas no diurno incluem MAC0431 - Introdução à Computação Paralela e Distribuída, MAC0316 - Conceitos Fundamentais de Linguagens de Programação (pré requisito MAC0122); MAC2014 - Laboratório de Programação; MAC0331 - Geometria Computacional (pré requisito MAC0122); MAC0425 - Inteligência Artificial (sem requisitos); MAC0315 - Programação Linear; MAC0427-Programação Não Linear (pré-requisito MAC0122); MAC0328 - Algoritmos em Gráfos (pré-requisito MAC0122) e MAC0414 - Linguagens Formais e Autômatos (pré-requisito MAC0122).

O número finito de vagas oferecidas dentro destas disciplinas da Computação, assim como da Matemática e Matemática Aplicada leva à possibilidade de que haja a necessidade de definir critérios de prioridade para aceitar as matrículas. Um critério de seleção que poderia ser aceitável ao IME e que foi discutido é a média das notas que o aluno tem nas disciplinas já cursadas no IME ou a média geral.

MAP0214 Cálculo Numérico com Aplicações em Física: esta disciplina é oferecida conjuntamente pelo IFUSP e pelo IME. A ementa apresenta uma liberdade bastante grande que tem permitido no últimos anos que diferentes professores coloquem ênfase em diferentes aspectos da disciplina de acordo com seus interesses. Há lugar para uma discussão mais aprofundada pois em alguns casos os alunos não são expostos a trabalho numérico em computadores e enquanto em outros se requer dos alunos uma forte dedicação a resolução numérica de problemas.

Na disciplina de MAC0115 Introdução à Computação, atualmente os alunos são expostos à linguagem C. Alguns professores do IME tem sugerido mudar para Java. Acreditamos que C seja adequado, sendo portanto contrários à mudança. Já alguns professores do IFUSP tem manifestado preferência por FORTRAN. Acreditamos que FORTRAN seja adequado para algumas aplicações em grande escala. Uma vez que o aluno aprende C pode migrar facilmente para FORTRAN, o que pode ser feito durante a IC. C também permite migrar mais facilmente para C<sup>++</sup>, o que representa uma vantagem para os estudantes que pretendam ingressar no mercado de trabalho fora da Física. Recomenda-se aos alunos interessados que explorem as possibilidades no IME sobre tópicos de computação mais avançados.

No presente currículo a teoria de probabilidades não é apresentada de

forma sistemática em nenhuma disciplina. Há necessidade de uso de estatística nos laboratórios, mas não há ênfase em técnicas modernas de inferência. Pode se sugerir a introdução de disciplinas de probabilidade, estatística e inferência. A questão que deve ser colocada frente à comunidade e se esta disciplina deverá ser optativa ou obrigatória. No caso de ser obrigatória a sugestão é que entre na grade no terceiro semestre no diurno e no quinto no noturno. Este disciplina seria do IF e não do IME.

### 2.3 Disciplinas Avançadas

São obrigatórias as disciplinas de quatro créditos:

- F0403 Mecânica Clássica I
- F0501 Física V
- F0502 Física Experimental V
- F0503 Mecânica Clássica II
- F0505 Física Matemática I
- F0509 Termodinâmica
- F0603 Mecânica Quântica I
- F0607 Eletromagnetismo I
- F0609 Mecânica Estatística
- F0703 Mecânica Quântica II
- F0707 Eletromagnetismo II

### 2.4 Mecânica Quântica

Física V inclui uma introdução e motivação à Mecânica Quântica assim como introdução à Teoria cinética dos gases deve ser retirada desta disciplina e mudada para Termofísica, assim como distribuição de Boltzmann, radiação de corpo negro e calor específico dos sólidos que deverão ser estudados em Mecânica Estatística I. A descrição qualitativa de moléculas multiatômicas também deve ser feita em outra disciplina. O motivo disto é que a forma como estes tópicos podem ser apresentados neste momento é muito descritiva e pouco profunda. Devem ser tratados depois que o estudante tenha

estudado Mecânica Quântica. Esta passa a ser uma disciplina introdutória de Mecânica Quântica, lidando com seus princípios e motivações e não com aplicações complexas que não podem, neste ponto ser completamente entendidas.

Não é necessário em Mecânica Quântica I lidar de forma demorada com as motivações para a MQ, pois isso já foi feito de forma detalhada em Física V. Cabe portanto entrar imediatamente na apresentação formal da teoria. A disciplina MQ II, agora obrigatória, apresenta algumas variações e tópicos modernos.

## 2.5 Física Matemática

O estudo de funções analíticas, tópico que nesta proposta constitui Cálculo IV na sua totalidade, sai de Física Matemática I. Esta disciplina continua lidando com séries e transformadas de Fourier, transformada de Laplace e equações diferenciais parciais. No espaço que sobra devido à eliminação de análise complexo se põe o uma introdução à teoria de funções especiais, que serão necessárias em Mecânica Quântica. O estudo mais geral do problema de Sturm-Liouville no entanto fica para Física Matemática II que continua como optativa.

Não há sugestões no momento de mudanças essenciais para Mecânica Clássica I e II, nem para Eletromagnetismo I e II. Há sugestões de adição de alguns tópicos modernos.

## 2.6 Termodinâmica e Mecânica Estatística I

Termodinâmica ou Termofísica (nome a ser decidido) é mudada pela introdução de algumas ideias da teoria cinética dos gases. O objetivo disto é que os estudantes percebam como é possível obter uma relação fundamental a partir do estudo estatístico das leis da mecânica. A continuação natural disto, para outros sistemas é feita em Mecânica Estatística I. Caso seja adotada a idéia de ter uma disciplina de probabilidades e estatística, então neste ponto os alunos já deverão ter visto as idéias básicas de probabilidades e o teorema do limite central num contexto simples. Será possível então enriquecer a disciplina com aplicações de estado sólido, física atômica, nuclear ou teoria de informação, que podem ficar a critério do professor.

## **3 Sugestões para discussão com a comunidade docente do IFUSP**

### **3.1 Iniciação Científica**

Disciplinas: Tópicos de Pesquisa em Física: F0310, F0410, F0510, F0610, F0710, F0810, F0910, F1010.

O aluno ligado a um orientador de IC deverá se matricular numa das disciplinas acima que poderiam ter um número de créditos associados, e.g 1 crédito por semestre o que significa que quatro semestres de IC equivalem a uma optativa ( deverá ser discutido mais profundamente pelo instituto).

Estas disciplinas estariam sob a responsabilidade da comissão de pesquisa e para fins de contabilidade interna do Instituto não representam carga didática para nenhum professor. O aluno pode ser reprovado nestas disciplinas, isto porém não tem influência na contagem de créditos para colação de grau.

Instituto deve discutir a organização da iniciação científica de forma mais institucional. Talvez este sistema permita uma constante avaliação da IC de forma mais sistemática.

### **3.2 Sistema de Tutoria**

O primeiro ano, em particular o primeiro semestre, é fundamental para os alunos. Ao longo dos anos a CG tem discutido informalmente instaurar um sistema em que cada aluno tenha acesso a um professor que seria responsável por uma orientação sobre o que se espera do estudante e o que o estudante deve esperar, de forma realista do curso de bacharelado. Os professores dispostos a trabalharem neste sistema o fariam de forma voluntária. Um número entre cinco e dez alunos do primeiro ano seriam designados a um professor disposto a responder dúvidas de qualquer tipo e aconselhar sobre possíveis problemas acadêmicos. Esta orientação poderia incluir algumas coisas que parecem triviais, mas que são de grande importância. Citamos, por exemplo, orientação sobre como estudar, a importância de ter um bom currículo no que diz respeito a possíveis bolsas de iniciação científica e a importância de se manter dentro da grade sugerida. Poderia mais à frente ajudar a procurar orientação para uma iniciação científica, com o próprio tutor ou com outro professor do Instituto.

## 4 Sugestões aos alunos: inacabado

A presente proposta é caracterizada pela liberdade de escolha de um número razoavelmente grande de disciplinas optativas. No passado a tentativa de satisfazer diferentes vocações levou a criação de “ênfases” e habilitações. Ao concluir o bacharelado um físico é um físico. Não deveria haver a impressão que as direções da carreira futura do bacharel já estão determinadas no sentido que a área de atuação é restrita.

Houve um certo consenso no últimos anos que as habilitações não atendiam nem os interesses dos alunos nem dos professores e houve um avanço ao eliminá-las.

A seguir mostramos algumas possibilidades, a título de sugestão, de conjuntos de disciplinas optativas que os alunos poderão fazer para direcionar sua formação, nos últimos anos de graduação, de acordo com os interesses despertados pelos primeiros anos comuns a todos os estudantes.

Não é necessário que o aluno siga exatamente uma das sugestões. Não existe um conjunto pequeno que possa satisfazer todos os estudantes. Deve ficar claro que o aluno não deve tomar as sugestões como obrigatórias e que é possível fazer substituição de uma disciplina optativa abaixo sugerida por outra, caso não venha a ser oferecida.

Como diz o atual manual do bacharelado (pg 18): “Cabe ao estudante escolher judiciosamente entre os muitos caminhos oferecidos, ciente que o seu sucesso profissional dependerá essencialmente da qualidade de sua formação.”

As escolhas deveriam ser decididas pelo estudante, aconselhado por tutor ou orientador de iniciação científica. A área de atuação na IC terá uma importância grande nesta decisão, mas deve ficar claro ao estudante que não é só nela que deve pensar. Quantos pesquisadores de sucesso continuam durante a carreira na mesma área de atuação onde começaram a IC? Um físico de visão ampla poderá mais facilmente mudar de área ou poderá mantendo-se dentro de uma área específica se beneficiar importando idéias úteis em problemas aparentemente descorrelacionados.

A liberdade de escolha devida à possível queda de pré-requisitos e ao número de optativas elevado apresentam grandes possibilidades para os estudantes. Liberdade pode representar por outro lado um certo perigo. A responsabilidade por parte do estudante aumenta.

Novas regras de jubramento estão sendo discutidas na USP. A universidade pública deverá diminuir o número de semestres sem créditos permitidos a um aluno. O caducamento de créditos, já implementado pelo IME, deveria entrar em vigor no IFUSP. Disciplinas cursadas há mais de um certo número de anos não poderão ser usadas para aproveitamento de estudos num novo

ingresso por vestibular. Estas regras afetam um número bastante reduzido de estudantes, mas são importantes ao definir regras de uso de um bem público, que é o ensino ministrado no Instituto.

Listas não foram feitas ainda. pensar.

Os estudantes deverão escolher pelo menos 40 créditos (10 disciplinas)

#### **4.1 Física**

- 

#### **4.2 Física Teórica**

- Mecânica Quântica II
- Mecânica Estatística II
- Física Matemática II e III
- Análise
- Algoritmos
- Sistemas Dinâmicos
- Fen. Estocásticos
- Física Atômica e Molecular
- Introdução à Física do Estado Sólido
- Grupos e Tensores
- Relatividade Geral
- Física Nuclear
- Física de Partículas

#### **4.3 Física Experimental**

- Introdução à Física do Estado Sólido
- Física Atômica e Molecular
- Espectroscopia
- Tecnologia de Vácuo

#### **4.4 Física Biológica**

- Evolução
- Biologia Molecular
- Fisologia
- Biofísica
- Bioquímica
- Física das Radiações I e II

#### **4.5 Física Computacional**

- 

#### **4.6 Física Nuclear**

- 

#### **4.7 Disciplinas optativas de outras unidades**

ainda incompleto.

- Matemática
- Computação
- Engenharia
- Biologia
- Economia
- Psicologia (?)
- Medicina (?)