

# Licenciatura em Física com Ênfases: uma opção no Contexto da BNCC

Degree in Physics with Emphasis: An Option in the BNCC Context

Ivo de Almeida Marques<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás, Instituto de Física, Goiânia, GO, Brasil.

Recebido em 26 de fevereiro de 2022. Aceito em 07 de abril de 2022.

A publicação da terceira versão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) tem induzido uma série de debates entre os atores envolvidos na formação de professores da Educação Básica. Particularmente, para a Área do Conhecimento de Ciências da Natureza, que corresponde aos saberes tradicionais dos cursos de Física, Química, Biologia e parte da Geografia Física, a base preconiza grande interação entre os saberes e entre os profissionais especializados em cada saber. Dado o novo paradigma educacional brasileiro, propomos a estruturação do ciclo formativo específico para um curso de licenciatura em Física com quatro opções de ênfases: Ênfase em Física Clássica, Ênfase em Química, Ênfase em Matemática e Ênfase em Astronomia e Geociências. Embora a proposta seja legalmente hipotética, ela possui todos os elementos de materialidade para sua possível implementação, afinal, como ponto de partida, usamos os cursos atuais da Universidade Federal de Goiás (UFG). Deve-se destacar que o autor foi coordenador do curso de Licenciatura em Física da UFG por quatro anos consecutivos. Esperamos que o presente trabalho estimule e fomente o debate de ideias em torno da complexa temática de como adequar os cursos de formação de professores de Física do país ao contexto da BNCC.

**Palavras-Chave:** Ensino de Física, Ensino de Ciências, BNCC.

The publication of the third version of the Common National Curriculum Base (BNCC) has induced a series of debates among the actors involved in the teachers formation. Particularly, for the area of knowledge of Natural Sciences, which corresponds to the traditional knowledge of the courses of Physics, Chemistry, Biology and part of Physical Geography, the base advocate great interaction between the knowledges and between the professionals specialized in each knowledge. Given the new Brazilian educational paradigm, we propose to structure the specific training cycle for a degree course in Physics with four emphases options: Emphasis on Classical Physics, Emphasis on Chemistry, Emphasis on Mathematics and Emphasis on Astronomy and Geosciences. Although the proposal is legally hypothetical, it has all the materiality elements for its possible implementation, after all, as a starting point, we use the current courses of the Federal University of Goiás (UFG). It should be noted that the author was the coordinator of the Degree in Physics course at UFG for four consecutive years. We hope that this work will stimulate and encourage the debate of ideas around the complex theme of how to adapt the training courses for Physics teachers in the country to the context of the BNCC.

**Keywords:** Physics Teaching, Science Teaching, BNCC.

## 1. Introdução

A publicação, em duas etapas, da terceira versão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) desencadeou uma série de discussões no sistema educacional brasileiro, singularmente entre os atores envolvidos na formação de professores da Educação Básica. Em 2017 foi homologada a BNCC para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental [1]. Um ano depois, em 2018, foi a vez da BNCC para o Ensino Médio [2]. A Educação Infantil atende às crianças menores de seis anos e está a cargo dos pedagogos. Já o Ensino Fundamental, idealmente, atende às crianças de seis a quatorze anos, sendo a etapa mais longa da Educação Básica. O Ensino Fundamental é dividido em Anos Iniciais (1° ao 5° ano), a cargo dos

pedagogos, e Anos Finais (6° ao 9° ano), a cargo, fundamentalmente, dos licenciados específicos (licenciados em Português, Matemática, História, Física, Química, Biologia, etc.). O Ensino Médio, idealmente, atende aos adolescentes de quinze a dezoito anos, estando a cargo dos licenciados específicos.

Na BNCC o Ensino Fundamental está organizado em cinco Áreas do Conhecimento: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso. Já o Ensino Médio está organizado em quatro: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Nos referiremos conjuntamente às Áreas do Conhecimento de Matemática e Matemática e suas Tecnologias simplesmente por Matemática. De forma análoga, chamaremos as Áreas do Conhecimento de Ciências da Natureza e

\* Endereço de correspondência: [ivo@ufg.br](mailto:ivo@ufg.br)

Ciências da Natureza e suas Tecnologias simplesmente por Ciências da Natureza. Para o presente trabalho nos concentraremos na área de Ciências da Natureza.

A Área do Conhecimento de Ciências da Natureza corresponde aos saberes tradicionais dos cursos de Física, Química, Biologia e parte da Geografia Física. Assim, a junção de tais saberes em uma área comum já indica uma tendência de grande interação entre os saberes e entre os profissionais especializados em cada saber. Convém destacar, como aponta o parecer CNE/CP N° 11 de 2009, que “o entendimento é que a interdisciplinaridade e, mesmo o tratamento por áreas de conhecimento, não excluem necessariamente as disciplinas, com suas especificidades e saberes próprios historicamente construídos, mas, sim, implicam o fortalecimento das relações entre elas e a sua contextualização para apreensão e intervenção na realidade, requerendo trabalho conjugado e cooperativo dos seus professores no planejamento e na execução dos planos de ensino.” [3]. As aprendizagens essenciais da área de Ciências da Natureza são organizadas em três Unidades Temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. No entanto, como destaca a própria BNCC: “Essas três Unidades Temáticas devem ser consideradas sob a perspectiva da continuidade das aprendizagens e da integração com seus objetos de conhecimento ao longo dos anos de escolarização. Portanto, é fundamental que elas não se desenvolvam isoladamente.” [1].

Dada a nova realidade da educação brasileira, surge a necessidade da busca por currículos para a formação de professores que se enquadrem de forma mais apropriados à atual complexidade educacional. A BNCC traz, implícita em sua organização, várias interfaces entre as áreas tradicionais do saber, sendo fundamental a busca por currículos ampliados que criem pontes entre as áreas, suavizando as interfaces. Uma abordagem potencial seria a modificação de currículos já existentes visando introduzir elementos que possibilitem experiências formativas mais abrangentes. Assim, um possível caminho a seguir seria a introdução de disciplinas de ênfases, criando uma estrutura de licenciatura com ênfases.

Seguindo a linha de pensamento delineada acima, propomos como objetivo para o presente trabalho a estruturação do ciclo formativo específico de um curso de Licenciatura em Física, com quatro opções de ênfases: Ênfase em Física Clássica, Ênfase em Química, Ênfase em Matemática e Ênfase em Astronomia e Geociências. Nessa proposta, as disciplinas das ênfases ajudariam a construir pontes entre as áreas tradicionais, possibilitando uma trajetória formativa ampliada aos licenciandos e contribuindo para a coesão da estrutura global. Embora a estruturação proposta no trabalho seja hipotética, para embasar a construção, partimos da estrutura atual do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Goiás (UFG) [4]. Desta forma, a maioria das disciplinas constantes na proposta já existem na UFG. Ao todo, mesmo considerando

as disciplinas relacionadas às ênfases, foram propostas apenas três disciplinas novas (Física V, Oscilações e Ondas e Astrofísica). As demais disciplinas ou foram simplesmente mantidas ou foram apenas readequadas. Assim, mesmo sendo legalmente hipotética, a presente proposta tem todos os elementos de materialidade para sua possível implementação. Além disso, de forma geral, os cursos de formação de professores de Física no Brasil seguem uma estrutura similar, o que, em princípio, permite que as discussões apresentadas aqui, em certa medida, também dialoguem com a maioria dos cursos do país. Convém destacar que o autor do presente trabalho foi coordenador do curso de Licenciatura em Física da UFG por quatro anos consecutivos, de julho de 2017 a julho de 2021. De forma que a proposta reflete, em grande parte, sua experiência como coordenador.

Na BNCC os saberes tradicionais dos cursos de Física, Química e Biologia são distribuídos, na medida do possível, de forma igualitária dentro da Área do Conhecimento de Ciências da Natureza, ou seja, Física, Química e Biologia são melhor divididos ao longo de toda a Educação Básica. Assim, em princípio, a BNCC tem o potencial de ampliar as possibilidades de atuação do professor de Física, especialmente nos Anos Finais do Ensino Fundamental, o que até então é pouco explorado. No entanto, tal expectativa de ampliação de possibilidades, deve se refletir no aumento do desafio para adequar de forma apropriada os currículos de formação de professores de Física.

Devemos salientar que no presente trabalho não apresentamos um currículo completo, no sentido de satisfazer a todas as exigências atuais da legislação educacional [5]. Não é nosso objetivo aqui a estruturação de um curso completo de Licenciatura em Física. A estruturação do currículo de um curso de formação de professores é um trabalho hercúleo que deve ser desenvolvido de forma coletiva e levando em consideração as particularidades da universidade responsável pelo curso. No trabalho desenvolvemos apenas a possibilidade de estruturar o arcabouço de um curso de Licenciatura em Física no contexto da BNCC com a introdução das ênfases e demais pontos da proposta. Por exemplo, não entramos nas discussões relacionadas às Práticas como Componentes Curriculares (PCC's). Nesse aspecto, simplesmente reproduzimos a estrutura atual do PCC do curso de Licenciatura em Física da UFG [4]. Também não discutimos aqui as questões relacionadas à curricularização da extensão ou às Atividades Complementares.

Por fim, frisamos que o propósito básico do trabalho é estimular e fomentar o debate de ideias em torno da complexa temática de como adequar os cursos de Licenciatura em Física do país ao contexto da BNCC. Ao trazermos uma proposta hipotética, mas com bases reais, com a possibilidade de trabalharmos ênfases nos cursos de licenciatura, esperamos contribuir para o enriquecimento das discussões acerca dos currículos dos cursos de

formação de professores no país, principalmente dentro da Área do Conhecimento de Ciências da Natureza.

## 2. Estrutura Curricular

Partindo da estrutura curricular atual do curso de Licenciatura em Física da UFG [4], construímos uma sugestão de fluxo curricular, hipotética, que possibilita a inclusão de cinco disciplinas de ênfases. Tal estrutura é mostrada na Tabela 1. Assim como o curso atual, também na proposta apresentada, o curso é pensado para o período integral (manhã, tarde e, eventualmente, noite), sendo dividido em oito semestres, ou seja, quatro anos. Pensamos, idealmente, em uma disciplina de ênfase por semestre, a partir do terceiro semestre, até o sétimo semestre. Em princípio, as cinco disciplinas de ênfase seriam o mínimo obrigatório, de forma que, caso queira, o licenciando poderia cursar mais. Na proposta elencamos quatro possibilidades de ênfases: Ênfase em Física Clássica, Ênfase em Química, Ênfase em Matemática e Ênfase em Astronomia e Geociências.

Na UFG, o curso de Licenciatura em Física é formado a partir de componentes curriculares de cinco Unidades Acadêmicas: Instituto de Física (IF), Instituto de Química (IQ), Instituto de Matemática e Estatística (IME), Faculdade de Educação (FE) e Faculdade de Letras (FL). Naturalmente, o IF é a unidade responsável pelo curso. Na proposta, excluindo as disciplinas relacionadas às ênfases, colocamos vinte e cinco disciplinas do IF, cinco do IME, quatro da FE e uma da FL. Na Tabela 1 não indicamos os pré-requisitos, na maioria dos casos a inferência de pré-requisitos é direta, mas não nos ateremos aqui a esse aspecto.

A política nacional atual de formação de professores [5] pressupõe o mínimo de 3.200 horas para um currículo de licenciatura. A proposta apresentada aqui perfaz 2.704 horas, o que possibilita que as demais exigências legais, como a curricularização da extensão e as Atividades Complementares, possam ainda serem acomodadas num segundo momento. Como mantivemos as disciplinas de Práticas de Ensino, que já existem no curso atual, a proposta já responde em grande medida às exigências relacionadas às PCC's. Além disso, na UFG existe uma categoria de disciplinas à parte, denominada Núcleo Livre (NL) [6]. Os NL's têm por objetivos principais ampliar e diversificar a formação do estudante. Eles são disciplinas de caráter geral, escolhidas livremente pelos alunos. Todos os cursos da UFG devem ter, no mínimo, 128 horas de carga horária de NL. Na proposta indicamos duas disciplinas de NL de 64 horas cada, uma no segundo semestre e outra no oitavo. Assim, a previsão de NL's na proposta representa uma flexibilidade extra no contexto de universidades que não têm uma estrutura similar.

### 2.1. Disciplinas obrigatórias do IF

Começamos com a Disciplina de Introdução, Introdução à Licenciatura em Física. Atualmente, os quatro

**Tabela 1:** Fluxo curricular proposto para o curso de Licenciatura em Física com ênfases.

Disciplina	Unid.	CHS	CHTS
<b>Primeiro Semestre</b>			
Introdução à Licenciatura em Física	IF	4	64
Geometria Analítica	IME	4	64
Cálculo 1B	IME	4	64
Fund. Filos. e Sócio-hist. da Educação	FE	4	64
<i>Carga horária total semanal/semestral</i>		16	256
<b>Segundo Semestre</b>			
Física I	IF	4	64
Física Experimental I	IF	2	32
Cálculo 2B	IME	4	64
Psicologia da Educação I	FE	4	64
Disciplina de Núcleo Livre	-	4	64
<i>Carga horária total semanal/semestral</i>		18	288
<b>Terceiro Semestre</b>			
Física II	IF	4	64
Física Experimental II	IF	2	32
Didática para o Ensino de Física	IF	4	64
Cálculo 3B	IME	4	64
Psicologia da Educação II	FE	4	64
Disciplina de Ênfase 1	-	4	64
<i>Carga horária total semanal/semestral</i>		22	352
<b>Quarto Semestre</b>			
Física III	IF	4	64
Física Experimental III	IF	2	32
Prática de Ensino I	IF	4	64
Equações Diferenciais Ordinárias	IME	4	64
Disciplina de Ênfase 2	-	4	64
<i>Carga horária total semanal/semestral</i>		18	288
<b>Quinto Semestre</b>			
Física IV	IF	4	64
Física Experimental IV	IF	2	32
Mecânica Clássica I	IF	4	64
Estágio I	IF	6	96
Políticas Educacionais no Brasil	FE	4	64
Disciplina de Ênfase 3	-	4	64
<i>Carga horária total semanal/semestral</i>		24	384
<b>Sexto Semestre</b>			
Física V	IF	4	64
Prática de Ensino II	IF	4	64
Estágio II	IF	6	96
LIBRAS	FL	4	64
Disciplina de Ênfase 4	-	4	64
<i>Carga horária total semanal/semestral</i>		22	352
<b>Sétimo Semestre</b>			
Oscilações e Ondas	IF	4	64
Introdução à Física Quântica	IF	4	64
Prática de Ensino III	IF	4	64
Estágio III	IF	6	96
Trabalho de Conclusão de Curso I	IF	4	64
Disciplina de Ênfase 5	-	4	64
<i>Carga horária total semanal/semestral</i>		26	416
<b>Oitavo Semestre</b>			
Evolução das Ideias da Física	IF	4	64
Prática de Ensino IV	IF	4	64
Estágio IV	IF	7	112
Trabalho de Conclusão de Curso II	IF	4	64
Disciplina de Núcleo Livre	-	4	64
<i>Carga horária total semanal/semestral</i>		23	368
<i>Carga horária total</i>			2704

cursos sob a responsabilidade do IF apresentam uma disciplina de introdução em comum, Introdução à Física. No entanto, seria interessante ter uma disciplina específica para o curso de Licenciatura em Física. Assim, a disciplina Introdução à Licenciatura em Física apresentada aqui surge com um desdobramento direto da disciplina Introdução à Física. Nessa disciplina trabalharíamos a recepção aos alunos, a “revisão” da matemática básica do ensino médio e a introdução, com ênfase em exemplos atrativos e motivadores, para o estudo das ciências, com destaque para a Física e o Ensino de Física. Como último ponto, faríamos uma pequena introdução à cinemática, como um prelúdio à disciplina de Física I, a ser cursada no semestre seguinte.

No coração do curso estariam as cinco disciplinas básicas, Física I, Física II, Física III, Física IV e Física V. O curso atual de Física da UFG apresenta as quatro primeiras disciplinas básicas, às quais apenas repetimos aqui, ou seja, essas disciplinas já existem. No entanto, tendo em mente uma visão holística da Física no ciclo básico, propomos a introdução de uma nova disciplina básica, a Física V. Convém destacar que o IF optou por seguir a ordem de capítulos dos quatro volumes do livro Física de Young e Freedman. Com essa opção, a disciplina Física IV termina no 38º capítulo (Fótons, Elétrons e Átomos). Na proposta, a disciplina Física V lidaria com os conteúdos dos demais capítulos do quarto volume. Desta forma, seguindo a ordem do Young e Freedman, os licenciandos do curso passariam por quase todos os conteúdos dessa referência, possibilitando uma experiência formativa ampla em Física Básica.

Imprescindível no currículo de um curso de formação de professores de Física são as experiências formativas envolvendo experimentos. Na presente proposta elencamos quatro disciplinas experimentais básicas, Física Experimental I, Física Experimental II, Física Experimental III e Física Experimental IV. Todas essas disciplinas já existem no curso atual da UFG, de forma que estamos apenas repetindo o que já é praticado.

Na proposta, o ciclo avançado seria composto por quatro disciplinas, Mecânica Clássica I, Introdução à Física Quântica, Evolução das Ideias da Física e Oscilações e Ondas. Dessas, apenas a última, Oscilações e Ondas, é exclusiva da proposta (e exclusiva da Licenciatura em Física). As demais três disciplinas já existem no curso atual da UFG, de forma que estamos apenas repetindo o que já é praticado. Além disso, essas três disciplinas são comuns aos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física. Convém destacar que, na proposta de ênfases, caso queira, o licenciando pode seguir, integralmente ou parcialmente, a ênfase em Física Clássica, completando sua formação nos conteúdos avançados específicos relacionados ao Bacharelado em Física.

Quanto às nove disciplinas específicas relacionadas ao Ensino de Física não as detalharemos no presente trabalho. Tais disciplinas são: Didática para o Ensino de Física, Prática de Ensino I, Prática de Ensino II, Prática

de Ensino III, Prática de Ensino IV, Estágio I, Estágio II, Estágio III e Estágio IV. Todas já existem no curso atual da UFG, de forma que estamos apenas repetindo na proposta o que já é praticado. A opção por não fazer o detalhamento é devido à grande flexibilidade na abordagens dos conteúdos relacionados (quando comparado entre universidade) e também devido ao escopo do trabalho, cuja ênfase está no ciclo formativo específico. Destacamos que, com exceção dos Estágios, as demais disciplinas estão relacionadas às PCC's.

## 2.2. Disciplinas obrigatórias das unidades parceiras

Devido à natureza do curso de Física, as principais disciplinas obrigatórias das unidades parceiras são as cinco disciplinas do Instituto de Matemática e Estatística: Geometria Analítica, Equações Diferenciais Ordinárias, Cálculo 1B, Cálculo 2B e Cálculo 3B. O curso atual de Física da UFG apresenta as duas primeiras disciplinas do IME, às quais apenas repetimos aqui, ou seja, essas disciplinas já existem. Com relação às disciplinas de cálculo, atualmente o curso apresenta as disciplinas Cálculo 1A, Cálculo 2A e Cálculo 3A. No entanto, dada a nova complexidade do cenário educacional brasileiro, acreditamos que os cálculos categoria B sejam mais apropriados para um curso de formação de professores de Física na perspectiva da formação ampliada. Convém destacar, que todas essas disciplinas de cálculo já existem na UFG, o IME oferece turmas de cálculo em três categorias: A, B e C.

Além das cinco disciplinas do IME, o curso atual de Licenciatura em Física possui mais quatro disciplinas da Faculdade de Educação, Fundamentos Filosóficos e Sócio-históricos da Educação, Psicologia da Educação I, Psicologia da Educação II e Políticas Educacionais no Brasil, e uma da Faculdade de Letras, Introdução à língua brasileira de sinais – LIBRAS. As disciplinas da FE perfazem o ciclo básico de conteúdo pedagógico comum a todas as licenciaturas da UFG [7]. Como essas disciplinas não tem relação direta com a proposta apresentada e, além disso, elas variam significativamente de universidade para universidade, não detalharemos tais disciplinas aqui. Já a única disciplina da FL no curso marca a forma que UFG optou para lidar com a obrigatoriedade da inclusão de componentes curriculares relacionados à LIBRAS nos cursos de formação de professores. Também para essa disciplina não mostraremos nenhum detalhamento. Assim, com relação a essas cinco disciplinas, estamos apenas repetindo na proposta o que já é praticado. Por fim, devemos salientar que na proposta temos também a indicação de duas disciplinas de NL, as quais, por serem escolhidas livremente pelos alunos, não são, a priori, relacionada a nenhuma Unidade Acadêmica específica.

### 2.3. Disciplinas da ênfase em física clássica

A primeira ênfase proposta surge, naturalmente, como uma aproximação ao curso de Bacharelado em Física. Em muitas universidades os dois cursos são oferecidos paralelamente. Assim, propomos que as disciplinas Termodinâmica, Física Matemática I, Eletromagnetismo I, Física Matemática II e Mecânica Clássica II constituam uma ênfase dentro do curso de Física Licenciatura. Todas as disciplinas propostas para essa ênfase vieram do curso de Bacharelado em Física da UFG [8], ou seja, todas elas já existem, não demandando aumento de carga horária em disciplinas por parte da universidade. Convém destacar que atualmente as três primeiras disciplinas são obrigatórias também dentro do curso de Licenciatura em Física da UFG. No entanto, há uma grande dificuldade, talvez insuperável, de manter o padrão atual de disciplinas e atender as expectativas de uma formação ampliada, como preconiza a BNCC. Desta forma, ao levar tais disciplinas para dentro de uma ênfase criamos certa flexibilidade no curso, o que permite que os licenciandos em Física possam cursá-las normalmente, caso queiram.

### 2.4. Disciplinas da ênfase em química

A segunda ênfase proposta surge, também naturalmente, como uma aproximação ao curso de Química. Desta forma, propomos que as disciplinas Química Fundamental, Estrutura e Propriedades da Matéria, Fundamentos de Química Experimental, Química dos Elementos e Química Inorgânica constituam uma ênfase dentro do curso de Física Licenciatura. Todas as disciplinas propostas para essa ênfase vieram do curso de Licenciatura em Química da UFG [9], ou seja, todas elas já existem, não demandando aumento de carga horária em disciplinas por parte da universidade. Na BNCC, muito dos saberes tradicionais das disciplinas de Física e Química estão entrelaçados na Área do Conhecimento de Ciências da Natureza, de forma que, na lógica da base, essa seja, provavelmente, a ênfase mais previsível.

### 2.5. Disciplinas da ênfase em matemática

A terceira ênfase proposta surge, também naturalmente, como uma aproximação ao curso de Matemática. Desta forma, propomos que as disciplinas Geometria Plana, Geometria Espacial, Introdução à Teoria dos Números, Álgebra Linear I e Matemática Financeira constituam uma ênfase dentro do curso de Física Licenciatura. Todas as disciplinas propostas para essa ênfase vieram do curso de Licenciatura em Matemática da UFG [10], ou seja, todas elas já existem, não demandando aumento de carga horária em disciplinas por parte da universidade. Embora as licenciaturas tradicionais de Física e Matemática tenham sido relacionadas a Áreas do Conhecimento distintas na BNCC, Ciências da Natureza e Matemática, respectivamente, é notório a grande proximidade em seus

saberes tradicionais. Assim, a ideia de uma ênfase em Matemática fica tão previsível quanto as duas propostas anteriores.

### 2.6. Disciplinas da ênfase em astronomia e geociências

A quarta ênfase proposta surge, talvez não tão naturalmente (pelo menos num primeiro momento), como uma aproximação ao curso de Geografia. Desta forma, propomos que as disciplinas Astronomia, Geologia I, Climatologia I, Geomorfologia I e Astrofísica constituam uma ênfase dentro do curso de Física Licenciatura. As quatro primeiras disciplinas propostas para essa ênfase vieram do curso de Licenciatura em Geografia da UFG [11], ou seja, elas já existem, não demandando aumento de carga horária em disciplinas por parte da universidade. Convém informar que a unidade responsável pelo curso de Geografia da UFG é o Instituto de Estudos Socioambientais (IESA). A última disciplina, Astrofísica, é a única proposta de nova disciplina fora do IF. A esse ponto, vale destacar que na UFG os professores relacionados à área de Astronomia estão lotados no IESA, inclusive, essa unidade é a responsável pelo planetário da UFG. Por fim, destacamos que uma parte considerável da Área do Conhecimento de Ciências da Natureza lida com os saberes tradicionais da Geografia Física, o que realça a relevância da ênfase, trazendo até certa previsibilidade para a proposta.

### 2.7. Disciplinas da ênfase em física

Uma vez tendo feita a apresentação da proposta de um curso de Licenciatura em Física com quatro possibilidades de ênfases, devemos também apresentar a possibilidade do caminho reverso. Ou seja, a possibilidade de que outros cursos tenham a ênfase em Física. Obviamente, nosso anseio é que a estrutura em ênfases fosse também refletida nas licenciaturas afins. Por exemplo, Licenciatura em Química com quatro opções de ênfases: Química Básica, Matemática, Física e Astronomia e Geociências. Ou Licenciatura em Matemática com quatro opções de ênfases: Matemática Básica, Química, Física e Astronomia e Geociências. Nesse caso, a estrutura da ênfase em Física seria naturalmente construída a partir das cinco disciplinas básicas, Física I, Física II, Física III, Física IV e Física V, as quais permitiriam aos licenciandos em química ou matemática, por exemplo, uma formação holística no ciclo básico da Física.

## 3. Conclusão

Dado o novo paradigma educacional brasileiro, no presente trabalho apresentamos uma proposta de estruturação do ciclo formativo específico para um curso de Licenciatura em Física com quatro opções de ênfases:

Ênfase em Física Clássica, Ênfase em Química, Ênfase em Matemática e Ênfase em Astronomia e Geociências. Cada ênfase foi caracterizada por um conjunto de cinco disciplinas. Uma vez que partimos de cursos já existentes, a maioria das disciplinas constantes na proposta já são trabalhadas na UFG. Ao todo, mesmo considerando as disciplinas relacionadas às ênfases, foram propostas apenas três disciplinas novas (Física V, Oscilações e Ondas e Astrofísica). As demais disciplinas ou foram simplesmente mantidas ou foram apenas readequadas. A perspectiva da proposta é que as ênfases tragam certa flexibilidade aos cursos, permitindo que os alunos possam se aproximar das áreas afins que mais lhes agradem. Além da aproximação dos conteúdos das áreas afins, a estrutura em ênfases também permitiria uma aproximação maior entre os alunos das diferentes licenciaturas. Afinal, as disciplinas das ênfases atenderiam a mais de uma licenciatura.

A ênfase em Física Clássica (disciplinas: Termodinâmica, Física Matemática I, Eletromagnetismo I, Física Matemática II e Mecânica Clássica II) permite que os licenciandos em Física possam se aproximar do curso de Bacharelado em Física. Já as ênfases em Química (disciplinas: Química Fundamental, Estrutura e Propriedades da Matéria, Fundamentos de Química Experimental, Química dos Elementos e Química Inorgânica), Matemática (disciplinas: Geometria Plana, Geometria Espacial, Introdução à Teoria dos Números, Álgebra Linear I e Matemática Financeira) e Astronomia e Geociências (disciplinas: Astronomia, Geologia I, Climatologia I, Geomorfologia I e Astrofísica) permitem que os licenciandos em Física possam se aproximar das Licenciaturas em Química, em Matemática e em Geografia, respectivamente. Além disso, também apresentamos a opção da ênfase em Física (disciplinas: Física I, Física II, Física III, Física IV e Física V), por exemplo, para os cursos de licenciatura em Química e em Matemática.

Por fim, concluímos o artigo citando um trecho das Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física: “É praticamente consenso que a formação em Física, na sociedade contemporânea, deve se caracterizar pela flexibilidade do currículo de modo a oferecer alternativas aos egressos.” [12].

## Agradecimentos

Agradeço a todos os professores e alunos do curso de Licenciatura em Física da UFG pelo contínuo diálogo sobre o curso ao longo dos quatro anos em que fui coordenador.

## Apêndices

Nos apêndices abaixo temos as ementas e as bibliografias básicas das disciplinas discutidas no corpo do artigo.

## Apêndice 1: Disciplinas Obrigatórias do IF

### Disciplina de Introdução: Introdução à Licenciatura em Física

A Física como ciência natural fundamental. Modelos matemáticos algébricos e geométricos da Física. Medidas e sistemas de unidades. O ensino das ciências. Introdução à cinemática da partícula.

#### Bibliografia Básica

- {1} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica, vol. 1. São Paulo: Edgard Blücher.
- {2} Chaves, A. Sampaio, J. F. Física Básica, vol. 1. Rio de Janeiro: LTC.
- {3} Feynman, R. P.; Leighton, R. B.; Sands, M. Lições de Física, vol. 1. Porto Alegre: Artmed.
- {4} Pozo, J. I.; Crespo, M. A. G. A Aprendizagem e o Ensino de Ciências. Porto Alegre: Artmed.

### Disciplina Básica 1: Física I

Unidades, grandezas físicas e vetores. Cinemática da partícula. Leis de Newton do movimento. Trabalho e energia cinética. Energia potencial e conservação da energia. Conservação do momento linear. Impulso e colisões. Cinemática da rotação. Dinâmica da rotação de corpos rígidos.

#### Bibliografia Básica

- {1} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física I: Mecânica, v. 1. São Paulo: Addison Wesley.
- {2} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Mecânica, v. 1. Rio de Janeiro: LTC.
- {3} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Mecânica, v. 1. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

### Disciplina Básica 2: Física II

Gravitação. Mecânica dos fluidos. Oscilações. Ondas mecânicas. Som. Temperatura e calor. Primeira lei da termodinâmica. Teoria cinética dos gases. Segunda lei da Termodinâmica.

#### Bibliografia Básica

- {1} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física II: Termodinâmica e Ondas, v. 2. São Paulo: Addison Wesley.
- {2} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica, v. 2. Rio de Janeiro: LTC.
- {3} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor, v. 2. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

### Disciplina Básica 3: Física III

Carga elétrica e Campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial elétrico. Capacitância e dielétricos. Corrente e circuitos elétricos. Campo magnético e força magnética. Fontes de campo magnético. Indução eletromagnética.

#### Bibliografia Básica

- {1} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física III: Eletromagnetismo, v. 3. São Paulo: Addison Wesley.

{2} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Eletromagnetismo, v. 3. Rio de Janeiro: LTC.  
 {3} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Eletromagnetismo, v. 3. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

#### **Disciplina Básica 4: Física IV**

Corrente alternada. Ondas eletromagnéticas. Natureza e propagação da luz. Óptica geométrica. Instrumentos de óptica. Interferência. Difração. Fótons, elétrons e átomos.

##### **Bibliografia Básica**

{1} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física III: Eletromagnetismo, v. 3. São Paulo: Addison Wesley.  
 {2} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física IV: Óptica e Física Moderna, v. 4. São Paulo: Addison Wesley.  
 {3} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Eletromagnetismo, v. 3. Rio de Janeiro: LTC.  
 {4} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna, v. 4. Rio de Janeiro: LTC.  
 {5} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Eletromagnetismo, v. 3. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.  
 {6} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade, Física Quântica, v. 4. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

#### **Disciplina Básica 5: Física V**

Relatividade. A natureza ondulatória das partículas. Mecânica quântica. Estrutura atômica. Moléculas e matéria condensada. Física nuclear. Física das partículas e cosmologia.

##### **Bibliografia Básica**

{1} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física IV: Óptica e Física Moderna, v. 4. São Paulo: Addison Wesley.  
 {2} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna, v. 4. Rio de Janeiro: LTC.  
 {3} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade, Física Quântica, v. 4. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

#### **Disciplina Experimental Básica 1: Física Experimental I**

Introdução à Física Experimental. Grandezas Físicas. Instrumentos de medição. Tabelas e gráficos. Avaliações de incertezas do tipo A, B, e C. Noções básicas de estatística descritiva. Regressão linear. Experimentos de mecânica.

##### **Bibliografia Básica**

{1} Introdução à Física Experimental na UFG, Instituto de Física da UFG.  
 {2} Taylor, J. R. Introdução à Análise de Erros: O estudo de incertezas em medições físicas. Porto Alegre: Bookman.  
 {3} Guia para a expressão de incerteza de medição – ISO GUM 2008 – ISBN 978-85-86920-13-4 – (2012; A4; 141 pág.).

#### **Disciplina Experimental Básica 2: Física Experimental II**

Elementos da teoria da probabilidade e estatística. Funções densidade de probabilidade. Estimativas de parâmetros. Ajuste por mínimos quadráticos. Covariância e correlação. Teste do qui-quadrado. Experimentos de oscilações, fluídos e termodinâmica.

##### **Bibliografia Básica**

{1} Introdução à Física Experimental na UFG, Instituto de Física da UFG.  
 {2} Taylor, J. R. Introdução à Análise de Erros: O estudo de incertezas em medições físicas. Porto Alegre: Bookman.  
 {3} Guia para a expressão de incerteza de medição – ISO GUM 2008 – ISBN 978-85-86920-13-4 – (2012; A4; 141 pág.).

#### **Disciplina Experimental Básica 3: Física Experimental III**

Instrumentos de medição elétrica. Gráficos, linearização e ajustes. Experimentos envolvendo fenômenos elétricos e magnéticos independentes do tempo.

##### **Bibliografia Básica**

{1} Introdução à Física Experimental na UFG, Instituto de Física da UFG.  
 {2} Taylor, J. R. Introdução à Análise de Erros: O estudo de incertezas em medições físicas. Porto Alegre: Bookman.  
 {3} Guia para a expressão de incerteza de medição – ISO GUM 2008 – ISBN 978-85-86920-13-4 – (2012; A4; 141 pág.).

#### **Disciplina Experimental Básica 4: Física Experimental IV**

Osciloscópio e gerador de sinais. Experimentos envolvendo fenômenos elétricos e magnéticos dependentes do tempo: corrente alternada e Óptica Física e Geométrica.

##### **Bibliografia Básica**

{1} Introdução à Física Experimental na UFG, Instituto de Física da UFG.  
 {2} Taylor, J. R. Introdução à Análise de Erros: O estudo de incertezas em medições físicas. Porto Alegre: Bookman.  
 {3} Guia para a expressão de incerteza de medição – ISO GUM 2008 – ISBN 978-85-86920-13-4 – (2012; A4; 141 pág.).

#### **Disciplina Avançada 1: Mecânica Clássica I**

Princípios gerais da mecânica newtoniana. Oscilações. Gravitação. Forças centrais. Sistemas de partículas. Referenciais não inerciais.

##### **Bibliografia Básica**

{1} Chow, T. L. Classical Mechanics. New York: Wiley.  
 {2} Taylor, J. R. Mecânica Clássica. Porto Alegre: Editora Bookman, 2013.  
 {3} Marion, J. B.; Thornton, S. T. Dinâmica Clássica de Partículas e Sistemas. São Paulo: Cengage Learning.

- {4} Symon, K. R. Mecânica. Rio de Janeiro: Campus.  
 {5} Morin, D. Introduction to Classical Mechanics. Editora Cambridge University Press. 2008.

### **Disciplina Avançada 2: Introdução à Física Quântica**

Radiação térmica e fótons. Modelos atômicos. Mecânica matricial e ondulatória. Aplicações da equação de Schrödinger. Átomos de um elétron. Momento magnético orbital e de spin. Estatísticas quânticas.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Eisberg, R.; Resnick, R. Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas. Rio de Janeiro: Campus.  
 {2} Caruso, F.; Oguri, V. Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos. Rio de Janeiro: Campus.  
 {3} Lopes, J. L. A Estrutura Quântica da Matéria: Do Átomo Pré-Socrático às Partículas Elementares. Rio de Janeiro: Editora UFRJ.

### **Disciplina Avançada 3: Evolução das Ideias da Física**

A Ciência e as teorias Físicas na antiguidade. A revolução científica nos séculos XVI e XVII. O nascimento de uma nova Física. A Física nos séculos XVIII e XIX. A consolidação da Física Clássica. A Física e as revoluções tecnológicas. As origens da Física Moderna. Estrutura atômica da matéria e suas bases Químicas. Natureza ondulatória da luz. Estrutura corpuscular da luz. Estrutura subatômica da matéria. Mecânica matricial e Mecânica ondulatória.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Einstein, A.; Infeld, L. A Evolução da Física. Rio de Janeiro: Zahar.  
 {2} Burtt, E. A. As Bases Metafísicas da Ciência Moderna. Brasília: UnB.  
 {3} Cohen, I. B. O Nascimento de Uma Nova Física. São Paulo: Edart.  
 {4} Koyré, A. Estudos de História do Pensamento Científico. Brasília: UnB.

### **Disciplina Avançada 4: Oscilações e Ondas**

Oscilações. Princípios de análise vetorial. Leis de Gauss, de Ampère, de Faraday e de Ampère/Maxwell. Equações de Maxwell. Ondas. Ondas Eletromagnéticas. Reflexão e transmissão entre dois meios. Espalhamentos Thomson e Rayleigh. Ondas Mecânicas.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Griffiths, D. J. Eletrodinâmica. São Paulo: Pearson Education do Brasil.  
 {2} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor, v. 2. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.  
 {3} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Eletromagnetismo, v. 3. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.  
 {4} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Ótica,

Relatividade, Física Quântica, v. 4. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

### **Apêndice 2: Disciplinas Obrigatórias das Unidades Parceiras**

#### **Disciplina do IME 1: Geometria Analítica**

Vetores no plano e no espaço: Produto escalar e vetorial. Retas: equações cartesianas e paramétricas. Planos. Cônicas. Superfícies Quádricas. Coordenadas polares.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Reis, G. L.; Silva, V. V. Geometria analítica. 2 ed. São Paulo: LTC, 1996.  
 {2} Lima, E. L. Coordenadas no plano. 4 ed. Coleção do Professor de Matemática. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2002.  
 {3} Lima, E. L. Coordenadas no espaço. 4 ed. Coleção do Professor de Matemática. Rio de Janeiro: SBM, 2007.  
 {4} Boulos, P.; Camargo, I. Introdução à geometria analítica no espaço. São Paulo: Makron Books, 1997.

#### **Disciplina do IME 2: Equações Diferenciais Ordinárias**

Equações diferenciais ordinárias de 1ª ordem lineares e não-lineares. Sistemas de equações diferenciais ordinárias. Equações diferenciais ordinárias de ordem superior. Aplicações.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Boyce, W. E.; DiPrima, R. C. Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno. Rio de Janeiro: LTC, 2007.  
 {2} De Figueiredo, D. G.; Neves, A. F. Equações Diferenciais Aplicadas. Coleção Matemática Universitária. São Paulo: Impa, 2001.  
 {3} Zill, D. G. Equações Diferenciais com Aplicações em Modelagem. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

#### **Disciplina do IME 3: Cálculo 1B**

Funções de uma variável real. Equações de curvas no plano. Noções sobre limite e continuidade. A derivada: conceito e interpretações. Regras de derivação. Derivada de ordem superior. Aplicações da derivada. Funções primitivas.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Leithold, L. O cálculo com geometria analítica. 3 ed. V. 1. São Paulo: Harbra, 1994.  
 {2} Flemming, D. M.; Gonçalves, M. B. Cálculo A: funções, limite, derivação e integração. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.  
 {3} Ávila, G. S. S. Cálculo das funções de uma variável. 7 ed. V. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2004.  
 {4} Stewart, J. Cálculo. 5. ed. V. 1. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

#### **Disciplina do IME 4: Cálculo 2B**

Integração de funções de uma variável. Técnicas de integração. Integrais impróprias. Aplicações. Funções

de várias variáveis. Noções sobre limite e continuidade. Derivadas parciais e direcionais. Máximos e mínimos. Integrais múltiplas. Aplicações.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Leithold, L. O cálculo com geometria analítica. 3 ed. V. 1 e 2. São Paulo: Harbra, 1994.
- {2} Ávila, G. S. S. Cálculo das funções de uma variável. 7 ed. V. 1, 2 e 3. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- {3} Stewart, J. Cálculo. 5. ed. V. 1 e 2. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

#### **Disciplina do IME 5: Cálculo 3B**

Integral de linha. Integral de superfície. Teoremas de Green, da divergência e teorema de Stokes. Série de Fourier. Convergência. Equações diferenciais ordinárias: Problema de valor inicial, equações lineares e sistemas. Soluções por séries.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Boyce, W. E.; DiPrima, R. C. Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- {2} Guidorizzi, H. L. Um Curso de Cálculo. 5 ed. V. 4. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- {3} Leighton, W. Equações Diferenciais Ordinárias. Rio de Janeiro: LTC, 1978.
- {4} Stewart, J. Cálculo. V. 2. São Paulo: Cengage Learning, 2006.
- {5} Ávila, G. S. S. Cálculo: Funções de Várias Variáveis, 7 ed. V. 3. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

### **Apêndice 3: Disciplinas da Ênfase em Física Clássica**

#### **Disciplina de ênfase 1: Termodinâmica**

Variáveis e equações de estado. Leis da termodinâmica. Entropia. Condições de equilíbrio e estabilidade. Potenciais termodinâmicos. Mudança de fase.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Callen, H. B. Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics. New York: Wiley.
- {2} Zemansky, M. W. Calor e Termodinâmica. Rio de Janeiro: Guanabara Dois.
- {3} Oliveira, M. J. Termodinâmica, São Paulo: Livraria da Física.

#### **Disciplina de ênfase 2: Física Matemática I**

Funções de uma variável complexa. Séries e transformadas de Fourier. Conceitos da teoria das distribuições. Análise vetorial. Equações diferenciais parciais.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Churchill, R. V. Variáveis Complexas e Suas Aplicações. McGraw-Hill, Brasil.
- {2} Butkov, E. Física Matemática. Rio de Janeiro: LTC.
- {3} Arfken, G.; Weber, H. J. Física Matemática: Métodos Matemáticos para Engenharia e Física. Rio de Janeiro: Elsevier-Campus.
- {4} Arfken, G.; Weber, H. J. Mathematical Methods for Physicists. Boston: Elsevier.

#### **Disciplina de ênfase 3: Eletromagnetismo I**

Eletrostática. Soluções de problemas eletrostáticos. Campo elétrico em meios materiais. Corrente elétrica. Magnetostática. Campo magnético em meios materiais.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Reitz, J. R.; Milford, F. J.; Christy, R. W. Fundamentos da Teoria Eletromagnética. Rio de Janeiro: Campus.
- {2} Griffiths, D. J. Introduction to Electrodynamics. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- {3} Sadiku, M. N. O. Elementos de Eletromagnetismo. Porto Alegre: Bookman.

#### **Disciplina de ênfase 4: Física Matemática II**

Equações diferenciais ordinárias de segunda ordem e funções especiais. Funções ortogonais e teoria de Sturm-Liouville. Espaços vetoriais de dimensão infinita. Funções de Green. Tensores. Transformações conformes.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Butkov, E. Física Matemática. Rio de Janeiro: LTC.
- {2} Arfken, G.; Weber, H. J. Física Matemática: Métodos Matemáticos para Engenharia e Física. Rio de Janeiro: Elsevier-Campus.
- {3} Arfken, G.; Weber, H. J. Mathematical Methods for Physicists. Boston: Elsevier.
- {4} Churchill, R. V. Variáveis Complexas e Suas Aplicações. McGraw-Hill, Brasil.

#### **Disciplina de ênfase 5: Mecânica Clássica II**

Formulação lagrangiana da mecânica. Pequenas oscilações. Cinemática e dinâmica de corpos rígidos. Formulação hamiltoniana da mecânica. Transformações canônicas. Teoria de Hamilton-Jacobi.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Chow, T. L. Classical Mechanics. New York: Wiley.
- {2} Goldstein, H. Classical Mechanics. San Francisco: Addison-Wesley.
- {3} Lemos, N. A. Mecânica Analítica. São Paulo: Livraria da Física.

### **Apêndice 4: Disciplinas da Ênfase em Química**

#### **Disciplina de ênfase 1: Química Fundamental**

A matéria e seus estados físicos. Átomos e elementos. Moléculas, íons e seus compostos. Relações de massa nas reações químicas. Reações em solução aquosa. Termoquímica e espontaneidade das reações. Propriedades das soluções. Equilíbrio químico.

#### **Bibliografia Básica**

- {1} Atkins, P.; Jones, L.; Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- {2} Brown, T. L.; Lemay, H. E.; Bursten, B. E. Química a Ciência Central. 9ª ed. Editora Pearson Prentice Hall, 2007.
- {3} Kotz, J. C.; Treichel JR., P. Química Geral e Reações Químicas. 6ª ed. vol. 1 e 2, Editora LTC, 2009.

### Disciplina de ênfase 2: Estrutura e Propriedades da Matéria

Modelos atômicos de Bohr e orbital. Periodicidade química: raio atômico, energia de ionização e afinidade eletrônica e suas consequências na reatividade química dos elementos. Tipos de ligações: iônica, covalente, metálica e de coordenação. Ligação covalente: modelo de Lewis e da repulsão dos pares de elétrons de valência, teoria de ligação de valência e introdução à teoria de orbitais moleculares (moléculas diatômicas homo- e heteronucleares). Eletronegatividade. Forças intermoleculares e propriedades físico-químicas. Sistemas iônicos e suas energias: solvatação e rede cristalina.

#### Bibliografia Básica

- {1} Atkins, P.; Jones, L.; Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente, 5ª ed., Bookman: Porto Alegre, 2012.
- {2} Kotz, J. C.; Treichel, P. M.; Weaver, G. C.; Química Geral e Reações Químicas, 6ª ed., vol. 1 e 2, Cengage Learning: São Paulo, 2009.
- {3} Mahan, B. H.; Myers, R. J.; Química: Um Curso Universitário, 4ª ed., Edgard Blucher: São Paulo, 1996.

### Disciplina de ênfase 3: Fundamentos de Química Experimental

Normas de segurança em laboratório e de elaboração de relatórios científicos. Materiais e equipamentos usados em laboratórios de química. Técnicas básicas de trabalho em laboratório: pesagem, dissolução, pipetagem, transferência de volumes, filtração, titulação, recristalização e outros. Estudo das propriedades físicas: ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade, miscibilidade, viscosidade e outros. Propriedades de substâncias iônicas e moleculares. Preparo de soluções, diluições, separação de mistura. Reações químicas e os princípios de reatividade. Equilíbrio químico. Cinética química. Termoquímica. Pilhas.

#### Bibliografia Básica

- {1} Atkins, P.; Jones, L. Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- {2} Brown, T. L.; Lemay, H. E.; Bursten, B. E. Química a Ciência Central. 9ª ed. Editora Pearson Prentice Hall, 2007.
- {3} Kotz, J.C.; Treichel JR., P. Química Geral e Reações Químicas. 6ª ed. vol. 1 e 2, Editora LTC, 2009.

### Disciplina de ênfase 4: Química dos Elementos

A origem dos elementos. Ocorrência, obtenção, estrutura, propriedades e aplicações de: gases nobres, hidrogênio, halogênios, oxigênio e ozônio, nitrogênio, enxofre, fósforo, carbono, semimetais (silício) e metais. Compostos hidrogenados, halogenados e óxidos: estrutura molecular e cristalina, obtenção e reatividade. Propriedade redox, diagrama de Latimer, de Frost e de Ellingham. Métodos de obtenção industriais dos principais insumos da indústria química.

### Bibliografia Básica

- {1} Greenwood, N. N.; Earnshaw, A. Chemistry of the Elements. 2nd ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 1997.
- {2} Shriver, D. F.; Atkins, P. W. Química Inorgânica. 4ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- {3} Cotton, F. A.; Wilkinson, G.; Murillo, C. A.; Bochmann, M. Advanced Inorganic Chemistry. 6 th ed. New York: Wiley-Interscience, 1999.

### Disciplina de ênfase 5: Química Inorgânica

Reações ácido-base de Brønsted e Lewis. Tendências periódicas da acidez de Brønsted e de Lewis. Elementos de simetria. Estrutura molecular em complexos: metais e ligantes, isomeria e quiralidade. Estrutura eletrônica em complexos e organometálicos: teoria do campo cristalino, teoria do campo ligante e regra dos 18 e 16 elétrons. Reações e mecanismos em complexos: equilíbrio de coordenação, reações de óxido-redução e reações de substituição.

#### Bibliografia Básica

- {1} Shriver, D. F.; Atkins, P. W. Química Inorgânica. 4ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- {2} Jones, C. J. A Química dos Elementos dos Blocos d e f. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- {3} Miessler, G. L.; Fischer, P. J.; Tarr, D. A. Inorganic Chemistry 5 th ed. New Jersey: Prentice Hall: 2013.

### Apêndice 5: Disciplinas da Ênfase em Matemática

#### Disciplina de ênfase 1: Geometria Plana

Axiomas de Incidência e Ordem. Axiomas sobre Medição de Segmentos e Ângulos. Congruência de Triângulos. Teorema do Ângulo Externo e Aplicações. Axioma das Paralelas. Semelhança de Triângulos. Círculo. Áreas de Figuras Planas. Resolução de problemas.

#### Bibliografia Básica

- {1} Barbosa, João Lucas Marques, Geometria Euclidiana Plana, vol. 1, Coleção do Professor de Matemática, SBM, 2001.
- {2} Dolce, Osvaldo; Pompeu, José Nicolau, Fundamentos da Matemática Elementar, vol. 9, Editora Atual, 8ª. Edição, 2005.
- {3} Lina, Elon L., Medida e Forma em Geometria, Coleção do Professor de Matemática SBM, 2008.
- {4} Lima, Elon L., Coordenadas no Plano, Coleção do Professor de Matemática, SBM, 1992.

#### Disciplina de ênfase 2: Geometria Espacial

Geometria espacial. Retas, planos, transformações no espaço. Poliedros. Fórmula de Euler. Áreas de Superfícies. Volume de sólidos. Princípio de Cavalieri. Resolução de problemas.

#### Bibliografia Básica

- {1} Carvalho, Paulo Cezar Pinto, Introdução à Geometria Espacial, Coleção do Professor de Matemática, SBM, 2005.

{2} Dolce, Osvaldo; Pompeu, José Nicolau, Fundamentos da Matemática Elementar, vol. 9, Editora Atual, 8ª. Edição, 2005.

{3} Lima, Elon L., Medida e Forma em Geometria, Coleção do Professor de Matemática SBM, 2008.

### **Disciplina de ênfase 3: Introdução à Teoria dos Números**

Indução Finita. Divisibilidade. Algoritmo de Euclides. MDC. Números Primos. MMC. Critérios de Divisibilidade. Congruência Linear. Os Teoremas de Euler, Fermat e Wilson. Teorema Chinês do Resto. Princípio da Casa dos Pombos. A função de Euler. A função de Möebius. Números Perfeitos. Recorrência e Números de Fibonacci. Resíduos quadráticos. Símbolo de Legendre e o Critério de Euler. Lei da Reciprocidade quadrática.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Santos, J. P. O. Introdução à Teoria dos Números, IMPA, 2003.

{2} Silva, Jhone Caldeira; Gomes, Olimpio Ribeiro. Estruturas Algébricas para Licenciatura: Elementos de Aritmética Superior, Vol. 2, Editora Blucher, 2018.

{3} Shokranian, S.; Soares, M.; Godinho, H. Teoria dos Números, UnB, 1994.

### **Disciplina de ênfase 4: Álgebra Linear I**

Sistemas lineares e Matrizes. Espaços Vetoriais. Transformações lineares. Autovalores e Autovetores. Espaços com produto interno. Aplicações.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Boldrini, J. L.; Costa, S. I. R.; Figueiredo, V. L.; Wetzler, H. G. Álgebra Linear, Harbra, 1986.

{2} Callioli, C.A. Álgebra Linear e Aplicações, ATUAL, 1983.

{3} Lipschutz, S. Álgebra Linear, Bookman McGraw-Hill, 1972.

### **Disciplina de ênfase 5: Matemática Financeira**

Juros simples e compostos. Taxas de Juros. Descontos. Amortização. Série de pagamentos uniformes. Inflação. Educação Financeira.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Assaf, A. N. Matemática Financeira e suas Aplicações. São Paulo: Atlas, 2012.

{2} Puccini, A. L. Matemática Financeira: Objetiva e Aplicada. Rio de Janeiro: LTC, 1986.

{3} Hazzan, S.; Pompeo, J. N. Matemática Financeira. 6 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

{4} Caderno de Educação Financeira – Gestão de Finanças Pessoais, Banco Central do Brasil, Brasília, 2013.

## **Apêndice 6: Disciplinas da Ênfase em Astronomia e Geociências**

### **Disciplina de ênfase 1: Astronomia**

Formação e características do Universo. O sistema solar. Os corpos celestes e sua influência em relação à Terra. Bases astronômicas para a Geologia (origem e

formação da Terra), a Climatologia (forma e movimentos da Terra e a sazonalidade climática) e a Cartografia (determinação de latitudes e longitudes; fusos horários). A disciplina no contexto profissional.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Chiquetto, Marcos. Breve história da medida do tempo. São Paulo.: Scipione, 1996.

{2} Faria, Romildo Pova. Fundamentos de astronomia. 3. ed. Campinas: Papirus, 1987.

{3} Labouriau, Maria L. S. História Ecológica da Terra (3ª reimpressão 2001). São Paulo: Ed. Blucher, 1994.

### **Disciplina de ênfase 2: Geologia I**

Terra: estrutura e composição interna, dinâmica interna (magma, vulcanismo, plutonismo, terremotos, epirogênese, orogênese). Tectônica de placas. Tempo geológico. Minerais e rochas.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Leinz, V.; Amaral, S. E. Geologia Geral. 8.ed. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1981.

{2} Popp, S. H. Geologia geral. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1987.

{3} Suguio, K. Rochas sedimentares. São Paulo: Edgard Blucher, 1994.

### **Disciplina de ênfase 3: Climatologia I**

Os fundamentos meteorológicos e o comportamento da atmosfera. Constituintes atmosféricos e adinâmica do ar. A atmosfera em movimento. Radiação, temperatura, umidade e pressão. Perturbações atmosféricas. Evaporação, evapotranspiração e balanço hídrico. A disciplina no contexto profissional.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Ayoade, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 2. ed. Rio de Janeiro, Bertrand do Brasil, 1988.

{2} Mendonça, F.; Danni-Oliveira, I. M. Climatologia noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos. 206 p. 2007.

{3} Monteiro, C. A. F.; Mendonça, F. Clima urbano. São Paulo: Contexto, 2003.

### **Disciplina de ênfase 4: Geomorfologia I**

Natureza, objeto, objetivos e especialidades da Geomorfologia. As grandes teorias geomorfológicas. Fatores de formação, processos endógenos e exógenos de elaboração e dinâmica do relevo. As grandes unidades estruturais e esculturais do relevo terrestre. Evolução dos tipos de relevos. A questão da escala nos estudos geomorfológicos. Os níveis metodológicos: compartimentação geomorfológica, estrutura superficial e fisiologia do relevo. Morfologia, morfografia e morfometria dos modelados de dissecação e de acumulação. A disciplina no contexto profissional.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Casseti, V. Geomorfologia. [S.I.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 05/07/2010.

{2} Christofolletti, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

{3} Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

#### **Disciplina de ênfase 5: Astrofísica**

As leis de Kepler. Newton e a lei da gravitação universal. Forças gravitacionais diferenciais. Determinação de distâncias. Estrelas binárias. Fotometria. Espectroscopia. Estrelas.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Oliveira Filho, K. S.; Oliveira Saraiva, M. F. Astronomia e Astrofísica. 2.ed. Porto Alegre: Editora Livraria da Física, 2004.

{2} Boczko, Roberto. Conceitos de Astronomia. São Paulo, Edgard Blücher, 1984.

{3} Caniato, Rodolpho. O céu. 2.ed., São Paulo, Ática, 1993.

#### **Apêndice 7: Disciplinas da Ênfase em Física**

##### **Disciplina de ênfase 1: Física I**

Unidades, grandezas físicas e vetores. Cinemática da partícula. Leis de Newton do movimento. Trabalho e energia cinética. Energia potencial e conservação da energia. Conservação do momento linear. Impulso e colisões. Cinemática da rotação. Dinâmica da rotação de corpos rígidos.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física I: Mecânica, v. 1. São Paulo: Addison Wesley.

{2} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Mecânica, v. 1. Rio de Janeiro: LTC.

{3} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Mecânica, v. 1. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

##### **Disciplina de ênfase 2: Física II**

Gravitação. Mecânica dos fluidos. Oscilações. Ondas mecânicas. Som. Temperatura e calor. Primeira lei da termodinâmica. Teoria cinética dos gases. Segunda lei da Termodinâmica.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física II: Termodinâmica e Ondas, v. 2. São Paulo: Addison Wesley.

{2} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica, v. 2. Rio de Janeiro: LTC.

{3} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor, v. 2. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

##### **Disciplina de ênfase 3: Física III**

Carga elétrica e Campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial elétrico. Capacitância e dielétricos. Corrente e circuitos elétricos. Campo magnético e força magnética. Fontes de campo magnético. Indução eletromagnética.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física III: Eletromagnetismo, v. 3. São Paulo: Addison Wesley.

{2} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Eletromagnetismo, v. 3. Rio de Janeiro: LTC.

{3} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Eletromagnetismo, v. 3. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

##### **Disciplina de ênfase 4: Física IV**

Corrente alternada. Ondas eletromagnéticas. Natureza e propagação da luz. Óptica geométrica. Instrumentos de óptica. Interferência. Difração. Fótons, elétrons e átomos.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física III: Eletromagnetismo, v. 3. São Paulo: Addison Wesley.

{2} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física IV: Óptica e Física Moderna, v. 4. São Paulo: Addison Wesley.

{3} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Eletromagnetismo, v. 3. Rio de Janeiro: LTC.

{4} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna, v. 4. Rio de Janeiro: LTC.

{5} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Eletromagnetismo, v. 3. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

{6} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade, Física Quântica, v. 4. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

##### **Disciplina de ênfase 5: Física V**

Relatividade. A natureza ondulatória das partículas. Mecânica quântica. Estrutura atômica. Moléculas e matéria condensada. Física nuclear. Física das partículas e cosmologia.

#### **Bibliografia Básica**

{1} Young, H. D.; Freedman, R. A. Física IV: Óptica e Física Moderna, v. 4. São Paulo: Addison Wesley.

{2} Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna, v. 4. Rio de Janeiro: LTC.

{3} Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade, Física Quântica, v. 4. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

#### **Referências**

- [1] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, *Base Nacional Comum Curricular para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental*. Brasília. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>, acessado em 01/12/2021.
- [2] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, *Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio*. Brasília. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>, acessado em 01/12/2021.
- [3] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, *Parecer CNE/CP Nº 11, de 2009, que versa sobre proposta de experiência curricular inovadora do Ensino Médio*. Brasília. Disponível

- em: <http://portal.mec.gov.br/cne/>, acessado em 01/12/2021.
- [4] UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, *Processo SEI N° 23070.024942/2019-73, Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física da UFG, para os alunos ingressos a partir de 2020*. Goiânia. Disponível em: <https://sei.ufg.br/>, acessado em 01/12/2021.
- [5] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, *Resolução CNE/CP N° 2, de 2019, que Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação)*. Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/>, acessado em 01/12/2021.
- [6] UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, *Resolução CEPEC N.º 1.557R, de 2017, Regulamento Geral dos Cursos de Graduação (RGCG) da UFG*. Goiânia. Disponível em: <https://www.ufg.br/n/63397-resolucoes>, acessado em 01/12/2021.
- [7] UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, *Resolução CEPEC N.º 1.541, de 2017, que estabelece a política para a formação de professores da educação básica da UFG*. Goiânia. Disponível em: <https://www.ufg.br/n/63397-resolucoes>, acessado em 01/12/2021.
- [8] UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, *Resolução CEPEC N.º 1.532, de 2017, Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Física da UFG, para os alunos ingressos a partir de 2013*. Goiânia. Disponível em: <https://www.ufg.br/n/63397-resolucoes>, acessado em 01/12/2021.
- [9] UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, *Resolução CEPEC N.º 1.523, de 2017, Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química da UFG, para os alunos ingressos a partir de 2014*. Goiânia. Disponível em: <https://www.ufg.br/n/63397-resolucoes>, acessado em 01/12/2021.
- [10] UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, *Processo SEI N° 23070.021743/2018-22, Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Matemática da UFG, para os alunos ingressos a partir de 2019*. Goiânia. Disponível em: <https://sei.ufg.br/>, acessado em 01/12/2021.
- [11] UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, *Resolução CEPEC N.º 1.520, de 2017, Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Geografia da UFG, para os alunos ingressos a partir de 2011*. Goiânia. Disponível em: <https://www.ufg.br/n/63397-resolucoes>, acessado em 01/12/2021.
- [12] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, *Parecer CNE/CES N° 1.304, de 2001, que estabelece as Diretrizes Nacionais Curriculares para os cursos de Física*. Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/>, acessado em 01/12/2021.