



PROJETO PEDAGÓGICO – 2017

BACHARELADO EM FÍSICA

APRESENTAÇÃO

O curso de Bacharelado em Física, oferecido pelo Instituto de Física de São Carlos (IFSC), completou em 2016 o seu 46º ano de funcionamento. O campus da USP em São Carlos teve início em 1953 quando efetivamente foram instalados os primeiros cursos da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). No início da década de 70, duas novas unidades de ensino foram criadas com o desmembramento de departamentos da EESC: o Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC) e o Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos (ICMSC). Em 1994, nova alteração ocorreu com o desmembramento do IFQSC em duas unidades: o Instituto de Física de São Carlos (IFSC) e o Instituto de Química de São Carlos (IQSC).

O curso de Bacharelado em Física foi proposto ainda na época em que o atual Instituto de Física era um departamento da Escola de Engenharia. Na ocasião, tanto a pesquisa científica como o programa de Pós-Graduação já estavam solidamente implantados, e os docentes da área de Física sentiram necessidade de criar um curso de graduação para preparar estudantes aptos para realizar Pós-Graduação e atuar como pesquisadores. O novo curso foi aprovado em dezembro de 1969, um vestibular especial foi organizado para atender à necessidade de se preencherem as suas 20 vagas e as primeiras aulas foram ministradas em abril de 70, poucos meses antes do desmembramento que deu origem ao IFQSC. Em 1985, o número de vagas foi ampliado de 20 para 40. Também nessa época, criaram-se duas ênfases, uma em Física Teórico-Experimental, que proporciona ao estudante uma formação clássica de pesquisador, e outra em Física Computacional, com o objetivo de formar um profissional especializado em técnicas computacionais, tanto *hardware* como *software*. Com o segundo desmembramento, em 1994, o curso ficou inteiramente sob responsabilidade do IFSC.



O Curso é administrado pela Comissão de Graduação (CG) do IFSC, composta por representantes docentes do IFSC e um representante do corpo discente.

1. OBJETIVOS

O Curso de Bacharelado em Física procura formar profissionais com conhecimentos sólidos em Física, com experiência nos métodos de pesquisa científica e capacidade de resolução de problemas no ambiente de atuação. Espera-se que esta bagagem de conhecimentos e habilidades permita ao formando, de acordo com seu interesse vocacional, continuar uma carreira científica acadêmica ou se inserir no setor produtivo. O Curso oferece alternativas de habilitação nas áreas Teórico-Experimental ou em Óptica e Fotônica. Uma característica especial do Curso é a formação multidisciplinar do aluno, proporcionada pelo ambiente de pesquisa do IFSC e a diversidade profissional do corpo docente.

2. PERFIL DO FORMANDO

Os alunos egressos do Curso de Bacharelado em Física deverão ser profissionais com uma sólida formação fundamental em Física e Matemática, capazes de aplicar seu conhecimento na abordagem de problemas relevantes e inovadores nos âmbitos da pesquisa científica ou no setor produtivo. O profissional terá capacidade de desenvolver pesquisa científica fundamental ou aplicada, atuando em centros de pesquisa ou tecnologia, e prosseguir seus estudos em nível de pós-graduação. Também poderá atuar no setor tecnológico, industrial ou de serviços em áreas onde seja requerido um profissional capaz de transferir seu conhecimento para desenvolver soluções a problemas específicos. O aluno egresso do Curso deverá ter desenvolvido habilidades particulares tais como raciocínio lógico, pensamento crítico, capacidade de abstração, autonomia para o aprendizado, habilidades de comunicação científica e técnica, e aptidão para o trabalho em equipe.

3. DIRETRIZES DO PROJETO PEDAGÓGICO

A constante evolução das fronteiras da pesquisa e as mudanças da sociedade tornam impossível prever quais serão os conhecimentos específicos exigidos de um Físico no final da próxima década. Por este motivo, além de transmitir o



conhecimento fundamental em Física, o curso tem como meta desenvolver no estudante aptidões intelectuais para o aprendizado autônomo, o exercício do pensamento analítico e a criatividade. Para alcançar esse objetivo, foram estabelecidas duas diretrizes centrais para definir a estrutura curricular do Curso: (i) carga horária reduzida, complementada por horas de estudo e atividades de iniciação científica ou de extensão; (ii) ênfase crescente em tarefas que exigem reflexão e integração do conhecimento adquirido. As duas diretrizes se integram harmonicamente na prática. Os docentes responsáveis pelas disciplinas dos primeiros anos do curso expõem os estudantes a problemas e desafios que requerem raciocínio, capacidade de abstração e formalização. O desenvolvimento destas aptidões é um processo gradual, que exige do estudante tempo de trabalho e supervisão. Usualmente, nos primeiros anos do curso se procura concentrar as atividades em sala de aulas num só período, manhã ou tarde, para abrir espaço para sessões de estudo de longa duração. Com o objetivo de tornar o dia mais produtivo ao estudante, são oferecidos espaços de qualidade para estudo individual e em grupo dentro das próprias instalações do IFSC, em salas de apoio da biblioteca e no espaço de vivência do Laboratório de Ensino. No decorrer do curso, são progressivamente exigidos trabalhos práticos, confecção de relatórios e preparação de seminários, que requerem a revisão de tópicos de diferentes disciplinas. A experiência adquirida durante os primeiros semestres permite que os estudantes acomodem em sua agenda as exigências do curso ao lado das atividades acadêmicas extracurriculares que contribuem para sua formação. De especial destaque é o programa de Iniciação Científica que, além de desenvolver as aptidões da prática científica, fomenta também a revisão e sedimentação de conhecimentos adquiridos nas disciplinas e expõe o aluno a uma abordagem multidisciplinar do objeto de pesquisa.

4. ESTRUTURA DO CURSO

A estratégia pedagógica adotada no Curso de Bacharelado em Física segue um modelo inspirado na prática da pesquisa científica, de comprovada eficácia nas mais prestigiosas instituições no mundo. A grade curricular está definida de forma que as disciplinas teóricas e experimentais se reforcem mutuamente na construção dos conceitos físicos fundamentais. De forma gradativa ao longo do curso, o

estudante encontra tópicos nas disciplinas práticas que o forçam a rever seções de disciplinas já cursadas, a reinterpretá-las e a examiná-las à luz de conhecimentos recém adquiridos. Em todas as disciplinas o aluno é estimulado a estabelecer conexões conceituais entre fenômenos físicos de áreas diferentes que admitem descrições matemáticas comuns. Ao longo do curso, o aluno é chamado a produzir textos e apresentações orais progressivamente mais complexos expondo sua compreensão dos tópicos e exigindo o desenvolvimento de aptidões de comunicação científica escrita e oral. As disciplinas de laboratório de Física têm como objetivo a participação ativa do aluno na análise dos fenômenos e a interpretação crítica dos resultados experimentais. Procura-se oferecer oportunidades de consolidar seus conhecimentos e exercer a criatividade para atingir domínio dos tópicos fundamentais das físicas Clássica e Moderna.

Questões como a motivação do aluno com a carreira, o incentivo à participação ativa do aluno na sala de aulas, a incorporação de novas ferramentas de ensino e avaliação, e a demanda do mercado de trabalho por profissionais aptos para transitar entre disciplinas diversas, são alguns dos novos desafios percebidos pela comunidade docente do IFSC nos últimos anos. Essas questões criaram o consenso da necessidade de modernização dos cursos de Bacharelado do IFSC. Uma profunda revisão da grade curricular foi promovida pela Comissão de Graduação no ano de 2015, contando com a participação de mais de 30 docentes atuando em grupos de trabalho específicos. Após discussões temáticas e amplas consultas à comunidade docente, foi proposta uma nova grade de disciplinas e metodologias para o curso. Um novo princípio foi incorporado na definição do projeto pedagógico: fomentar a participação ativa e responsável do aluno no processo de formação. O critério central desta reformulação é oferecer uma grade curricular progressivamente flexível para permitir ao aluno definir o caminho de sua formação de acordo com sua vocação, aptidões e objetivos profissionais. Para atender este objetivo, foram realizadas três modificações maiores na grade curricular:



- (i) o incremento no número de horas na realização de atividades práticas, paralelo à redução e a otimização das horas de aula expositiva,
- (ii) a flexibilização da grade de disciplinas, reservando uma fração substancial de créditos (36%) para disciplinas optativas,
- iii) a inclusão de um trabalho de conclusão de curso (TCC).

Estas ações foram implementadas mantendo um número de créditos-aula razoáveis (média de 18 créditos por semestre, total de 144), permitindo assim que o estudante disponha de tempo para estudo e atividades acadêmicas extracurriculares. Nas disciplinas teóricas foram incrementados os créditos trabalho em atividades práticas supervisionadas por docentes e/ou monitores, tais como resolução de problemas, desenvolvimento de projetos, estudo dirigido ou seminários. Na nova grade, o aluno pode escolher disciplinas *optativas eletivas* dentro de um catálogo oferecido regularmente, a partir do terceiro período do curso. O aluno deve completar 24 créditos nestas disciplinas. Ainda, o aluno deve cumprir 30 créditos em disciplinas *optativas livres*, que podem ser cursadas no próprio IFSC ou em qualquer instituição de ensino superior. O objetivo das disciplinas optativas é permitir ao aluno definir seu perfil de Físico de acordo com suas aptidões, vocação e sua visão de atuação profissional futura. A escolha de disciplinas permite, por exemplo, que o aluno inicie a especialização numa área onde pretenda desenvolver pós-graduação, ou explore áreas de conhecimento além da Física, tais como Computação, Química, Ciência de Materiais, Biologia, Economia, etc... Consideramos que este último aspecto é fundamental para o Curso fomentar a interdisciplinaridade nos futuros profissionais e atender as novas demandas da sociedade para integração do Físico ao mercado de trabalho.

A inclusão do TCC tem como objetivos expor ao aluno de forma ativa às metodologias de pesquisa científica e adquirir conhecimentos numa área específica de seu interesse. O trabalho é desenvolvido sob orientação de um docente, e no final o aluno deverá redigir uma monografia para ser defendida frente a uma banca. Desta forma, o aluno terá também a oportunidade de trabalhar no desenvolvimento de habilidades de comunicação científica escrita e oral.

A participação do aluno em atividades acadêmicas extracurriculares supervisionadas foi sempre um aspecto tradicional do Curso de Bacharelado em

Física do IFSC. A partir do segundo ano, os alunos dentro do perfil são incentivados para realizar atividades de iniciação científica, monitorias de apoio didático em disciplinas do IFSC, e apoio ao ensino fundamental e médio, estas últimas desenvolvidas principalmente no Centro de Divulgação Científica e Cultural, órgão interunidades mantido em colaboração com o IQSC. Diversos programas de bolsas permitem a seleção dos candidatos e o apoio financeiro, fator que auxilia na permanência de muitos alunos no Curso. Este tipo de atividades é especialmente importante para sustentar os objetivos do projeto pedagógico do Curso. Na nova grade curricular estas atividades são fomentadas através de seu reconhecimento em termos de créditos dentro da quota de disciplinas optativas livres.

A nova estrutura do Curso de Bacharelado em Física é formada por três ciclos: Básico, Intermediário e Avançado, onde são cursadas disciplinas obrigatórias, optativas eletivas e optativas livres, totalizando 160 créditos (aula e trabalho). Os alunos dos três Bacharelados oferecidos pelo IFSC cursam as mesmas disciplinas obrigatórias dos ciclos Básico e Intermediário, onde é fornecido o núcleo de formação fundamental em Física. Durante o Ciclo Avançado o aluno de Bacharelado em Física cursa disciplinas específicas da habilitação escolhida: Teórico-Experimental ou Óptica e Fotônica, devendo em ambos casos realizar o TCC. A seguir, são detalhados os objetivos e estruturas de cada ciclo.

a. Ciclo Básico (66 créditos aula obrigatórios)

O objetivo do ciclo é fornecer o núcleo fundamental completo da Física Clássica, além das ferramentas matemáticas necessárias para acompanhar o restante do curso. Durante este ciclo o aluno deve desenvolver capacidades de raciocínio e abstração conceitual. O ciclo compreende os primeiros quatro semestres onde são oferecidas as disciplinas obrigatórias de Física teóricas (Física 1, 2, 3 e 4) e experimentais (Laboratórios de Física 1, 2 e 3). As disciplinas de Cálculo (1, 2, 3, e 4), Álgebra Linear e Geometria Analítica e Introdução à Física Matemática fornecem sustentação matemática para descrição da Física neste ciclo e nas etapas mais avançadas. São apresentados também conceitos básicos de Química, na disciplina Química de Soluções, e Computação, nas disciplinas Introdução à Programação de Computadores e Introdução à Física Computacional. Vista a necessidade de acolher e orientar ao aluno ingressante nos diferentes aspectos da vida acadêmica, durante

o primeiro ano são oferecidas as disciplinas de Tutoria Acadêmica 1 e 2, e Seminários de Física 1 e 2. Este conjunto de disciplinas procura oferecer um panorama das áreas de atuação do Físico, e estimular a interação com docentes e pós-graduandos do IFSC. A partir do terceiro semestre o aluno pode cursar disciplinas optativas, incentivando assim sua participação ativa no processo de formação. Para auxiliar na escolha das disciplinas, e no andamento da vida acadêmica em geral, no final do primeiro ano o aluno tem um docente tutor escolhido ou designado pela coordenação do curso.

b. Ciclo Intermediário (40 créditos obrigatórios)

Este ciclo compreende disciplinas com maior grau de formalização matemática e conceitual. O objetivo do ciclo é fornecer a formação fundamental em Física Moderna e Mecânica Quântica, através das respectivas disciplinas teóricas e do Laboratório Avançado de Física. As disciplinas Mecânica Clássica e Eletromagnetismo requerem do aluno a revisão e sedimentação de conceitos de Física Clássica, com o objetivo de atingir o maior grau de formalização nestas áreas. A disciplina Termodinâmica e Mecânica Estatística completa o núcleo fundamental de formação em Física. Métodos matemáticos mais avançados são oferecidos no quinto semestre, na disciplina Física Matemática. Considerando o maior grau de maturidade do aluno, neste ciclo há mais espaço na grade para o aluno se matricular em disciplinas optativas.

c. Ciclo Avançado (24 créditos em optativas eletivas e 30 em optativas livres)

Através deste ciclo o estudante define o perfil de sua formação dentro do Bacharelado em Física, escolhendo entre a ênfase Teórico-Experimental ou Óptica e Fotônica. O estudante deverá completar 24 créditos de disciplinas ou optativas eletivas ou obrigatórias, dependendo da ênfase, mais 30 créditos de optativas livres. As atividades extracurriculares supervisionadas, tais como monitorias, apresentação de trabalhos em congressos, ou coautoria em artigos publicados, são valorizadas dentro da nova grade curricular contabilizando créditos na quota de optativas livres. Desta forma o aluno tem a oportunidade de aprofundar sua formação na área de seu interesse ou explorar outras áreas de conhecimento com vista a adquirir um determinado perfil interdisciplinar. Finalmente, o aluno deverá completar o TCC,



contando 4 créditos, com inscrição a ser realizada até o sétimo semestre. Para incentivar o envolvimento dos alunos em projetos de pesquisa, poderá ser concedida a equivalência entre o TCC e um projeto de iniciação científica realizado com duração igual o maior que um ano com supervisão e rendimento documentados. É esperado que estas oportunidades de desenvolvimento pessoal permitidas e fomentadas na nova grade curricular estimulem e motivem o aluno, auxiliando na sua permanência no Curso.

d. Habilitação Teórico-Experimental

O objetivo desta habilitação é formar um Físico com conhecimento amplo, capaz de continuar sua formação através de estudos de pós-graduação ou se inserir no mercado de trabalho. O aluno que optar por esta habilitação deverá cursar no ciclo avançado disciplinas obrigatórias e optativas eletivas dentro de um catálogo específico da habilitação. De acordo com seus objetivos profissionais o aluno poderá se orientar para um perfil fortalecendo a vertente experimental em Física Geral, ou se direcionar para áreas mais específicas da Física Teórica.

e. Habilitação Óptica e Fotônica

O objetivo desta habilitação é formar um Físico com conhecimentos específicos da área de Óptica e Fotônica (O&F), capaz de continuar sua carreira na pós-graduação ou se inserir no mercado laboral. A opção por esta habilitação é feita no ciclo avançado, onde existe um catálogo específico de disciplinas obrigatórias e optativas. O aluno terá uma visão tanto teórica quanto prática sobre os vários aspectos que são essenciais para a implementação de novas aplicações. Procura-se preparar o estudante, por meio de cursos do tipo “*hands on*”, para trabalhar no setor produtivo, nas áreas de desenho óptico, fabricação e testes ópticos, lasers, detectores, comunicações por fibras ópticas etc.. A formação básica ministrada possibilitará que o aluno siga uma carreira acadêmica, se assim o desejar. A área de O&F é considerada uma das mais importantes no que concerne à transferência de tecnologia para o setor produtivo, com a geração de novos postos de trabalho e investimentos. Suas diversas aplicações estão fazendo contribuições importantes para a sociedade em áreas que vão das telecomunicações à medicina, energia e defesa nacional. É interessante destacar que renomados institutos de Óptica dos E.

U. A. (Universidade do Arizona em Tucson, Instituto de Óptica de Rochester e CREOL) iniciaram recentemente programas de Mestrado como uma forma de adequar rapidamente profissionais de várias áreas para atuarem em O&F. Atualmente, pesquisas neste campo são de grande importância para as telecomunicações, saúde, ciências biológicas, sensoriamento, iluminação e energia, defesa nacional, controle ambiental e fabricação industrial. Além disso, a Óptica também trouxe grandes avanços à espectroscopia atômica e molecular, gerando um acréscimo considerável de conhecimentos científicos. No Brasil, o campo de O&F, com cerca de 30 anos, tem mostrado grande vitalidade. Esta área tecnológica tem gerado muitas inovações que são rapidamente absorvidas por vários setores da sociedade. O uso crescente de lasers, principalmente na Medicina e Comunicações Ópticas, demanda a formação de um número cada vez maior de profissionais com conhecimentos específicos em O&F. No que se refere às Comunicações Ópticas, departamentos de Engenharia Elétrica têm, de certo modo, formado profissionais para atuar neste campo. Entretanto, eles adquirem pouquíssimos conhecimentos em Óptica, o que restringe o desenvolvimento tecnológico de O&F no Brasil. Por outro lado, nota-se uma ausência quase que total de profissionais qualificados para desenvolver, e mesmo atuar, com técnicas modernas que empregam métodos ópticos em outras áreas do conhecimento, como por exemplo, em Medicina, Oftalmologia, Odontologia e várias outras.

5. CORPO DOCENTE ENVOLVIDO NO CURSO

Os estudantes do Bacharelado em Física recebem aulas de docentes do Instituto de Física de São Carlos (IFSC), do Instituto de Ciência Matemáticas e Computação (ICMC) e do Instituto de Química de São Carlos (IQSC). Nos dois primeiros anos docentes do IFSC, ICMC e do IQSC ministram aulas para o curso. Nos dois últimos anos, as aulas são oferecidas exclusivamente por docentes do IFSC. Todos estes docentes são contratados no Regime de Dedicção Integral à Docência e à Pesquisa (RDIDP) da USP.

6. INFRAESTRUTURA DISPONÍVEL PARA A REALIZAÇÃO DO CURSO

A infraestrutura disponível para o curso compreende o conjunto didático e a biblioteca, localizadas nos prédios do IFSC, e as instalações do Centro de Divulgação Científica e Cultural.

O complexo didático do IFSC consta de um bloco de seis salas de aulas e do Laboratório de Ensino de Física (LEF). Os 17.500 m² do LEF incluem salas de aula e laboratórios de mecânica, termodinâmica, eletricidade, magnetismo, óptica, física moderna e eletrônica. A estrutura de apoio para estes laboratórios e salas de aula é complementada por recursos como experimentos demonstrativos, vídeo, projetores multimídia, microcomputadores, lousas eletrônicas e filmadoras. O complexo dispõe também de um amplo espaço de estudo, com mesas e lousas, acessível em período integral. O IFSC conta com oficinas de eletrônica, mecânica, vidraria e óptica, onde são elaboradas e construídas experiências a serem utilizadas nas salas de aula e laboratórios. Para a realização das atividades de ensino, o LEF conta com o apoio de nove técnicos experientes em ensino de Física Experimental. Durante as práticas de laboratório, os docentes são assistidos por monitores, estudantes na fase mais avançada do curso de Graduação ou de Pós-Graduação, selecionados através de vários programas de estímulo à prática do ensino.

A Biblioteca do IFSC possui um acervo de 30.378 volumes, 769 títulos de periódicos, 2.186 teses, e acesso a diversas bases de dados e multimedias através de um conjunto de computadores habilitados. A equipe é formada por 11 funcionárias. O local possui uma área de 1.560 m², com 70 lugares para estudo individual e 45 em grupo, o que faz que seja um local de estudo permanentemente frequentado pelos estudantes.

Merece destaque especial, pelo apoio a atividades extracurriculares nele realizadas, o Centro de Divulgação Científica e Cultural, do campus da USP em São Carlos (CDCC). O CDCC oferece cursos de férias para alunos do ensino fundamental, plantões de atendimento de monitores aos alunos da rede oficial de ensino, projeção semanal de filmes científicos e culturais, cursos de atualização científica, em diversas áreas, para professores de São Carlos e região, etc. Possui, ainda, biblioteca especializada, laboratórios de ensino, oficinas, cineclube, experimentoteca, museu vivo de ciências e centro para divulgação da Astronomia. Boa parte dessa atividade só é possível porque estudantes dos cursos de



Graduação e Pós-Graduação do IFSC, IQSC e ICMC contribuem com seu tempo e entusiasmo. Assim, os trabalhos culturais e científicos em andamento no CDCC, nas áreas de Astronomia, Física, Química, Biologia, Computação e Matemática, são coordenados por docentes das unidades de ensino do campus de São Carlos, auxiliados por técnicos de nível superior e alunos de graduação e pós-graduação que se ocupam do atendimento e orientação de usuários, professores e alunos do ensino básico.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na sociedade crescentemente dependente de avanços tecnológicos, o físico conquistará espaço na medida em que sua formação fizer dele um profissional ao mesmo tempo flexível e dotado de conhecimentos sólidos. O projeto pedagógico do curso foi construído com base nessa noção, à qual estão subordinadas a estrutura curricular e a abordagem didática. Essas são as fundações sobre as quais foi edificado o Curso. Ajustes e mudanças curriculares e no enfoque pedagógico são inevitáveis no decorrer dos anos, em resposta a alterações no perfil dos jovens ingressantes e nas necessidades da sociedade. Os princípios que sempre nortearam a definição do Curso, no entanto, permanecem inalterados para manter a essência da proposta pedagógica.

Agosto/2016