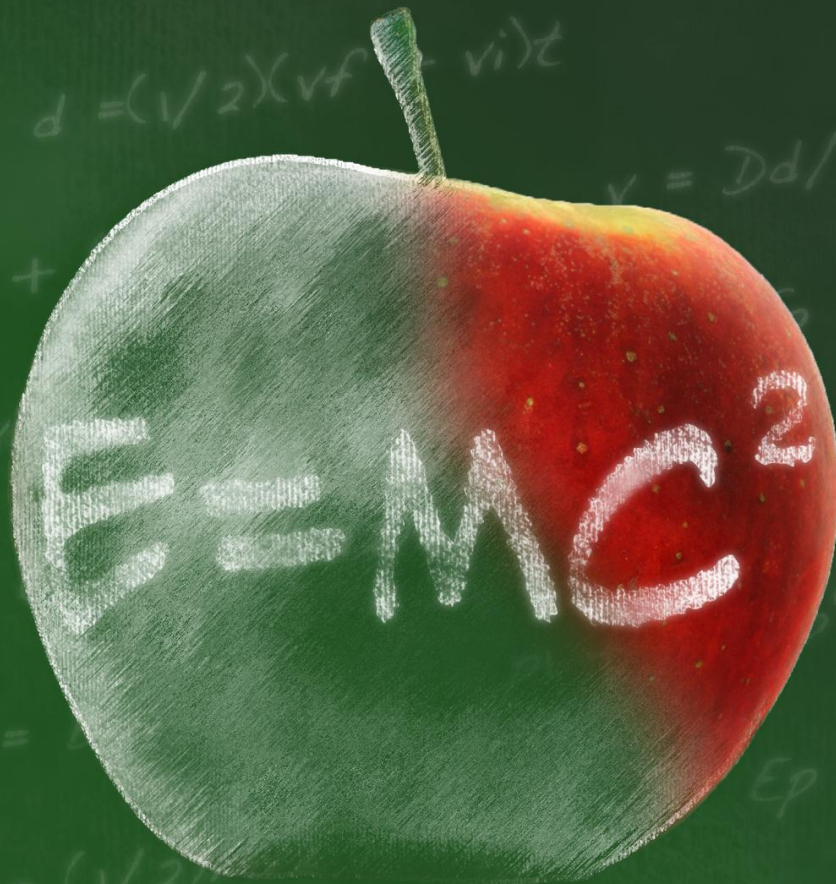


José Ricardo Campelo Arruda

Manual de Atividades de Estudos

Uma contextualização da Física



José Ricardo Campelo Arruda

Professor Adjunto do Instituto de Física da UERJ

Manual de Atividades de Estudos
Uma Contextualização da Física



Rio de Janeiro, 2014

Copyright@2014, José Ricardo Campelo Arruda

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida por qualquer meio, desde que citada a fonte.

Revisão Científica

Doutor Vitor Oguri

Professor Titular do Instituto de Física da UERJ

Revisão e Normalização

Teresa da Silva

Bibliotecária CTC/D-Rede Sirius de Bibliotecas UERJ

Capa: Alexandre Ferreira Guimarães

**CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/ REDE SIRIUS/ BIBLIOTECA CTC/D**

A779

Arruda, José Ricardo Campelo.

Manual de atividades de estudos: uma contextualização da física / José Ricardo Campelo Arruda. – Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Física, 2014.

1 recurso online (206 p.) : il., arquivo pdf.

ISBN: 978-85-89064-26-2

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física - Aprendizagem.
3. Ensino – Metodologia. I. Título.

CDU 53:37



**SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS**

**Presidente da Sociedade Brasileira de Física
Ricardo Magnus Osório Galvão**

**Coordenador Nacional da OBFEP
José David Mangueira Vianna**

**Coordenador Nacional da OBF
Euclides Marega Junior**

**Coordenador Estadual do Rio de Janeiro
José Ricardo Campelo Arruda**

**Secretária da OBF e OBFEP
Sueli Almeida Mori**

COORDENAÇÃO ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO

**Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Física Armando Dias Tavares
Rua São Francisco Xavier, 524 - Maracanã
Pavilhão João Lyra Filho - 3o andar
Bloco B - Sala 3027. CEP 20550-013- Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (21) 2334-0895 ou (21)2334-0580
Email: obfeprj@uerj.br; arruda@uerj.br
Portal: www.obfrj.uerj.br**

Dedico este livro ao Artur,
inspiração e motivação da família.

Não se pode ensinar alguma coisa a alguém,
pode-se apenas auxiliar a descobrir por si mesmo.

Galileu Galilei

A teoria sem experimentação é vazia, a
experimentação sem teoria é cega.

Albert Einstein

SUMÁRIO

Apresentação

Introdução	13
Capítulo 1 – Formação de Habilidades Cognitivas no Ensino de Física	17
Capítulo 2 – Aspectos Conceituais da Generalização Teórica	24
Capítulo 3 – Conteúdo do Ensino	30
Sistema de conhecimento da Física	31
Estruturação do conhecimento da Física	34
Etapas para determinar o sistema de conhecimentos	43
Sistema de habilidades	43
Capítulo 4 – Ações da Atividade de Estudo	45
Bases orientadoras para realizar uma Atividade de Estudo	47
Atividade de Estudo Tipo 1	47
Transformação	47
Modelação	48
Experimentação	48
Controle	49
Avaliação	49
Atividade de Estudo Tipo 2	49
Atividade de Estudo Tipo 3	50
Atividade de Estudo Tipo 4	50
Tarefas de Estudo	51
Capítulo 5 – Metodologia de Ensino	52
Etapas	53
Motivação	53
Base orientadora da atividade de estudo	53
Transformação teórica do objeto de estudo	53
Modelo do objeto de estudo	54
Transformação do modelo	54
Controle	55
Avaliação	55
Elaboração de um sistema de tarefas	55
Planejamento docente	56
Plano de aula	56
Elaboração do Plano de Aula	57
Conclusões	59
Referências Bibliográficas	61
Apêndice 1 - Metodologia de Ensino	64

Apêndice 2 - Modos de Estruturar a Disciplina	65
Apêndice 3 - Estruturas Funcionais do Conteúdo da Física	76
Apêndice 4 - Atividades de Estudos	123
Apêndice 5 - Situações Lógicas	166
Apêndice 6 - Guia Didático	183

Apresentação

É notável a contribuição da Física, ao longo dos séculos, para o entendimento da natureza, bem como no sentido de proporcionar o conhecimento científico necessário para o avanço de outras ciências.

Neste sentido, este livro tem como objetivo auxiliar os estudantes e professores a aumentarem a experiência e a habilidade de compreender a Física como uma ciência, cujo conhecimento é indispensável para formar no indivíduo significados necessários, para torná-los reflexivos a respeito do papel e da importância desta ciência no entendimento dos fatos e dos fenômenos da natureza e de sua relevância para o desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade.

Como uma de suas principais contribuições, para estudantes e professores, este livro apresenta um método de ensino que difere, substancialmente, em relação ao método adotado pelas escolas brasileiras, o qual consiste no método ilustração-explanação ou método receptivo-reprodutivo.

No método apresentado nesta obra, o desenvolvimento cognitivo deve ser adquirido por meio da realização das atividades de estudo que apresentam as manifestações e as relações fundamentais dos fenômenos através da experimentação, possibilitando a aquisição de conhecimentos e habilidades sobre o objeto de estudo, e obtenção de competências do desenvolvimento do fenômeno. Pretende-se que tal ensino interativo, desenvolvido por meio das atividades de estudo, proporcione aos professores e aos estudantes a possibilidade de desenvolverem um ensino que promova a integração entre os conteúdos científicos e o desenvolvimento dos processos de pensamento do estudante.

Assim, aprendizagem é uma mudança do sujeito, produto de uma experiência prévia, ou seja, a aprendizagem depende do desenvolvimento prévio e anterior, como também do desenvolvimento potencial do sujeito. Este processo de transformação autogerido depende das atividades que o sujeito é capaz de realizar autônoma e independentemente, bem como das atividades que ele pode aprender com o auxílio e a intervenção intencional dos outros, por meio de uma interação e de uma mediação.

Desta forma, o ponto central do processo de ensino-aprendizagem da Física consiste em estudar a possibilidade de assegurar as condições necessárias, os meios para que o sujeito se eleve mediante a colaboração, a atividade conjunta, a um nível superior do pensamento, partindo do que ele não pode fazer sem ajuda de experientes e chegar a alcançar o domínio independente de suas funções.

Este processo tem como objetivo despertar no estudante o interesse pela produção de conhecimento, pela aquisição de habilidades e de hábitos. Este interesse requer, por parte do estudante, participação, motivação e uma postura investigadora. Entende-se como participação a capacidade do estudante perceber-se como sujeito ativo, crítico e criativo que busca interagir com o processo ensino-aprendizagem. A motivação é a capacidade de incentivar o estudante a interagir com o processo, ativamente, buscando na própria dinâmica a efetividade qualitativa do ensino.

Neste contexto, o processo de ensino-aprendizagem da Física tem que desenvolver-se dentro de uma visão sistêmica, onde seus elementos interagem em busca de novas qualidades, que em síntese, se constitui na efetividade do processo de ensino, tendo como foco o sujeito-estudante interagindo com o seu objeto de estudo.

O processo de ensino da Física estabelece relações com a natureza, com a sociedade,

e entre seus atores e se realiza dentro da sala de aula, dirigido e mediado por um professor. Este processo de apropriação da cultura científica transcorre através da atividade como processo que media a relação entre o homem e sua realidade objetiva. Através dela o homem modifica a realidade e se forma e se transforma a si mesmo.

Em síntese, a função social do ensino da Física é a aquisição, pelo indivíduo, do conhecimento científico da ciência Física e da experiência acumulada de gerações precedentes; porém, esta aquisição, se ajusta a requerimentos de caráter didático-pedagógico.

Deste ponto de vista, a cultura científica é antes de tudo, um conjunto de processos da atividade experimental e teórica elaborados pela humanidade, que pode ser assimilado pela personalidade, pelo homem, elaborando assim seu conhecimento, adquirindo habilidades e competências de modo a converter-se em seu patrimônio.

Desta forma, para este entendimento, apresenta-se inicialmente a Introdução, a qual trata de uma análise diagnóstica do ensino de Física, aborda os aspectos do conteúdo do ensino, bem como trata das exigências para que tal ensino seja compatível com os avanços técnico-científicos contemporâneos.

O Capítulo 1 aborda os fundamentos teóricos sobre os conceitos de habilidade e faz um breve estudo sobre as habilidades fundamentais para o entendimento e a aplicação do conhecimento físico, necessárias para a formação cognitiva dos estudantes. Desenvolve as etapas para dedução de um conceito e explicita como formar aspectos cognitivos nos estudantes em correspondência a uma determinada área de conhecimento.

O Capítulo 2 trata os aspectos conceituais da teoria da generalização, aborda as formas empírica e teórica do conhecimento e o processo de generalização de conceitos. Explicita a interdisciplinaridade no ensino para compreender as complexas transformações do mundo contemporâneo. Define os conceitos essenciais como os elos necessários para explicar os fatos, os fenômenos e o caráter sistêmico destas transformações.

O Capítulo 3 apresenta a orientação para desenhar conteúdos do conhecimento da física: sistema de conhecimentos e sistema de habilidades, ou seja, a estruturação do conhecimento da física, as etapas para determinar o sistema de conhecimentos, a estruturação do sistema de habilidades, além das etapas para determinar as habilidades.

O Capítulo 4 desenvolve o conceito de atividade de estudo, necessário à formulação da metodologia a ser utilizada durante a instrumentalização das atividades de estudo. Trata as ações de uma atividade de estudo, sendo a primeira ação de estudo a transformação ou interpretação do objeto ou do fenômeno de estudo; segue-se a elaboração do modelo ou das relações, o qual reúne as grandezas envolvidas na descrição do objeto de estudo. A modelagem é abordada para esclarecer a forma de compreensão, representação e mediação entre o objeto físico e o sujeito que aprende, enquanto o modelo é considerado elemento fundamental no entendimento do conceito físico; a terceira ação de estudo é a transformação do modelo ou da relação com os dados da tarefa, o que implica a experimentação ou simulação do modelo. A quarta ação de estudo é o controle sobre o entendimento das ações anteriores e a quinta ação de estudo é a avaliação, que avalia se o procedimento geral da atividade foi assimilado. Apresenta um conjunto de bases orientadoras para realização de atividades de estudo.

O Capítulo 5 trata da metodologia de ensino com suas etapas, que permeiam o processo de assimilação do conteúdo a aprender. São descritas as etapas desta metodologia em correspondência com a atividade de estudo: motivação, base orientadora da atividade de estudo, transformação teórica do objeto de estudo ou interpretação do objeto ou fenômeno

físico envolvido na atividade de estudo, modelo do objeto de estudo, transformação do modelo do objeto de estudo, controle sobre o cumprimento das ações anteriores e avaliação da atividade de estudo.

A aplicação das etapas metodológicas apresentadas, enquanto construção professor - estudante e estudante-estudante deve estimular o desenvolvimento cognitivo do estudante a orientar-se na busca da solução das tarefas de forma independente, ou seja, o estudante deve ser aprendiz da sua aprendizagem. Como atividades necessárias para orientação da prática pedagógica, trata-se o planejamento docente, bem como o plano de aula, o qual constitui a base orientadora da prática docente.

Após esta descrição, chega-se às conclusões onde são apresentadas as contribuições do aporte teórico do modelo apresentado, e as orientações necessárias para sua aplicabilidade no ensino da física. Por fim, a bibliografia que fundamenta cientificamente o conteúdo deste livro.

Para esclarecer e complementar o conteúdo tratado nos Capítulos, conta-se com os Apêndices 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

O Apêndice 1 apresenta o esquema lógico da metodologia de ensino explicitando os momentos da participação do professor e do estudante no processo de assimilação; desta forma, fica claro para professor e estudante as ações e as responsabilidades de cada um nas etapas de execução do desenvolvimento de uma aula. Espera-se que esta orientação metodológica do processo de ensino-aprendizagem consolide uma nova forma de ensino e proporcione uma efetiva qualidade da aprendizagem.

O Apêndice 2 apresenta o modo de estruturar as disciplinas nas formas tradicional, estrutural-funcional e genética, caracterizando a evolução destes modos de construir os conteúdos das disciplinas. A estruturação funcional e genética esta compatível com o desenvolvimento do pensamento científico contemporâneo que possibilitam a compreensão da essência e das particularidades do objeto de estudo e da lógica do seu desenvolvimento, importante para a compreensão sistêmica do objeto de estudo e do desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Esta forma de estruturar as disciplinas garante uma estabilidade dos desenhos curriculares e uma abrangência na sua aplicação, pois incorpora aspectos epistemológicos, lógicos, psicológicos e didáticos que ao lado das ações de estudo, contribuem para integrar os conteúdos com os processos de pensamento do estudante.

O Apêndice 3 desenvolve a estruturação do conhecimento da Física através dos esquemas lógicos estrutural-funcionais do conteúdo a serem apropriados pelos estudantes. Esses nexos lógicos seguem uma regularidade em que o conteúdo a ser assimilado é elaborado a partir do elemento essencial, ou seja, a partir de conceitos mais gerais – invariantes e utilizando o método dedutivo obtêm-se os conceitos mais particulares – variantes. A utilização dos esquemas lógicos estrutural-funcionais como ferramenta didática no ensino de física está relacionada com a formação do pensamento teórico.

O Apêndice 4 apresenta um conjunto de atividades com suas respectivas ações de estudo como modelo para desenvolvimento e aplicação de outras atividades de estudo. Para realização destas atividades o professor abordará o conhecimento físico necessário para dar embasamento científico ao estudante no desenvolvimento das ações de estudo, orientará os estudantes a realizarem de forma independente estas atividades e, quando necessário, utilizará instrumentos para a realização das tarefas de estudo. Pretende-se que o estudante assimile o conhecimento e desenvolva habilidades e competências a respeito dos conceitos, leis e teorias da Física com base no quadro físico do mundo. A aplicação das atividades de estudo deve estimular o estudante a orientar-se na busca da solução das tarefas de forma

independente e criativa, ou seja, o estudante deve ser capaz de aprender instrumentalizando os objetos da sua atividade de estudo.

O Apêndice 5 apresenta um conjunto de situações lógicas que contribuem para o desenvolvimento do pensamento lógico dos estudantes, com a intenção de formar a capacidade de generalização e de assimilação dos conhecimentos adquiridos, sendo uma referência para a construção de outras situações lógicas. Este conjunto de situações pode ser aplicado durante o curso de uma disciplina de Física, para saber o grau alcançado pelos estudantes à medida que o curso se realiza, em relação ao desenvolvimento de habilidades lógicas do pensamento e em relação ao objeto de estudo.

Por fim, o Apêndice 6 apresenta o guia didático com o objetivo de orientar os professores no planejamento da aplicação do conteúdo essencial necessário para desenvolver habilidades e competências pelos estudantes, quando da realização das atividades de estudo propostas. Este conteúdo estrutura-se a partir dos invariantes do conhecimento físico, importante para desenvolver no estudante o pensamento sistêmico, bem como formar uma cultura científica capaz de orientar-se na sua vida produtiva e em outras fases da sua formação intelectual. É importante ressaltar que o conjunto de atividades de estudo apresentadas deve ser completado com tarefas de estudo/situação-problema que cada professor desenvolverá, para consolidar e avaliar o grau do desenvolvimento de habilidades e competências, pelo estudante.

Em resumo, as ideias que orientam a elaboração deste livro têm como objetivo fornecer uma ferramenta que auxilie os professores em sua prática docente, articulando os conteúdos das disciplinas com os interesses práticos dos estudantes, na busca de um ensino comprometido com a qualidade. Ressalta-se que esta nova forma de pensar o ensino da física propicia a professores e estudantes uma abordagem metodológica integral do ensino, facilitando a aprendizagem do estudante que, em síntese, é o sujeito da ação e da transformação. O domínio pelo estudante dos conceitos físicos assimilados serve de base para novas construções, indagações e aplicações de forma inteligente.

J. R. C. Arruda

Introdução

A realização de um ensino de qualidade para a sociedade contemporânea exige novas práticas socioeducativas, cujas exigências são cada vez mais diferenciadas das orientações do pensamento pedagógico tradicional – cujo ensino orienta-se para a aquisição de um saber desvinculado da realidade social e cujos métodos de ensino são dirigidos à explicação verbal do conteúdo do ensino.

Em relação ao ensino de Física nas escolas brasileiras, o mesmo tem sido alvo de críticas pelas instâncias superiores, como, por exemplo, nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN:

“O ensino de Física tem-se realizado, frequentemente, mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazio de significado.” (BRASIL, Ministério da Educação, 1999, p. 32).

De acordo com Libâneo (2004, p.6), “estudos recentes sobre os processos do pensar e do aprender, para além da acentuação do papel ativo dos sujeitos na aprendizagem, insistem na necessidade dos sujeitos desenvolverem competências e habilidades cognitivas”. Para Castells (apud Hargreaves, 2001, p. 16) apud (Libâneo 2004, p. 6) a tarefa das escolas e dos processos educativos é desenvolver em quem está aprendendo a capacidade de aprender, em razão de exigências postas pelo volume crescente de dados acessíveis na sociedade e nas redes informacionais, da necessidade de lidar com um mundo diferente e, também, de educar a juventude em valores e ajudá-la a construir personalidades flexíveis e eticamente ancoradas. Também, Morin (2000) apud (Libâneo, 2004, p. 6) expressa com muita convicção “a exigência de se desenvolver uma inteligência geral que saiba discernir o contexto, o global, o multidimensional, a interação complexa dos elementos”.

Para entender o problema do ensino de Física, é necessário buscar a causa e o efeito da situação-problema no processo de ensino-aprendizagem desta ciência. A problemática deste processo inter-relaciona os aspectos: epistemológico, psicológico e didático.

A análise do aspecto epistemológico revela que a aprendizagem do estudante se produz em dois níveis diferentes, inter-relacionados entre si, ou seja, no nível empírico e no nível teórico. No nível empírico o conhecimento é fundamentalmente sensorial – o racional se dá em relação estreita com o sensorial, significando relação e contato direto com o mundo objetivo. O conhecimento “ocorre” diretamente por intermédio das sensações na aparência externa dos objetos, ou seja, através da memorização.

No nível teórico o conhecimento é obtido por meio do pensamento, que adquire independência e permite aprofundar a realidade a níveis essenciais, normalmente mascarados pela aparência dos objetos ou dos fenômenos estudados. O conhecimento produzido se incorpora à prática social. A sequência para obtenção deste conhecimento se estrutura a partir da reflexão, da análise e do planejamento de ações. A tarefa da escola deve ser ensinar conceitos científicos às crianças, de uma forma teórica, pela aplicação de um procedimento epistemológico teórico. Os conceitos cotidianos são, desse modo, ampliados para incluir conceitos científicos teóricos.

Para exemplificar estas formas de conhecimentos, suponha-se que um estudante sabe, por suas percepções cotidianas, que quando viaja em um automóvel e este se acelera,

seu corpo sente um impulso, um empuxo para trás e, quando se freia, um empuxo para a frente. Dessa maneira, o estudante tem a noção de algo que ocorre quando se viaja em um veículo e lhe dizem que isto se chama inércia.

Entretanto, esta noção requer aprofundamento e generalização para dar um salto em direção ao pensamento teórico. Isto se consegue quando na escola, durante o processo de aprendizagem da Física, se explica ao estudante que a mesma ação que ele sente sobre o seu corpo, é sentida por qualquer outro corpo que varia sua velocidade de movimento; que, por sua vez, é uma resistência natural dos corpos à variação do seu estado de movimento. Ou seja, desta forma, o estudante compreende que a inércia é a tendência que todo corpo tem de continuar em repouso, se já estiver em repouso; e continuar em movimento retilíneo uniforme, se já estiver se movendo.

É importante ressaltar que pensar teoricamente significa pensar integralmente, sistemicamente, o conhecimento, a partir das propriedades essenciais; tal forma de pensar está compatível com o pensamento contemporâneo, necessário para o indivíduo compreender com maior nitidez as transformações científicas, sociais, culturais, ambientais e econômicas, sendo assim capaz de posicionar-se em correspondência a estas transformações e aprofundar seu conhecimento sobre a origem e desenvolvimento dos objetos que compõem estas transformações.

O aspecto psicológico revela que na aprendizagem, baseando-se no materialismo dialético e histórico e na lógica dialética como método de obter conhecimento que se refere ao desenvolvimento da atividade mental - o conhecimento acumulado pela humanidade é o resultado de sua prática histórico-social e é transmitido ao estudante através da atividade, com aquelas coisas que são objetos de sua aprendizagem. Assim, o processo de ensino-aprendizagem deve ser planejado e organizado para que o estudante possa executar as ações de estudo e alcançar seu desenvolvimento intelectual, avançando na zona de desenvolvimento proximal que, potencialmente, é aberta pela atividade de estudo.

O aspecto pedagógico se refere à direção do processo de assimilação da cultura social pelo homem individualizado, que exige a elaboração de uma prática pedagógica com fundamentação científica.

O modelo a ser instrumentalizado consiste em aplicar métodos que possam pôr em correspondência o conhecimento científico, descoberto pela epistemologia dessa ciência, e sua atividade de ensino. Desta forma, é utilizado o método estrutural-funcional e a atividade de estudo como metodologia fundamental de ensino, que integram os aspectos epistemológico, psicológico e pedagógico, que tornam realidade a interpretação da própria natureza da assimilação da cultura social pelo homem individualizado.

Assim, a concepção de um ensino de física de qualidade fundamenta-se na integração destes aspectos e nos seguintes pressupostos teórico-metodológicos:

- Considerar a estrutura cognitiva dos estudantes como ponto de partida da assimilação do conhecimento científico;
- Realizar a atividade de ensino da Física baseando-se no método crítico e reflexivo e conduzir os estudantes a uma atividade típica de pesquisa científica;
- Realizar a atividade de ensino da Física como trabalho coletivo e dirigido aos estudantes;
- Garantir aos estudantes a condição de sujeitos ativos do processo de sua aprendizagem, dando significação à sua participação nesse processo e motivando-os;
- Executar esse processo considerando o grupo de atividades que o estudante (mediado) é capaz de realizar com a ajuda, a colaboração e a orientação do professor (mediador).

Como princípios fundamentais do ensino de Física, destacam-se:

- Realizar o ensino da Física de forma crítica e reflexiva, utilizando-se a atividade de estudo como algo coletivo e orientado para a formação do pensamento teórico dos estudantes;
- Organizar o conhecimento na concepção sistêmica estrutural-funcional de organização dos conteúdos das disciplinas da Física;
- Utilizar o enfoque fenomenológico dos conceitos físicos, ou seja, as relações recíprocas existentes entre os elementos de um conceito dessa natureza são: o modelo físico, o plano fenomenológico da descrição da realidade e o aparato formal da teoria - formalismo matemático.

Nesta perspectiva, a escola cumpre a sua função social de proporcionar um ensino de qualidade e de formar nos estudantes a capacidade de assimilar, de modo independente e criativo, novos conhecimentos científicos, sendo que tal capacidade supõe a existência de um pensamento científico altamente desenvolvido; este caráter sistêmico de pensar a física assegura à criança e ao jovem a criatividade social, a independência e a disposição para realizar o que é valioso socialmente, proporcionando oportunidades de análise e de soluções em contextos internos (locais) e externos (globais), bem como em participar solidariamente, em ambiente de socialização, para o desenvolvimento humano sustentável que resulte na equidade socioeconômica e de proteção da natureza.

Este pensamento contemporâneo considera que a ação de assimilação e de transformação do objeto mental constitui o ato de sua compreensão e explicação, ou seja, o descobrimento de sua essência e da lógica de seu desenvolvimento. A escola e a sociedade como um todo precisam ter uma nova reorientação para que possam de fato contribuir para o desenvolvimento integral da personalidade do indivíduo em crescimento.

O ensino é, por conseguinte, o aspecto internamente necessário e universal no processo de desenvolvimento, na criança, não das peculiaridades naturais, mas sim, históricas, do homem. O ensino desenvolvidor pode ser sintetizado nos seguintes pontos (DAVIDOV apud LIBÂNEO, 2004):

- a) A educação e o ensino são fatores determinantes do desenvolvimento mental, inclusive por poder ir adiante do desenvolvimento real da criança;
- b) Devem-se levar em consideração as origens sociais do processo de desenvolvimento, ou seja, o desenvolvimento individual depende do desenvolvimento do coletivo. A atividade cognitiva é inseparável do meio cultural, tendo lugar em um sistema interpessoal, de forma que, através das interações com esse meio, os estudantes aprendem os instrumentos cognitivos e comunicativos de sua cultura. Isto caracteriza o processo de internalização das funções mentais;
- c) A educação é componente da atividade humana orientada para o desenvolvimento do pensamento através da atividade de aprendizagem dos estudantes (formação de conceitos teóricos, generalizações, análise, síntese, raciocínio teórico, pensamento lógico), desde a escola elementar;
- d) A referência básica do processo de ensino são os objetos científicos (os conteúdos), que precisam ser apropriados pelos estudantes mediante a descoberta de um princípio interno do objeto e, daí, reconstruído sob a forma de conceito teórico na atividade conjunta entre professor e estudante. A interação sujeito-objeto implica o uso de mediações simbólicas (sistemas, esquemas, mapas, modelos, isto é, sinais, em sentido amplo) encontradas na cultura e na ciência. A reelaboração destes objetos de estudo constitui o processo de internalização, a partir do qual se reestrutura o próprio modo de pensar dos estudantes, assegurando, com isso, seu desenvolvimento.

Neste contexto, o professor necessita como ponto de partida, identificar no processo ensino-aprendizagem as capacidades reais dos estudantes e seu nível de desenvolvimento potencial. Esta identificação propicia alternativas metodológicas que permitam desenvolver atividades de estudo, de modo que tais atividades promovam a integração dos conteúdos científicos aos processos de pensamento do estudante e os motive para participarem ativamente do processo ensino-aprendizagem. Ao professor compete o domínio do conteúdo de ensino e das habilidades técnicas necessárias à atividade de ensinar, bem como o domínio dos instrumentos e meios de ensino.

Capítulo 1

Formação de Habilidades Cognitivas no Ensino de Física

Um dos objetivos do ensino é desenvolver habilidades e competências nos estudantes, bem como a capacidade de pensar e aprender a manusear os objetos da cultura, da arte, da ciência e da tecnologia.

“As habilidades são os conteúdos das ações dominadas pelo homem, estruturadas em operações ordenadas e orientadas à consecução de um objetivo, que permitem a este interagir com objetos determinados da realidade e com outros sujeitos, constituindo o produto da aprendizagem com características específicas e uma maneira de regular a atividade do sujeito” (LEONTIEV apud ARRUDA, 2010 p. 202).

O processo ensino-aprendizagem responde às exigências e necessidades do desenvolvimento da sociedade em cada período histórico. Desta forma, o processo tem como objetivo desenvolver integralmente o sujeito no aspecto da formação da sua atividade cognitiva, dos conhecimentos e das habilidades, bem como, no aspecto de sua personalidade.

O desenvolvimento do homem não pode ser concebido como meta ou fim, como um nível estático ou preestabelecido que todo indivíduo deve alcançar para se converter em sujeito de sua atuação. O homem é o agente ativo do processo de criação e de transformação do meio em que vive e tem seu desenvolvimento mediado por esse meio. Nesse processo, intervêm múltiplos fatores e influências definidos a partir das seguintes categorias: 1) biológica: em que o sujeito se revela como um ser natural, corpóreo; 2) psicológica: na qual o homem se manifesta como sujeito de uma realidade dinâmica; e 3) social, na qual o sujeito aparece como realizador de relações sociais objetivas, de um processo histórico-social. (LEONTIEV, 1983 p. 189)

Dessa forma, pode-se afirmar que a assimilação do conhecimento – a aquisição de habilidades, hábitos e valores – é um processo intelectual mediado por condicionantes externos e internos e é derivado da interação do indivíduo com o seu meio sociocultural – além, é claro da interferência dos elementos históricos.

Assim, a assimilação do conhecimento e a aquisição de habilidades não podem ser analisados separadamente; o conteúdo objeto da ação do sujeito tem que conter os conhecimentos e as habilidades a serem adquiridas, como parte integrante do processo de assimilação. Ou seja, os conhecimentos não podem nem assimilar-se, nem conservar-se, fora das ações do sujeito.

Sendo assim, o caráter formativo do estudante no processo ensino-aprendizagem, está integrado por três aspectos:

- a) Os conhecimentos já adquiridos pela sociedade sobre a natureza, a sociedade, o pensamento, a técnica, a ciência e os métodos da atividade;
- b) As habilidades como sendo a capacidade, adquirida pelo homem, de utilizar de forma criadora seus conhecimentos, tanto durante o processo de atividade teórica como prática; e

c) Os hábitos como uma ação, cujos componentes se automatizam como resultado da exercitação.

Assim, no ensino da Física, para elaborar uma experiência, é necessário definir os objetivos, para o cumprimento dos procedimentos necessários à comprovação de um determinado fenômeno ou conceito físico. Esta experiência requer um conjunto de ações com objetivos e operações, que serão realizadas pelo estudante. A montagem da experiência exige do estudante habilidades necessárias à realização do experimento, tais como: a montagem dos equipamentos, a execução dos procedimentos experimentais, a extração de informações e a compreensão do fenômeno físico, além da ação verbal escrita para comunicar a solução encontrada, por meio de um relatório, com o tratamento dos dados experimentais, gráficos, tabelas e conclusões.

Desta forma, a habilidade é um sistema de ações e operações adquiridas pelo estudante quando da incorporação de um sistema de conhecimentos objeto do conteúdo de uma disciplina, que em síntese, são as habilidades e hábitos desenvolvidos pelo estudante como resultado do sistema de conhecimentos por este assimilado, ou seja, uma disciplina tem que ter seus conteúdos vinculados com as habilidades específicas.

Assim, em sua atividade pedagógica diária, todo professor tem que proporcionar aos estudantes os conteúdos necessários para que estes assimilem os conhecimentos e desenvolvam habilidades e competências vinculadas a estes conteúdos. As habilidades adquiridas pelos estudantes podem ser agrupadas em diferentes categorias: habilidades práticas, habilidades próprias do pensar e do aprender, habilidades de organização e habilidades de comunicação, entre outras.

As habilidades práticas, concretas, associadas ao objeto ou fenômeno que se estuda são dirigidas a caracterizar o objeto, precisar as condições relativas ao que aparece ou ocorre, estabelecer seu mecanismo, repeti-lo, reproduzi-lo, defini-lo, etc. São habilidades que se desenvolve em contato direto com o objeto ou fenômeno, com sua percepção direta ou sua manipulação.

Para concretizar a aquisição destas habilidades são necessários os seguintes elementos: o sujeito – que realiza a ação, o objeto – que recebe a ação do sujeito, o objetivo – aspiração consciente do sujeito e o sistema de operações – estrutura técnica da habilidade.

Por exemplo, as habilidades fundamentais que se podem vincular com os componentes do sistema de conhecimentos da física são: o fenômeno, o conceito, a lei e o experimento. Tais habilidades relativas a estes elementos podem ser:

- Do fenômeno - caracterizar os aspectos fundamentais que se observam, precisar as condições em que ocorre, estabelecer sua essência e o mecanismo de seu desenvolvimento e utilizar em exemplos práticos;
- Do conceito - demonstrar, definir, interpretar, comparar, classificar, medir (em relação a um padrão);
- Da lei - precisar, explicar fenômenos ou experimentos que caracterizam a lei, estabelecer e interpretar as relações qualitativas entre as características que intervêm, estabelecer e interpretar as relações quantitativas (grandezas) que intervêm na lei, analisar os limites de aplicação da lei, aplicar a lei em fenômenos conhecidos ou novos;
- Do experimento - desenhar, projetar, montar o esquema experimental, observar, utilizar os instrumentos de medição e medir, representar os resultados, desenvolver os cálculos, valorar os erros de medição e interpretar os resultados.

As habilidades lógicas necessárias para concretizar as anteriores são as que permitem ao homem assimilar, compreender e construir o conhecimento. Guardam uma

estreita relação com os processos fundamentais do pensamento, tais como: conceituação, generalização, abstração, classificação, comparação, definição, análise, síntese, dedução e indução; são habilidades que têm a ver com o pensamento e que são fundamentais para o processo de aprendizagem. Tais habilidades são desenvolvidas por meio das habilidades específicas, estão na base do desenvolvimento do restante das demais habilidades e, em geral, de toda atividade cognitiva do homem.

A habilidade específica constitui o tipo de habilidade que o sujeito desenvolve em sua interação com um objeto de estudo ou de trabalho concreto que, uma vez suficientemente sistematizada e generalizada, se concretiza em métodos próprios dos diferentes objetos da cultura que se configuram como conteúdo.

As habilidades mais gerais no processo ensino-aprendizagem estão associadas, entre outras, à atenção, à assimilação do conhecimento, à organização de anotações, à capacidade de efetuar resumos de um tema, à busca de informações de pesquisa, à defesa de critérios e ideias.

Estas habilidades são formadas mediante o estabelecimento de uma base orientadora da ação, um método de aprendizagem que o estudante desenvolve com a orientação do professor para adquirir determinada habilidade. Estas bases orientadoras são classificadas em:

- Primeiro tipo, quando se procede por ensaios e erros. Esta base orientadora é a menos elaborada e responde a uma etapa inicial do processo de aprendizagem;
- Segundo tipo, é a base orientadora da ação que constitui um guia para resolver um tipo concreto de problema. Oferece um esquema pré-elaborado de orientações e o estudante atua como simples executor, sem realizar uma atividade produtiva e criativa;
- Terceiro tipo, é uma base orientadora que desenvolve um método generalizador da essência de todo um conjunto de problemas. A orientação não se aplica a um conjunto de objetos concretos e, portanto, a habilidade que se forma não se aplica unicamente a esse objeto concreto, mas sim, permite ao estudante chegar a uma orientação para cada caso particular, a partir de um esquema geral.

Uma das habilidades que o professor necessita desenvolver, para dirigir o processo de ensino-aprendizagem, é saber a medida da orientação necessária para que o estudante possa utilizar uma base orientadora do terceiro tipo e encontre assim, com independência, a solução do problema por si mesmo. Conjugação destes dois aspectos é uma necessidade para o êxito da aprendizagem.

Ao estruturar o conteúdo de ensino de qualquer disciplina, é necessário levar em conta todo o sistema de conhecimentos e de habilidades necessários para resolver os problemas previstos nos objetivos do ensino. Portanto, ao estruturar o conteúdo do ensino de uma disciplina dada, é necessário levar em conta os elos entre as disciplinas (interdisciplinaridade). Se alguma das habilidades foi formada anteriormente ao estudar outras disciplinas, ao assimilar esta disciplina não há necessidade de formá-los novamente. É necessário assimilar de forma especial habilidades que forem encontradas pela primeira vez.

É possível falar sobre os conhecimentos dos estudantes na medida em que estes sejam capazes de realizar determinadas ações/habilidades com tais conhecimentos. Isto é correto, já que os conhecimentos sempre existem estreitamente vinculados a uma ou a outras ações/habilidades.

Em síntese,

“As habilidades não podem ser internalizadas pelos estudantes sem os conhecimentos; a atividade criadora dos estudantes se realiza baseando-se nos conhecimentos e habilidades, no conhecimento da atividade que provoca umas ou outras emoções e que contempla determinados hábitos e habilidades de conduta” (DANILOV; SKARTKIN, 1978 pg. 57).

Cada currículo tem um programa com os conhecimentos das disciplinas e as habilidades que devem se formar nos estudantes, ou seja, os tipos de ações nas quais o estudante possa ser capaz de utilizar estes conhecimentos. Um programa concreto dos aspectos da atividade de aprendizagem – aspectos da habilidade cognitiva – pode ser determinado pelos objetivos do ensino.

O professor deve determinar as habilidades partindo da utilidade dos conhecimentos na vida do estudante, ou seja, o que este deve saber para resolver situações práticas ou aplicar de forma inteligente estes conhecimentos.

Neste contexto, a habilidade de demonstrar um conceito consta das seguintes ações:

a) Interpretar o conceito

A formação de conceitos está vinculada à revelação do geral, à separação das propriedades essenciais do objeto dentre o conjunto das propriedades gerais. Estas propriedades essenciais levam ao conhecimento do que se acha sujeito à lei, do que é necessário nas relações que existem entre os objetos. O pensamento se acha vinculado à linguagem. Esta não só fixa os resultados da atividade cognitiva do homem, como também é requisito indispensável para a formação do seu pensamento e meio de expressão.

Por exemplo, a forma lógica de um pensamento nos é dada por sua estrutura, ou seja, pelo tipo de relação que existe entre as partes de seu conteúdo concreto. As formas de expressão do conhecimento físico se expressam geralmente por meio de fórmulas, com as quais se expressa a estrutura de nossos pensamentos.

Assim, em Física, a fórmula “ $f = ma$ ”, expressa a dependência existente entre a força, de uma parte, a massa e a aceleração do corpo, de outra, estabelecendo assim certa correlação entre determinadas grandezas e indicando, por sua vez, como pode ser obtida a correlação dada. Demonstra e interpreta que a aceleração de um corpo é proporcional ao módulo da força externa resultante que atua sobre o corpo e inversamente proporcional à massa do corpo. Esta fórmula nos diz, por exemplo, que para calcular a força que atua sobre um corpo em movimento uniformemente acelerado é necessário multiplicar-se a massa deste corpo por sua aceleração.

b) Determinar as relações do conceito

A propriedade particular se deduz sempre de uma parte das condições essenciais; por isso, é importante estabelecer a partir de que dados ou propriedades essenciais obter-se-á as relações particulares.

Para esta dedução é necessário que o conceito físico tenha um enfoque fenomenológico, ou seja, as relações recíprocas existentes entre os elementos do conceito físico: o modelo físico, o plano fenomenológico da descrição da realidade - o fenômeno e o aparato matemático formal da teoria – a linguagem simbólica ou matemática. Estas relações estão relacionadas de forma geral nas condições do conteúdo. Por isto, é necessário evidenciá-las, deduzi-las.

Como sugere MEDVIEDIEV (apud GARNIER, 1996) a análise lógica do conteúdo da disciplina permite extrair os elementos essenciais da macroestrutura de uma teoria, da seguinte forma:

- a) O plano de descrição dos objetos e dos fenômenos (o plano fenomenológico do conteúdo de uma teoria, ou os fenômenos físicos, são apresentados diretamente, em estado puro);
- b) A representação dessa teoria, com a ajuda de modelos, destacando os seus conceitos essenciais e os seus princípios (plano das representações ideais de uma disciplina);
- c) O tratamento da teoria com a ajuda de um “aparato matemático-formal” (plano dos significantes: símbolos, gráficos etc.).

Assim, para a compreensão de um conceito físico é necessário conhecer a sua estrutura e o seu funcionamento, que se traduz pela atualização das relações recíprocas existentes entre os três elementos: O modelo físico (M), o plano fenomenológico da descrição da realidade (P) e o aparato matemático formal da teoria (A).

Por exemplo, seja o objeto de estudo a “deformação em sistemas elásticos – lei de Hooke” (M):

O conteúdo do modelo refere-se a uma mola, que se encontra em repouso e com massa desprezível e fixa verticalmente em uma de suas extremidades. O comprimento da mola no estado de repouso é x_0 , e neste caso, a mola não está deformada. Se for aplicada na extremidade livre da mola uma força F , a mola deforma-se de um alongamento Δx ; se for aplicada uma força $2F$, a mola deforma-se de um alongamento $2\Delta x$, e assim por diante. Ao ser suprimida a força F , a mola volta ao seu estado inicial, recobrando o seu comprimento inicial x_0 (P).

Conclui-se que, em regime elástico, a deformação sofrida por uma mola é diretamente proporcional à intensidade da força que provoca esta deformação, ou seja: $F=k\Delta x$ (onde: F =intensidade da Força, k =constante de proporcionalidade e Δx =deformação – alongamento ou encurtamento sofrido pela mola) (A).

Desta forma, o ensino da Física, em particular, caracteriza-se pela inter-relação entre teoria e prática, como forma de melhor explicar os conceitos ou fenômenos físicos; o desenvolvimento de seu conteúdo inicia-se com a abordagem dedutiva em direção ao conceito, ou seja, o movimento do geral ao particular para obtenção das relações físicas.

A completa assimilação dos conhecimentos requer maior formação de habilidades cognitivas que são procedimentos específicos da disciplina, característicos para uma dada esfera do conhecimento, por exemplo, em Física. Não é possível formar procedimentos de pensamento físico sem levar em conta a lógica da estruturação e do desenvolvimento do conhecimento da Física, ou formar procedimentos de pensamento matemático sem levar em conta a lógica do conhecimento matemático, ou formar o pensamento linguístico sem a lógica do conhecimento da língua.

Se nos estudantes não se formam os procedimentos de pensamento físico, ao concluir o curso de Física, não aprenderão a pensar fisicamente. Isto significa que a Física será estudada formalmente, que os estudantes não compreenderão suas particularidades específicas, ou seja, não sabem interpretar os fenômenos e aplicar os conceitos; isto tem consequências na vida produtiva do estudante, tornando-o o que podemos chamar de “analfabeto científico funcional”: incapacidade de interpretar e de aplicar, de forma inteligente, o conceito científico, por exemplo, inibindo sua capacidade de transformar objetos que agreguem valor e de inovar (por semelhança ao conceito de “analfabetismo digital”, o qual se refere à incapacidade de utilizar as novas tecnologias por falta de conhecimentos, ignorância ou exclusão).

A maioria das habilidades em Física está relacionada com o estabelecimento da presença das propriedades essenciais nos objetos ou fenômenos. No entanto, a formação de

habilidades nas diferentes esferas do conhecimento exige a utilização de pensamentos específicos: em Matemática são uns, em Física são outros, em Português são outros e assim sucessivamente. As habilidades específicas da atividade de aprendizagem, ao refletir a esfera científica dada, são mais particulares. Por exemplo, um homem que domine com perfeição os procedimentos específicos do pensamento na esfera da Matemática pode não saber encaminhar-se em tarefas de Biologia e vice-versa. A cognição científica da Matemática é distinta daquela da Biologia.

Nas escolas abrem-se muitas possibilidades para a formação de diversas habilidades e competências específicas de pensamento. No entanto, nos graus inferiores, há que se considerar não somente os procedimentos matemáticos e linguísticos do pensamento, mas também os demais, tais como os físicos, os biológicos, os históricos, entre outros. Na realidade, nos graus do ensino fundamental, os estudantes já se defrontam com materiais de ciências naturais e sociais. É muito importante ensinar os métodos de análise característicos para estes ramos da ciência. Se os estudantes simplesmente memorizam algumas dezenas de termos e fatos em ciências naturais, isto é muito pouco para a compreensão das leis da natureza. Se lhes forem ensinados os procedimentos de observação dos fenômenos da natureza, isto os ajudará a dominar os métodos de sua análise, a estabelecer as ligações causa-efeito entre eles, sendo este o início da formação do pensamento físico.

Geralmente, o professor se remete à experiência diária dos estudantes e não presta a devida atenção ao analisar as situações descritas nas atividades. Isto leva a uma das principais dificuldades na resolução de atividades de Física: por um lado, ao resolver os problemas de movimento os estudantes têm alguma experiência cotidiana, por outro lado, ao resolver os problemas de queda de um objeto, do trabalho realizado por uma força, esta experiência mostra-se insuficiente. As dificuldades que aparecem se explicam, antes de tudo, porque os estudantes frequentemente não compreendem a essência dos conceitos fundamentais que se encontram no problema e as relações existentes entre eles.

Por meio das situações concretas, o estudante deve interpretar determinadas relações físicas. Em outras palavras, o estudante deve descrever com uma linguagem matemática a situação relacionada com o problema. É natural que para a descrição correta do problema não só é necessário saber elementos de Matemática, como também compreender a essência dos elementos físicos fundamentais da situação e suas relações.

Por exemplo: os estudantes devem compreender que a grandeza do deslocamento (espaço) ou do produto (velocidade x tempo) é diretamente proporcional à velocidade e ao tempo ($\text{espaço} = \text{velocidade} \times \text{tempo}$), sendo que o tempo necessário para obter um deslocamento, por exemplo, para transitar em uma rua, é inversamente proporcional à velocidade ($\text{tempo} = \text{espaço}/\text{velocidade}$): quanto maior for a velocidade, menor será o tempo que se requer para conseguir completar aquele deslocamento. Se os estudantes assimilam as relações entre estas grandezas, compreendem facilmente que para duas grandezas relacionadas com um ou com outro componente do processo, sempre pode haver um terceiro.

As grandezas assinaladas e suas relações é que determinam a essência de todos os problemas no processo. Se os estudantes compreendem este sistema de grandezas e suas relações, então podem escrevê-las facilmente com ajuda das operações matemáticas. Se não as compreendem, irão pela via de ensaios e erros. Para o programa escolar os estudantes estudam estes conceitos no curso de Física do ensino fundamental e médio, especificamente quando estudam movimentos dos corpos. As tarefas de aritmética, que estão relacionadas com diversos processos, se apresentam nas séries iniciais. Com isto, se explicam as

dificuldades com tais atividades. Sendo assim, isto significa que as dificuldades na solução dos problemas físicos frequentemente extrapolam os conhecimentos da física como tal.

Durante o estudo de qualquer disciplina de Física, temos que pensar inicialmente não na quantidade de matéria estudada ou habilidades elaboradas, mas sim na assimilação dos conhecimentos essenciais, fundamentais, e na formação de aspectos gerais da atividade do pensar e do aprender.

Ao determinar o conteúdo do ensino de uma disciplina e sua sequência de estudo, é indispensável levar em conta as ligações e a inter-relação das três vertentes:

- a) Sistema de conhecimentos e sistema de habilidades do conteúdo da disciplina;
- b) Tipos específicos da atividade de estudo;
- c) Habilidades e competências que a integram.

A divisão destes componentes do conteúdo do ensino é convencional, já que estão inter-relacionados. Todavia, para maior comodidade é conveniente ver todos estes componentes, inicialmente, em separado.

Antes de tudo é necessário determinar a sequência dos conteúdos específicos da disciplina: criar os modelos das ligações lógicas entre os conceitos relacionados com os mesmos mediante conceitos, leis, teorias, etc. Um trabalho análogo deve ser feito com os tipos específicos da atividade que levam à aquisição de habilidades e competências. Como resultado, são obtidas três sequências: a sequência do conteúdo da disciplina, a dos aspectos específicos da atividade de estudo e a das habilidades e competências. Posteriormente os mesmos podem ser correlacionados entre si.

Neste sentido, quando se planejam conteúdos, deve-se perguntar que tipo de habilidades e competências se deseja formar. Ou seja, as competências e habilidades refletem o saber, o fazer e o saber fazer, fundamentais para o desempenho do indivíduo e para a transferência de conhecimentos, no sentido de proporcionar uma aplicação inteligente.

Capítulo 2

Aspectos Conceituais da Generalização Teórica

A generalização teórica estabelece os conceitos de generalização como processo e resultado deste, considerando que a ação de assimilação e transformação do objeto mental constitui o ato de sua compreensão e explicação, o descobrimento de sua essência. Expressar o objeto em forma de conceito significa entender sua essência.

A teoria da generalização teórica estabelece não só os princípios essenciais da transposição dos conceitos científicos modernos para o processo de aprendizagem, mas também aqueles ligados à organização da atividade dos estudantes, orientando essa atividade para a aquisição do conteúdo desses conceitos (DAVIDOV, 1988; GARNIER, 1996; ARRUDA, 2011). A seguir, resumimos esses princípios:

- Todos os conceitos que constituem esta ou aquela disciplina, considerada em si mesma e em suas ramificações essenciais, devem ser adquiridos por meio da análise das fontes materiais encontradas em sua origem (“objetos concretos”), objetos em razão dos quais esses mesmos conceitos se tornam indispensáveis à aprendizagem;
- A aquisição de conhecimentos abstratos e gerais deve preceder o desenvolvimento dos conhecimentos concretos e específicos, os quais devem ser deduzidos dos primeiros e neles baseados;
- Ao estudar as fontes materiais (“objetos concretos”) ligadas a um ou outro conceito, os estudantes devem descobrir, entre as relações extraídas das características desses objetos, as que são essenciais e determinam o conteúdo e a estrutura do conceito em questão;
- Essas relações essenciais devem ser traduzidas em objetos específicos, modelos simbólicos ou gráficos, para permitir o estudo de suas propriedades intrínsecas;
- Os estudantes deverão desenvolver ações que lhes permitam extrair do material estudado o princípio substancial do objeto proposto e reproduzi-lo em modelos, para estudar suas propriedades;
- Gradualmente, todos os estudantes deverão passar do exercício concreto (ação sobre um objeto) à sua realização mental (abstração e generalização).

De acordo com DAVIDOV (DAVIDOV, 1988 p. 6),

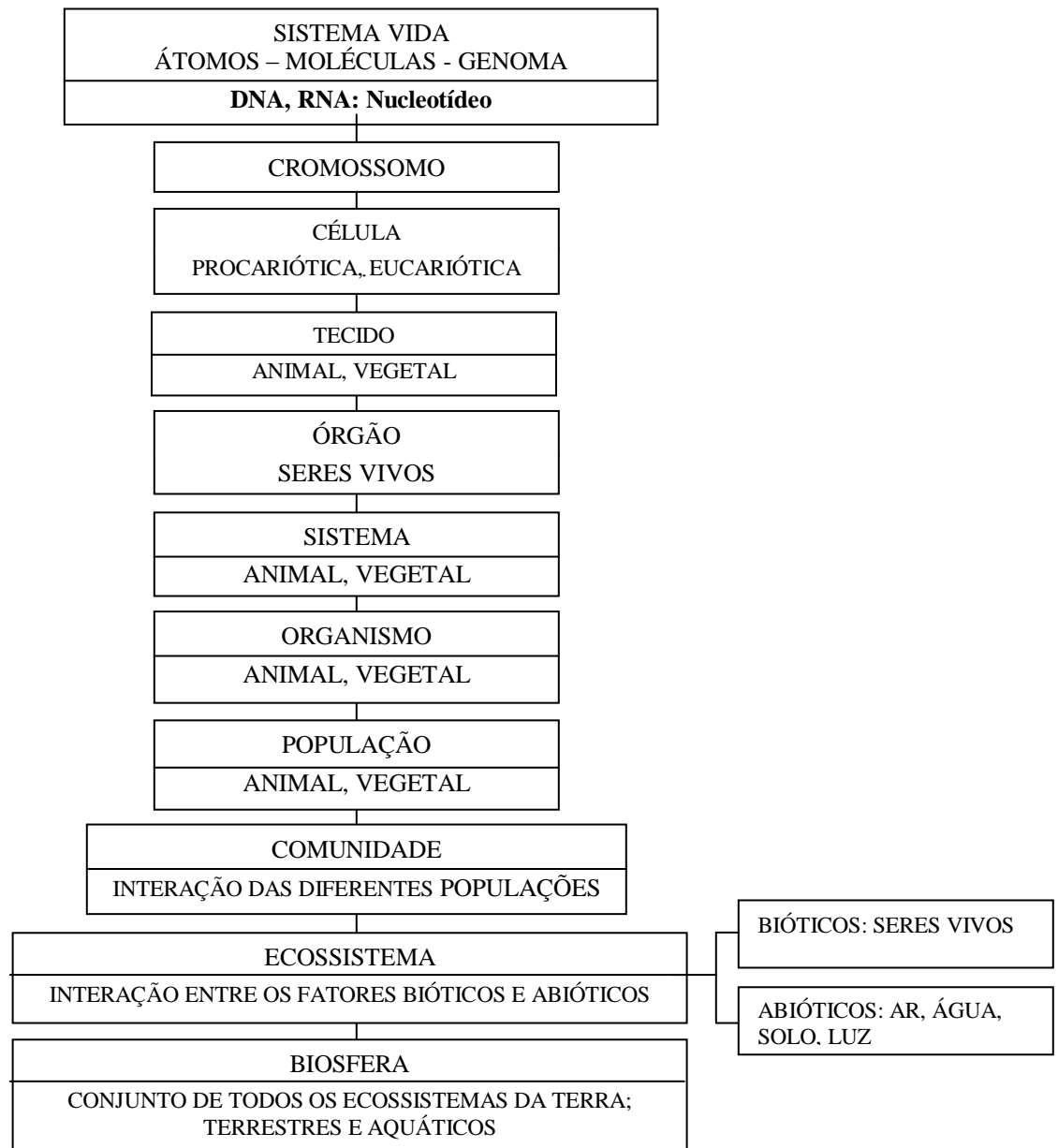
“o saber contemporâneo pressupõe que o homem domine o processo de origem e desenvolvimento das coisas mediante o pensamento teórico, o que consiste em um procedimento especial com o qual o sujeito enfoca a compreensão das coisas e dos acontecimentos. Quando os estudantes estudam os objetos e os acontecimentos com esse enfoque, começam a pensar teoricamente. O objetivo da atividade de aprendizagem é a aquisição, por parte dos estudantes, tanto do conteúdo teórico e científico dos conceitos essenciais, quanto da lógica de sua gênese”.

Dominar um conceito supõe não somente conhecer as características dos objetos e fenômenos que o mesmo engloba, mas também saber empregar o conceito na prática, saber operar com ele. E isso quer dizer que a assimilação do conceito engloba não somente o caminho do particular para o geral, de casos singulares e parciais até sua generalização, mas

também o caminho inverso, do geral ao particular. Conhecendo o geral, é necessário percebê-lo em um caso concreto, isolado, com o qual se tenha relação no momento dado.

Assim, para melhor compreensão apresenta-se o esquema 1, que descreve a origem e a lógica do desenvolvimento do sistema vida no contexto do quadro biológico do mundo.

Esquema 1. Esquema lógico estrutural-funcional do sistema vida no contexto do quadro biológico do mundo



Este esquema mostra a lógica do desenvolvimento e da organização da vida animal e vegetal, o ecossistema e a biosfera numa visão sistêmica capaz de explicitar a complexidade que envolve a vida no planeta. Desta forma, pensar sistemicamente ajuda a entender a complexa dinâmica dos processos que implicam as mudanças que ocorrem no mundo contemporâneo, que são de natureza interdependente. Para o ensino, equivale pensar em formas interdisciplinares para explicar os fatores e fenômenos destas mudanças. Não podemos, por exemplo, explicar os fatores econômicos devido à anomalia climática sem recorrer à física, à climatologia, nem explicar a exploração das nossas reservas naturais sem recorrer à economia, à ecologia, bem como a entropia causada pelo efeito do fenômeno do aquecimento global motivada por fatores do desenvolvimento desordenado, sem recorrer aos aspectos culturais, sociais, ambientais, geográficos, econômicos, industriais e políticos.

Assim, para estudar estas conexões interdisciplinares é necessário descobrir o conceito essencial que será o elo entre elas. A estruturação dos conteúdos das disciplinas com base neste enfoque segue a orientação descrita a seguir.

“Todos os conceitos que fazem parte de uma determinada disciplina ou de suas subunidades fundamentais são estudados pelos estudantes por meio da assimilação e domínio das condições materiais que lhe dão origem. Ao estudar as fontes materiais dos conceitos, os estudantes descobrem, antes de tudo, o vínculo ou elo geral dos conceitos estudados. Por exemplo, a base geral dos conceitos de matemática são as relações gerais de grandeza; dos conceitos de gramática, a relação entre forma e o significado da palavra. Este vínculo se reflete ou reproduz em objetos particulares ou modelos, que permitem estudar suas propriedades em forma pura. Por exemplo, as relações gerais das grandezas se representam ao modo de fórmulas e de estrutura interna da palavra, com o auxílio de esquemas gráficos especiais. Utilizando estas fórmulas e esquemas, os estudantes, mediante operações que já dominam, descobrem no novo material este vínculo ou elo geral. Dessa forma, a assimilação de conhecimentos de caráter geral e abstrato, ou vínculo geral genético, precede a familiarização com conhecimentos mais particulares e concretos. Estes últimos derivam dos primeiros, que constituem seu único fundamento. A estruturação das disciplinas escolares de forma como foi explicada contribui para formar nos escolares um pensamento teórico” (LERNER; SKARTKIN apud LIBÂNEO, 2004 pg. 27).

A tarefa da escola deve ser ensinar conceitos científicos às crianças, através de um procedimento epistemológico-teórico, que conduz ao pensamento sistêmico. Os conceitos empírico-cotidianos das crianças são, desse modo, ampliados para incluir conceitos teórico-científicos. Se os conceitos são aprendidos como conceitos empíricos, as crianças terão dificuldades para relacionar o que elas aprendem na escola com o ambiente circundante.

Para compreender melhor a diferença entre conhecimento empírico e conhecimento teórico, é conveniente fazer uma análise comparativa entre os dois, de acordo com DAVIDOV (1988); GARNIER (1996); ARRUDA (2007):

- a) O conhecimento empírico é elaborado quando se comparam os objetos às suas representações, o que permite valorizar as propriedades comuns dos primeiros. Já o saber teórico repousa numa análise do papel e da função de uma relação entre as coisas no interior de um sistema;
- b) A comparação entre os objetos e suas representações dentro do conhecimento empírico torna possível a generalização formal das propriedades desses objetos. Essa generalização, por sua vez, permite situar objetos específicos no interior de uma dada classe formal, independentemente da existência ou da ausência de laços entre eles. Por outro lado, por

ocasião da análise do conhecimento teórico, procura-se saber que tipo de relação entre classes caracteriza, a um tempo, um representante de uma classe e um objeto em particular. Essa *relação* tão real e particular serve, ao mesmo tempo, de base principal para todas as outras manifestações do sistema. Ela se apresenta como uma forma universal ou uma entidade representada em pensamento;

c) Qualquer conhecimento empírico se baseia na *observação*. Reflete apenas as propriedades exteriores dos objetos e se apoia inteiramente nas representações concretas. Já o saber teórico é oriundo de uma transformação dos objetos e reflete as relações entre suas propriedades e ligações internas. Assim que o pensamento reproduz um objeto sob a forma de conhecimento teórico, ele supera as representações sensoriais;

d) No caso do conhecimento empírico, a propriedade formal comum, construída a partir da comparação entre os objetos, é análoga às propriedades específicas dos objetos. Já o saber teórico determina a ligação de uma relação geral com as suas manifestações concretas, isto é, entre geral e particular;

e) Concretizar o conhecimento empírico é escolher exemplos relativos a uma certa classe formal. No caso do pensamento teórico, essa concretização exige a *transformação* do saber em uma teoria desenvolvida por intermédio de uma *dedução* e uma *explicação* das manifestações concretas do sistema, a partir da base fundamental;

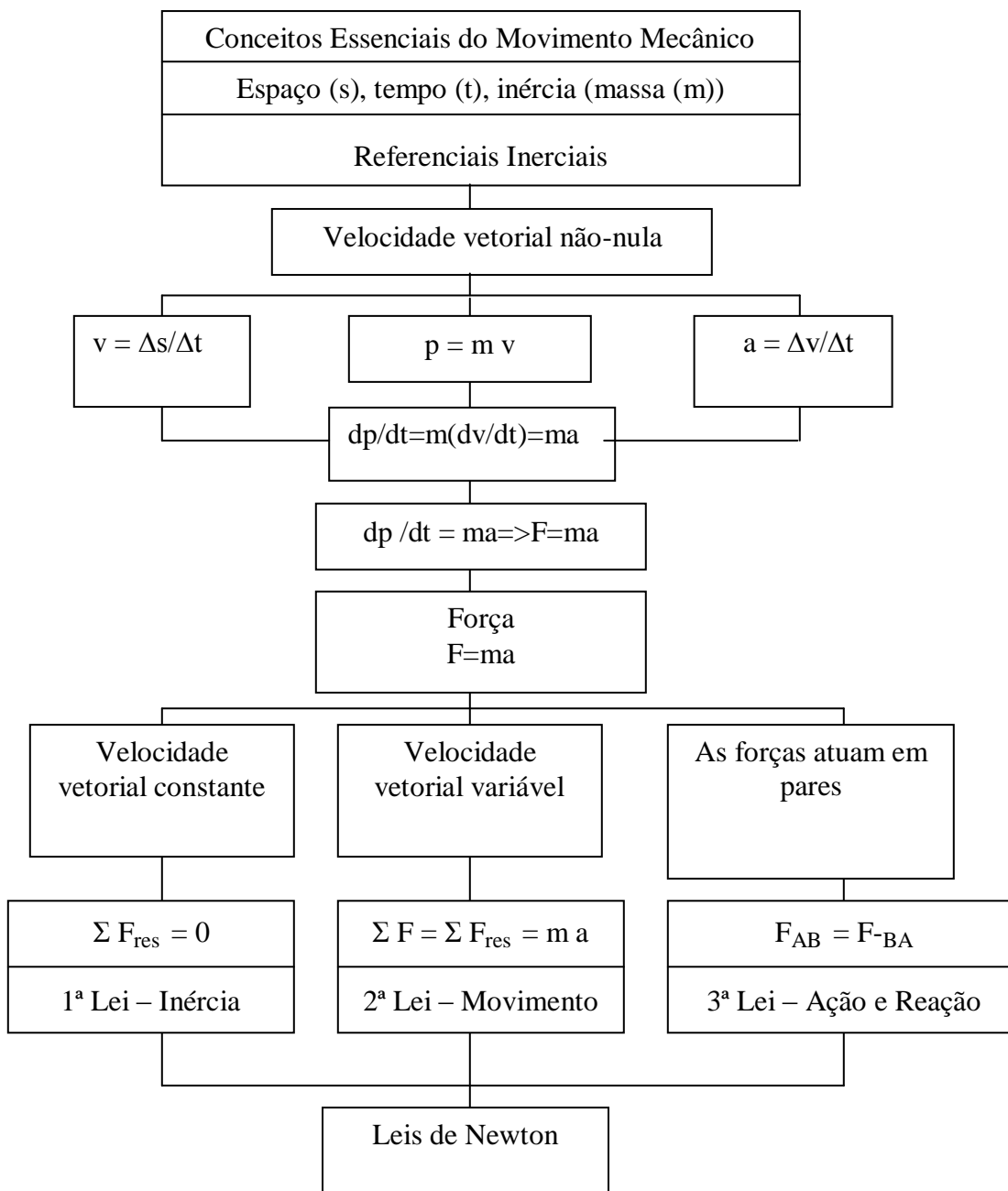
f) Uma palavra, um “termo”, serve para fixar os resultados do conhecimento empírico. Já o conhecimento teórico é expresso, a princípio, por diferentes modos de atividade intelectual e, num segundo momento, por diferentes sistemas semióticos.

Neste contexto, os conhecimentos/conceitos empíricos correspondem às ações empíricas e aos conhecimentos/conceitos teóricos, ações teóricas, ou seja, se a criança aprende somente através de conhecimentos empíricos, ela só poderá realizar ações empíricas; se for enfatizado apenas o caráter da experiência da criança, que se apoia somente em experiências vividas e na observação de coisas, pouco se conseguirá em termos de desenvolvimento mental/intelectual.

Ou seja, o grau em que a criança domina os conceitos cotidianos/empíricos mostra seu nível presente de desenvolvimento, enquanto o grau em que adquire os conceitos teórico/científicos mostra a zona de desenvolvimento potencial. Entende-se que a mediação de conceitos científicos tem um papel importante no desenvolvimento psíquico da criança. A única instrução boa recebida na infância é aquela que precede e guia o desenvolvimento.

De acordo com SALMINA (SALMINA apud ARRUDA 2011 p. 87), “o conhecimento teórico ou pensamento teórico na etapa atual é a forma específica de representação da realidade: este reflete o objeto como sistema, seu invariante (estrutura), as possíveis variantes de sua existência e as leis (limites de estabilidade), a origem das propriedades essenciais do sistema com sua estrutura interna”. Para exemplificar esta estrutura sistêmica apresenta-se no esquema 2 o desenvolvimento estrutural-funcional do movimento mecânico leis de Newton a partir dos conceitos essenciais espaço(e), tempo(t) e inércia(massa); o Apêndice 2 descreve o modo de estruturar uma disciplina utilizando a abordagem sistêmica.

Esquema 2. Esquema lógico estrutural-funcional das leis de Newton



O pensamento teórico refere-se à capacidade de desenvolver uma relação essencial geral que caracteriza um conceito e aplicar essa relação na solução de problemas específicos no contexto do conteúdo de uma disciplina. Ao generalizar um conceito, revela-se o fundamento genético geral e seu desenvolvimento. Este processo se apresenta como a busca do particular a partir do geral/núcleo inicial, através de deduções sucessivas do fundamento genético geral das disciplinas particulares que constituem o sistema de conhecimentos. O ensino por meio da generalização teórica pode ser feito com a análise de todos os conhecimentos particulares, resumindo o núcleo que serve como base para cada caso particular, a fim de verificar se todos os casos são variantes do mesmo objeto de estudo. Isso significa que esse objeto se apresenta e se estrutura como o conjunto de invariantes.

Em síntese, o pensamento teórico se decompõe em diversos elementos, quais sejam: a reflexão, que consiste na descoberta, por parte do sujeito, das razões de suas ações e de sua correspondência com as condições do problema; a análise do conteúdo do problema, feita com o objetivo de levantar o princípio ou o modo universal para a sua resolução e transferi-lo para uma classe de problemas análogos; e o plano interior das ações, que assegura sua planificação e efetivação mental.

Capítulo 3

Conteúdo do Ensino

A abordagem do conteúdo do ensino de uma dada ciência, em particular a Física, constitui-se em uma unidade do ponto de vista didático e ideológico, na qual o que ensinamos é parte das exigências da sociedade e está presente nos conteúdos ministrados. Estes contribuem para a assimilação do conhecimento e a para a aquisição de habilidades e hábitos dos estudantes, possibilitando que eles obtenham autodeterminação, independência de pensamento e uma formação técnica e ética e, portanto, adquiram valores para se tornarem cidadãos.

O conteúdo da aprendizagem da Física deve ser entendido como um sistema de conhecimentos, habilidades, competências e valores sobre a natureza, a sociedade, o pensamento, a técnica e os modos de atuação, cuja assimilação garante a formação, na consciência do estudante, de uma imagem do mundo correta e preparada, com um enfoque metodológico adequado às atividades cognitivas e práticas.

A montagem do processo de aprendizagem e a correlação entre a ciência física e a disciplina são uns dos aspectos mais importantes quanto ao conteúdo da formação que recebe um estudante do curso de Física ou dos demais cursos que possuem esta disciplina em sua grade curricular. Até o momento, tais aspectos têm sido muito pouco explorados, devido à falta de uma análise mais profunda, para saber o papel que a estrutura do conhecimento contido nas disciplinas de Física, ministradas nas universidades, nas escolas de ensino médio e de ensino fundamental desempenha na didática.

Nesta visão, existem dois pontos a considerar: a relação entre os elementos material e formal da ciência física do conteúdo da aprendizagem da disciplina e os fundamentos teórico-metodológicos da aprendizagem na educação superior, média ou fundamental. É importante destacar que estes pontos não são excludentes, pois o raciocínio não está reduzido à aquisição de conhecimentos; inclui, também, as ações mentais conduzidas para transformá-los.

A estruturação adequada do conteúdo de estudo que atende à teoria da ciência Física e a seus elementos permite resolver uma série de tarefas pertinentes ao processo de aprendizagem, tais como:

- Formar no estudante, durante a atividade de estudo, o pensamento teórico, ou seja, a habilidade de tratar as teorias e seus elementos essenciais em suas conexões e relações;
- Ajudar os estudantes a assimilar o material de estudo da maneira mais racional e efetiva possível, isto é, dominar os conceitos e as teorias de forma generalizada, mediante os fundamentos que permitem desenvolvê-los independentemente e caracterizá-los;
- Formar nos estudantes critérios, habilidades, hábitos e competências para utilizar independentemente os procedimentos cognitivos criativos.

Desta forma, o conteúdo é a parte do objeto de estudo na qual se precisa o sistema de conhecimentos e o sistema de habilidades, especifica-se quais são os conhecimentos essenciais a partir dos quais os estudantes desenvolvem todos os conhecimentos e as habilidades previstos. Corresponde ao resumo do programa proposto para a disciplina, no qual aparece o sistema de conhecimentos cientificamente elaborados e estruturados segundo o método sistêmico estrutural-funcional de organização do conteúdo a ser

desenvolvido, ou seja, a sistematização do conhecimento desenvolve-se do geral ao particular.

Sistema de Conhecimentos da Física

Os conhecimentos são partes do conteúdo, constituem instrumento de qualquer atividade teórica ou prática, assegurando a formação de uma imagem do mundo, além de garantir ao homem um enfoque metodológico para sua atividade cognitiva e prática. São componentes essenciais do pensamento e, por sua forma de se estruturar, momentos importantes no desenvolvimento das capacidades intelectuais do homem.

Em um sistema de conhecimentos de uma ciência, tecnologia ou ramo do saber, como objeto da cultura, é possível precisar cinco níveis diferentes de sistematicidade, com os quais é possível caracterizar tal objeto e seus movimentos próprios, a saber: invariantes, conceitos, leis, teorias e quadro (ARRUDA, 2003).

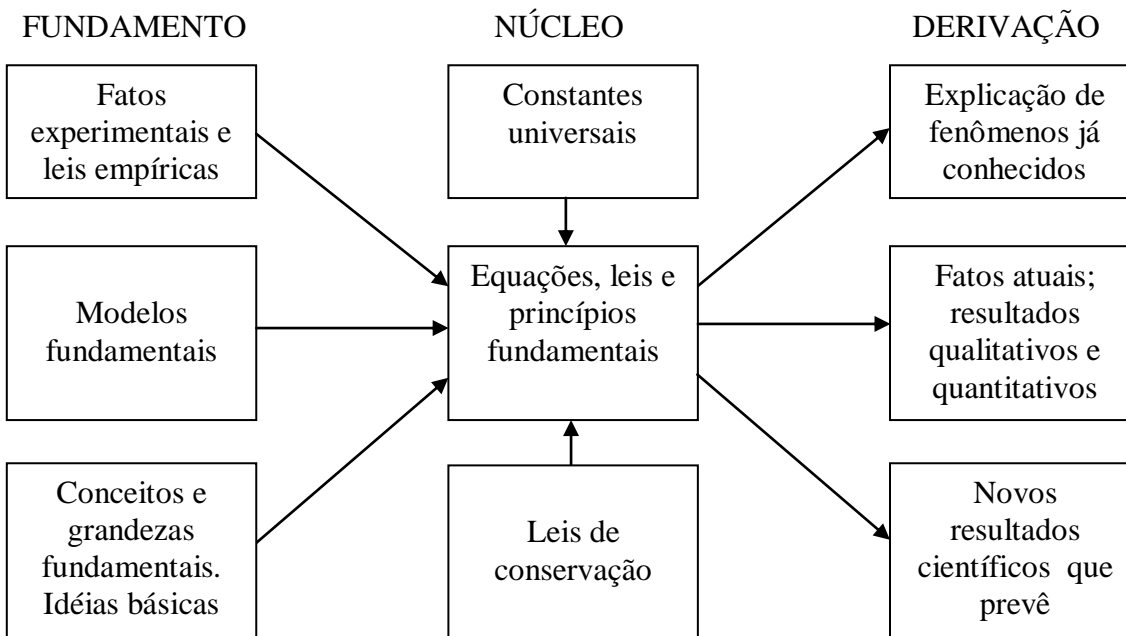
O invariante é o primeiro nível de sistematicidade do conhecimento científico. Isto significa que o objeto da ciência, cultura ou tecnologia se apresenta e se estrutura como o conjunto de invariantes que é a unidade essencial do conhecimento, da qual derivam as demais; não é derivável de outro. Assim, para o conteúdo de cada disciplina é necessário precisar os conhecimentos mais gerais ou invariantes que estão na base de toda a estrutura deste sistema e de onde se inferem o resto dos elementos componentes do objeto de estudo.

Para explicar o objeto e seus fenômenos, a ciência estuda suas diferentes características, que, com ajuda do conhecimento precedente, se traduzem em conceitos científicos. Os conceitos de uma ciência aparecem como o segundo nível de sistematicidade e uma das formas de refletir o mundo na consciência; com a ajuda destes, se conhece a essência dos fenômenos e objetos, ao abstrair e generalizar suas características ou aspectos mais significativos. É uma imagem generalizada que reflete a multiplicidade de objetos semelhantes por meio de suas características essenciais. Qualquer conceito expressa sempre um conteúdo social; é o resultado de todo o conhecimento anterior da sociedade.

O terceiro nível de sistematicidade é a lei; que, em sua forma mais geral, é uma determinada relação necessária entre componentes do objeto, ou entre fenômenos ou processos. A lei é o universal dos fenômenos, isto quer dizer, que a relação necessária expressa pela lei é inerente, não a este ou outros fenômenos singulares, mas sim a todos os fenômenos ou processos do tipo de que se trata. A lei é tal porque expressa o universal em presença de determinadas condições e causas; produz sempre e onde queira, os fenômenos ou efeitos correspondentes. No mesmo nível de sistematicidade estão os princípios, estes se encontram na base das ciências e são o resultado da organização da atividade prática. Sua confirmação somente é possível encontrar ao longo de todo o processo de desenvolvimento da própria ciência e como consequência, do exame minucioso de uma grande quantidade de fenômenos e características experimentais. As leis se verificam em um todo único, nos modelos de uma determinada teoria; tradicionalmente se admite como teoria científica reconhecida aquele sistema harmonioso de leis e princípios relacionados estrutural e dialeticamente, com relações estáveis e essenciais entre as grandezas, conceitos e outros elementos do conteúdo, expresso em uma linguagem lógica adequada, que reflete com grande aproximação, a essência do objeto.

O quarto nível de sistematicidade é a teoria, onde se sistematizam os conhecimentos, na medida em que se integram e recriam em um conjunto mínimo, harmonioso e abrangente, de grandezas, conceitos e leis, as propriedades essenciais do objeto. Toda teoria é um sistema de conhecimentos ordenados, que reflete e explica o conjunto dos fenômenos de alguma esfera da realidade objetiva. Sobre a base da teoria é possível, portanto, explicar o comportamento do objeto em determinadas condições concretas, assim como prognosticar como se comportaria caso se conheçam tais condições. Em toda teoria existe um fundamento que contém os fenômenos essenciais, a partir dos quais se derivam os conceitos e as leis do núcleo que encerra um número pequeno de leis essenciais gerais e fundamentais das quais derivam todas as demais leis. Em decorrência da lógica do desenvolvimento do conhecimento científico, tem-se a derivação que encerra todas as leis secundárias e incluindo algumas que ainda não estão descobertas, como mostra o modelo de Kuznetsov demonstrado na (Figura 1).

Figura 1. Modelo do sistema de conhecimentos de Kuznetsov



O quinto e último nível de sistematicidade dos conhecimentos denomina-se quadro, que é uma generalização ao nível de sistema conceitual dos elementos fundamentais das diferentes teorias e que se sustentam em um modelo determinado da matéria e movimento, conforme (Figura 2) apresentada a seguir.

Figura 2. Quadro Físico do Mundo

QUADRO MECÂNICO-CLÁSSICO	QUADRO ELETROMAGNÉTICO	QUADRO QUÂNTICO-RELATIVISTA
Um só tipo de matéria (o macrocorpo)	Dois tipos de matéria (campo e substância)	Dualidade das propriedades corpusculares e ondulatórias do objeto
Movimento mecânico e térmico	Movimento mecânico e movimento do campo electromagnético	Novas formas de movimento do objeto quântico e transformações entre o campo e a substância
Espaço e tempo absolutos	Espaço e tempo vinculados entre si e às propriedades da matéria	Revelam-se novas ligações entre o espaço e o tempo
Somente interação Gravitacional	Interações gravitacional e eletromagnética	Interações gravitacional, eletromagnética e nuclear
Causalidade dinâmica e estatística (estatística clássica)	Causalidade dinâmica Somente	Causalidade estatística somente (estatística quântica)

Através do quadro é possível concretizar conceitos de um grau de generalidade, tal que transcendem as diferentes teorias. O Quadro Físico do Mundo, portanto, permite generalizar os aspectos essenciais da parte da realidade que estuda a ciência e inclui um sistema fundamental das idéias, conceitos, leis, princípios mais gerais que caracterizam uma etapa histórica de seu desenvolvimento descrito do ponto de vista do seu objeto de estudo em movimento. Na medida em que o conhecimento científico vá penetrando na essência dos fenômenos, as idéias básicas que sustentam o quadro do mundo vão evoluindo, generalizando-se mais e substituindo-se por idéias novas, que se correspondem melhor com o desenvolvimento da ciência. O quadro é uma generalização ao nível de sistema conceitual dos elementos fundamentais das diferentes teorias e que têm como base um modelo determinado da matéria e do movimento, no contexto de uma determinada época histórica, a que corresponde um certo grau de desenvolvimento da ciência.

Em resumo, nas etapas iniciais do desenvolvimento de qualquer ciência e como resultado da acumulação de relações e o estabelecimento de dependências, entre elas, se vão modelando generalizações e leis empíricas isoladas. Desse modo, o conteúdo do processo ensino-aprendizagem no que diz respeito aos conhecimentos daquelas ciências estão nesse estado de desenvolvimento modelado, no fundamental, pelos fenômenos próprios destes objetos, pelas características do objeto e pelas relações e leis entre tais características que permitem descrever de maneira fenomenológica e externa o comportamento de tais objetos, quer dizer, suas manifestações.

Estruturação do Conhecimento da Física

O procedimento lógico de estruturar o conteúdo de uma disciplina na forma estrutural-funcional desempenha uma função muito importante no processo de assimilação do conhecimento e da aquisição de habilidades. Permite ao estudante uma compreensão sistêmica do conhecimento facilitando a aprendizagem. Esta estruturação requer a compreensão dos elementos que a constituem e em particular o conceito.

Para a atividade docente, o conceito faz parte do conteúdo das disciplinas necessário para a assimilação pelos estudantes; dessa forma, é necessário estabelecer com maior precisão possível o que é um conceito. O conceito pode ser pensado de forma a estar se referindo ao objeto, a uma propriedade do objeto ou à relação entre objetos. Nos três casos, o conceito é um pensamento acerca de características. Mais ainda todo conceito é um pensamento que versa sobre as características dos objetos; porém, nem todo pensamento relativo às mesmas é um conceito.

O conceito como resultado do conhecimento do objeto não é uma simples ideia das características distintivas do objeto. O conceito resultado é uma ideia completa, a soma de uma larga série de juízos e inferências precedentes que definem elementos essenciais do objeto, as propriedades do objeto. O conceito como resultado da cognição é um conjunto de numerosos conhecimentos sobre o objeto, obtidos e condensados em uma ideia.

Por exemplo, para diferenciar o quadrado de todas as demais figuras geométricas, nos bastam os conceitos que fixam somente duas propriedades essenciais do paralelogramo, chamado quadrado: a de ser equilátero e a de ter os quatro ângulos retos. Porém, se o que se deseja é que o nosso conceito reflita todas as propriedades do quadrado, conhecidas pela ciência, além das propriedades indicadas anteriormente, tem-se que indicar um conjunto de propriedades relacionadas entre si. Dessa maneira, o quadrado se distingue por: ser um paralelogramo equilátero; ser um paralelogramo de ângulos retângulos; ter as diagonais iguais; cortarem-se as diagonais entre si em partes iguais formando ângulos retos; ser a diagonal incomensurável com o lado do quadrado; traçar-se uma circunferência circunscrita ao redor do quadrado; traçar-se uma circunferência inscrita no quadrado; ser de todos os quadriláteros com um perímetro dado, o que tem a maior superfície, entre outras.

O conceito constitui um reflexo generalizado na mente, de determinados vínculos e relações entre os objetos e suas propriedades. Por outro lado, a representação é também um pensamento sobre as características do objeto.

Por exemplo, quando represento o quadrado, penso em uma característica desta figura geométrica em seu aspecto exterior ou interior, a forma, a dimensão. Representar um objeto significa ter em mente uma característica ou grupo de características do objeto. A diferença essencial entre representação e conceito, reside no fato de que, na primeira constitui uma reprodução perceptível, com um certo grau de nitidez, da contemplação viva, sensitiva (sensível) dos objetos, ou seja, uma percepção sensitiva; o conceito, ao contrário, constitui um reflexo na mente, generalizado, de determinados vínculos e relações entre objetos e suas propriedades.

O conceito resulta sempre no pensamento como membro de determinada relação lógica. Concebe-se como formando parte do juízo, do raciocínio ou da demonstração. A representação, por outro lado, pode ser concebida e assim ela é geralmente concebida, à margem da conexão lógica com outros pensamentos. A representação é concebida por si mesma e não como formando parte de um juízo, do raciocínio ou da demonstração.

Isto tem um significado importante no ensino, quando da aprendizagem de um conceito. Ao aprender determinado conceito, o estudante tem que ser orientado pelas propriedades essenciais do objeto necessárias para formar nele juízos, generalizações, em detrimento às formas aparentes, empíricas, que mascaram o entendimento das propriedades essenciais do conceito.

As características do objeto concebidas no conceito e selecionadas de modo especial denominam-se propriedades essenciais. Este nome é dado a um determinado grupo de características do objeto; cada um dos quais, tomado de *per si*, é necessário para distinguir o objeto dado dos demais, de tal modo que todos juntos são suficientes para este conceito. Assim, por exemplo, as propriedades essenciais do quadrado serão: primeiro, é serem retos os ângulos do paralelogramo chamado quadrado, e segundo, é ter os lados iguais.

O primeiro traço das propriedades essenciais é sua objetividade. A propriedade essencial é tão objetiva como o são todas as demais propriedades do objeto. O objeto existe com todas suas propriedades, essenciais e secundárias não essenciais, independentemente de nossos pensamentos. A mesma distinção entre propriedades essenciais e propriedades secundárias não essenciais tem também caráter objetivo.

As propriedades essenciais do objeto pensado em um conceito formam o seu conteúdo. Assim, por exemplo, a propriedade que determina quando dois sistemas estão, ou não, em equilíbrio térmico denomina-se temperatura. O conteúdo é um fator indispensável de todo conceito. Não pode existir um conceito carente por completo de conteúdo, ou seja, um conceito em que não se conceba nenhuma propriedade.

O conjunto de objetos homogêneos em determinado sentido se denomina classe. Assim, o conjunto de instrumentos que utilizam software com determinadas características de utilização constituem a classe dos computadores. O agrupamento de certos objetos em uma classe se realiza em virtude de que estes objetos possuem ou não determinadas propriedades. Todos os objetos que as possuem entram na classe; os que não as possuem estão fora dela. Por exemplo, todos os organismos que constam de uma célula constituem a classe de organismos unicelulares, são excluídos dela os que constam de duas ou mais células.

A outra característica do conceito que, ao lado do conteúdo, o caracteriza, é a sua extensão. A extensão é a soma de todos (conjunto, classe) os objetos que este conceito pode abranger. Assim, a extensão do conceito “universidade”, está constituída por todas as faculdades e institutos de ensino superior, quer dizer, por todas as instituições que podem ser representadas por meio do conceito de “universidade”.

Por exemplo, o conceito de planeta é amplo; sua extensão é infinita, já que no universo, em princípio, existem infinitos planetas; seu conteúdo é bem pequeno, composto pela propriedade essencial que caracteriza os planetas: “Objeto celeste que gira ao redor de uma estrela e não tem luz própria”. Todavia, o conceito de “planeta do sistema solar” tem uma extensão menor, já que está composto por nove elementos; portanto, seu conteúdo é maior que o caso anterior, pois além das propriedades acima definidas para o conceito de “planeta” há que acrescentar que gira não ao redor de qualquer estrela, mas sim de uma estrela chamada Sol. Agora, estreitando mais a extensão, diz-se “Planeta Terra”; ou seja, a extensão está sendo reduzida ao mínimo valor possível; muito embora o conteúdo, forçosamente, tenha que ser maior, além das propriedades anteriores, é necessário acrescentar que é o terceiro dos planetas que giram ao redor do Sol, que tem atmosfera, água, vida, plantas, e assim por diante.

A extensão é uma característica lógica do conceito tão indispensável como seu conteúdo. Um conceito sem extensão é tão impossível como um conceito sem conteúdo. A extensão é a coleção de objetos à qual é aplicável o conceito, sendo esta o conjunto de propriedades ou indícios que determinam o conceito. Quanto mais geral seja um conceito, maior será sua extensão e menor será seu conteúdo e vice-versa.

Portanto, ainda que sempre sejam fruto de um processo abstrativo, os conceitos se diferenciam entre si pelo tipo de abstração graças ao qual se formam. Em última instância, o tipo de procedimento de abstração vem determinado pelo caráter dos próprios objetos refletidos no conceito. Se a abstração destaca uma das características do objeto, qualquer que seja ela, e o toma como objeto de exame, considerando-o como um objeto especial, surge o conceito abstrato. Entretanto, se a abstração, por outro lado, retém um grupo de características do objeto, não para examiná-las separadamente como se constituíram em um objeto especial, mas sim para definir com elas o próprio objeto do qual foi abstraído e para defini-lo precisamente como objeto, surge o conceito de concreto.

Como pode ser observado, o estudo de conceitos se reveste de grande importância para a docência. Quando o professor estabelece de maneira clara e precisa as definições dos conceitos da disciplina, sem ambiguidade e sem erros, colabora substancialmente para a compreensão dos conceitos pelos estudantes, bem como para o desenvolvimento de habilidades teóricas de pensamento e melhor compreensão do objeto de estudo de maneira ordenada, clara e precisa.

Assim, a estruturação do conhecimento da Física através do método estrutural-funcional é relevante para a compreensão e desenvolvimento de conceitos quando a partir do invariante – conceito geral – universal é descrita a estrutura do corpo de conhecimento da Física em correspondência com as etapas de desenvolvimento do quadro físico do mundo.

Nesse contexto, são descritos os esquemas lógicos estrutural-funcionais das etapas que compõem o quadro físico do mundo: movimento mecânico: o espaço (**e**), o tempo (**t**) e a inércia (**massa**); movimento térmico: a temperatura (**T**); quadro eletromagnético: a carga elétrica (**e**); quadro quântico-relativista: a luz (**c**). A seguir o desenvolvimento destas estruturações.

a) Movimento mecânico

Sabe-se pela experiência diária que o movimento de um corpo é resultado direto de sua interação com outros corpos que o cercam. A trajetória de um projétil é o resultado de sua interação com a Terra. As interações e os movimentos existem sob ações de forças. As leis do movimento são generalizações decorrentes de uma análise dos movimentos observados e da extrapolação de observações para certos experimentos.

Um objeto está em movimento relativo a outro quando sua posição, medida com relação ao segundo corpo, varia com o tempo. Quando sua posição relativa não varia com o tempo, o objeto está em repouso relativo. Repouso e movimento são conceitos relativos, isto é, dependem da escolha do objeto que serve como referência. Para descrever o movimento, o observador deve definir um sistema ou referencial em relação ao qual ele é analisado.

▪**Espaço** (Conteúdo, Extensão): As partes do espaço não podem ser vistas ou diferenciadas entre si por nossos sentidos; por isso, utilizam-se medidas sensíveis ou observáveis dele. Assim, no lugar de posição e movimentos absolutos, usam-se os relativos. Portanto, talvez não haja corpo realmente em repouso, ao qual é possível se referir através das posições e

movimentos dos outros. O espaço é absoluto: existe de forma permanente, independentemente de que haja alguma matéria ou objeto se movendo nele ou por ele.

Afirma-se que um objeto está se movendo se ocupa posições diferentes em instantes distintos. O movimento envolve mudança de posição (deslocamento), e o estudo do movimento requer algum método para identificar posições univocamente. A posição de um ponto sempre será descrita com referência a outro. De forma semelhante, em um sistema de coordenadas, a posição de qualquer ponto é especificada com relação a um ponto particular de referência, a interseção dos eixos, chamada origem.

▪ **Tempo** (Conteúdo, Extensão): O tempo, como a posição, é um conceito relativo. O tempo de um evento pode ser identificado apenas por referência a outro evento. Da mesma forma, o ano e o dia como unidades de tempo são originados na observação de eventos sucessivamente repetidos, em conexão com o Sol. Foi provado que há suficiente regularidade nesses eventos para justificar tomá-los como unidade comum de tempo.

Em 1967, o segundo – unidade de medida – passou a ser definido em função de uma frequência característica de um tipo particular de átomo de césio. O aparelho utilizado para efetuar sua medida ficou conhecido como relógio atômico. O novo padrão do segundo passou a ser então o tempo necessário para um átomo de césio 133 efetuar 9.192.631.770 vibrações.

Mesmo sendo difícil definir o tempo, é possível reconhecer que o seu conceito está diretamente ligado ao fato de que as coisas mudam. Porém, ao pensar nele sem levar em conta o significado abstrato, o indivíduo somente se lembra de um objeto chamado relógio.

▪ **Inércia** (massa) (Conteúdo, Extensão): A inércia é a propriedade da matéria relacionada com a tendência de um corpo permanecer em repouso ou em movimento uniforme. A massa é uma propriedade intrínseca de qualquer corpo e mede a resistência deste à aceleração, ou seja, é a medida da inércia do corpo. Chama-se massa de um corpo a grandeza física que serve de medida de suas propriedades inerciais e gravitacionais. Além disso, na mecânica newtoniana se considera que a massa do corpo não depende da velocidade com que ele se move; e a massa de um sistema de corpos isolado (ou de pontos materiais) não varia, quaisquer que sejam os processos que ocorram nele (lei da conservação da massa).

b) Movimento Térmico

O movimento térmico de um sistema é caracterizado pelo movimento aleatório de seus constituintes. O conceito de temperatura está intimamente relacionado com o estado de equilíbrio térmico de dois sistemas. Dois sistemas em equilíbrio térmico têm a mesma temperatura. Se dois sistemas são postos em contato e suas variáveis se modificam, então os sistemas não estão à mesma temperatura, mas chegarão a uma temperatura comum na medida em que se aproxima do equilíbrio térmico.

Temperatura (Conteúdo, Extensão): Propriedade que determina quando dois sistemas estão, ou não, em equilíbrio térmico.

c) Quadro Eletromagnético

As interações eletromagnéticas mantêm os elétrons e os núcleos unidos para formar átomos; mantêm os átomos unidos para formar moléculas; e mantêm estas unidas para formar objetos macroscópicos. Muitos fenômenos que presenciamos ao nosso redor são resultados de forças eletromagnéticas. A razão disto é que tanto os efeitos elétricos como os

efeitos magnéticos envolvem a mesma propriedade da matéria, uma propriedade à qual se chama carga elétrica.

Carga elétrica (Conteúdo, Extensão): Quantidade elétrica elementar – propriedade da matéria manifestada através dos efeitos elétricos e magnéticos.

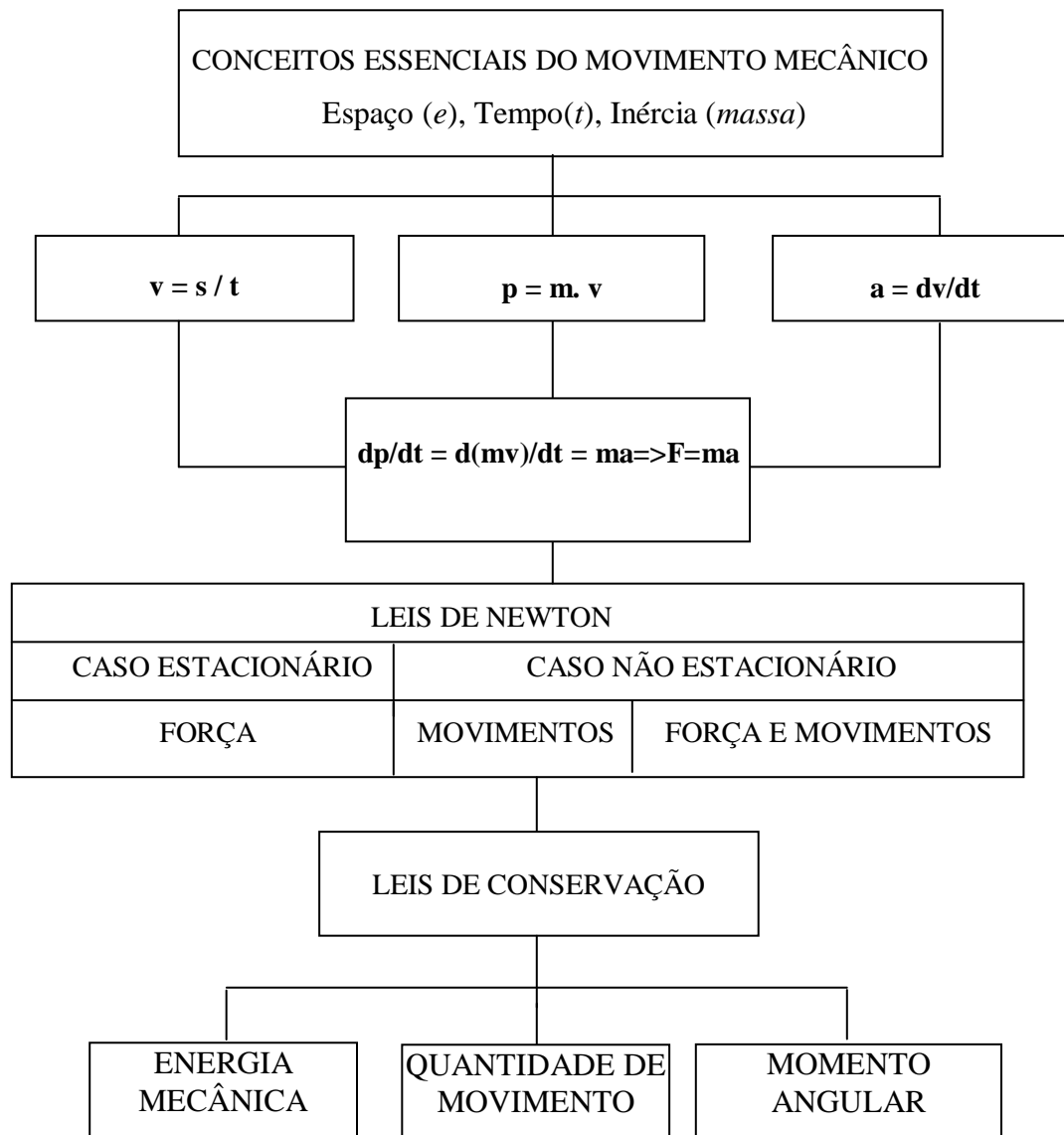
d) Quadro quântico-relativista

A luz se propaga com a mesma velocidade limite c em todos os referenciais inerciais. Dessa forma, este limite não pode ser excedido por nenhuma entidade portadora de energia ou de informação. Além disso, qualquer partícula que tenha massa não pode, na realidade, atingir esta velocidade c , não importando por qual valor ou por quanto tempo ela esteja acelerada. A luz visível – como todas as ondas eletromagnéticas – não requer nenhum meio de transmissão. Ela se propaga livremente através do espaço vazio.

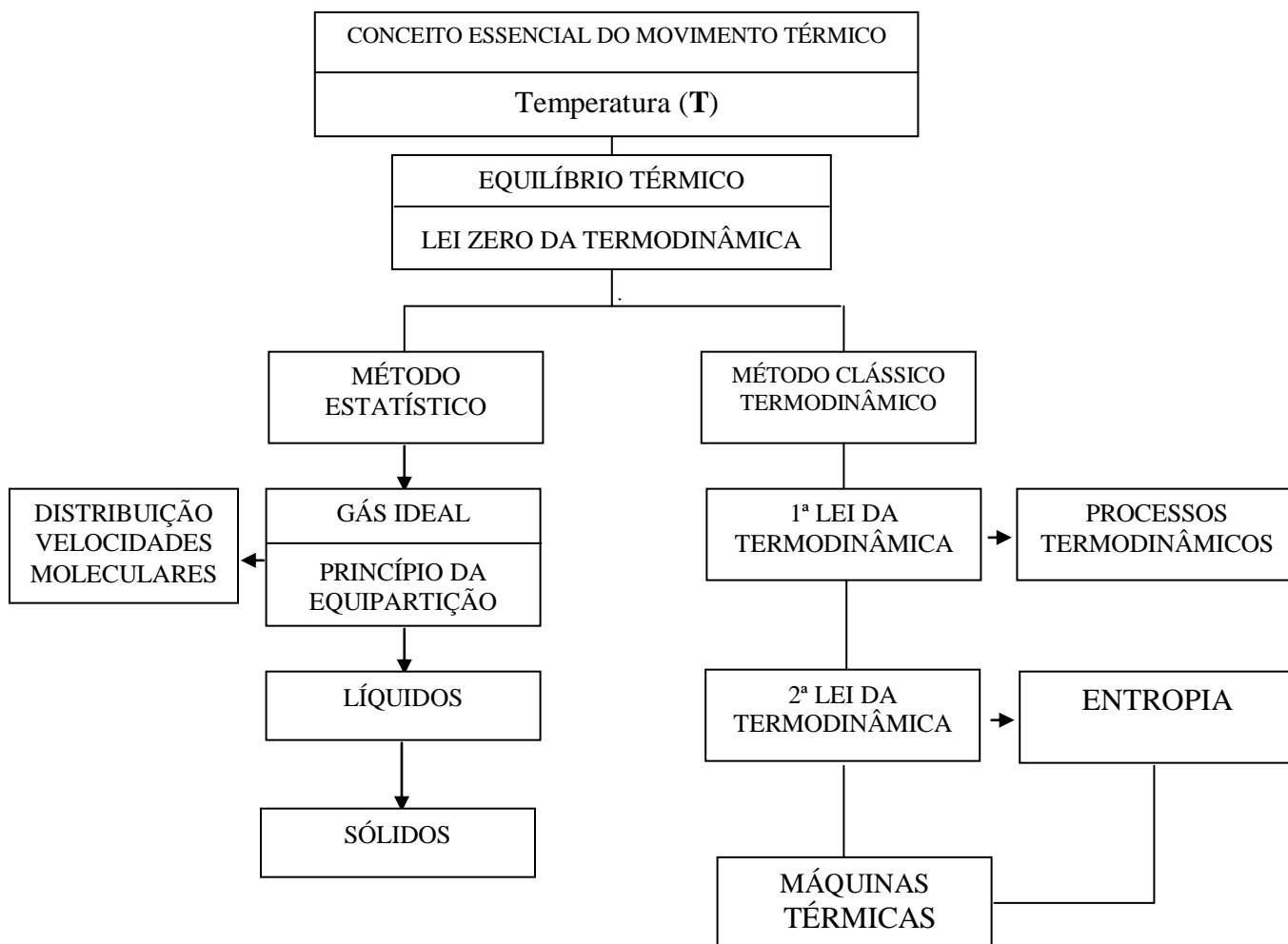
Luz (Conteúdo, Extensão): Configuração de campos elétricos e magnéticos que se propagam.

A seguir são apresentados os esquemas lógicos estrutural-funcionais destes conceitos em correspondência com as etapas do desenvolvimento do quadro físico do mundo, conforme (Esquemas, 3, 4, 5, 6) e o Apêndice 3 que contempla os esquemas do conteúdo da Física para o ensino médio e uma indicação para o aprofundamento para o ensino superior.

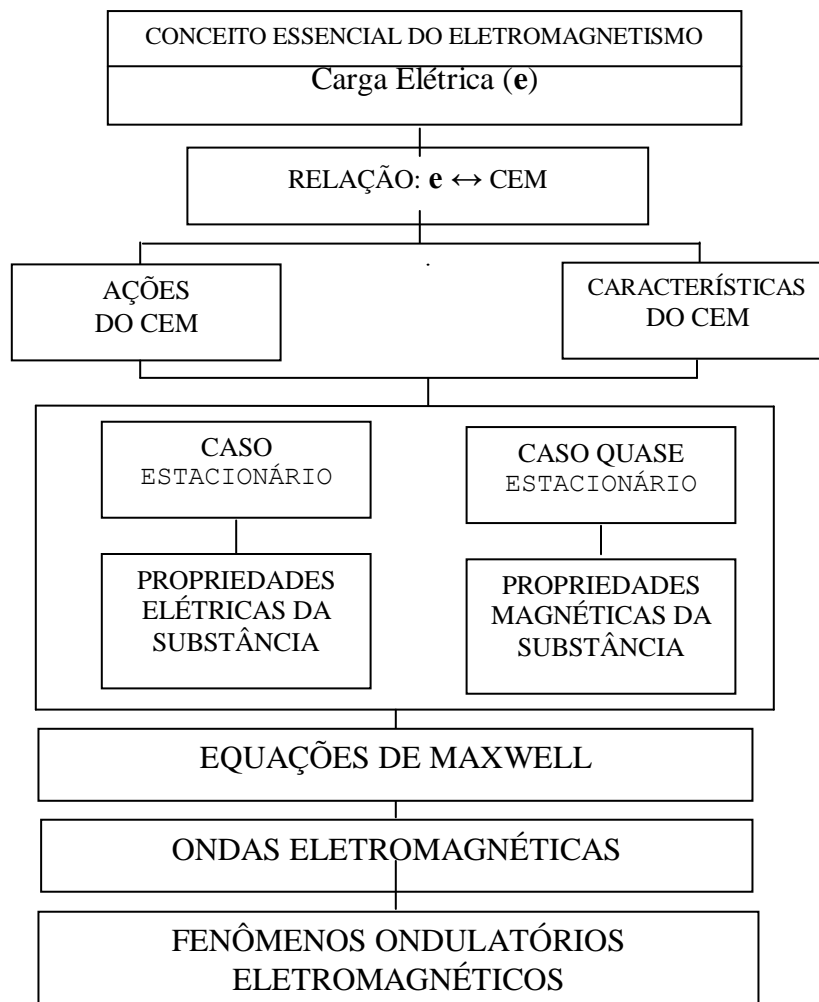
Esquema 3. Esquema lógico estrutural-funcional do movimento mecânico



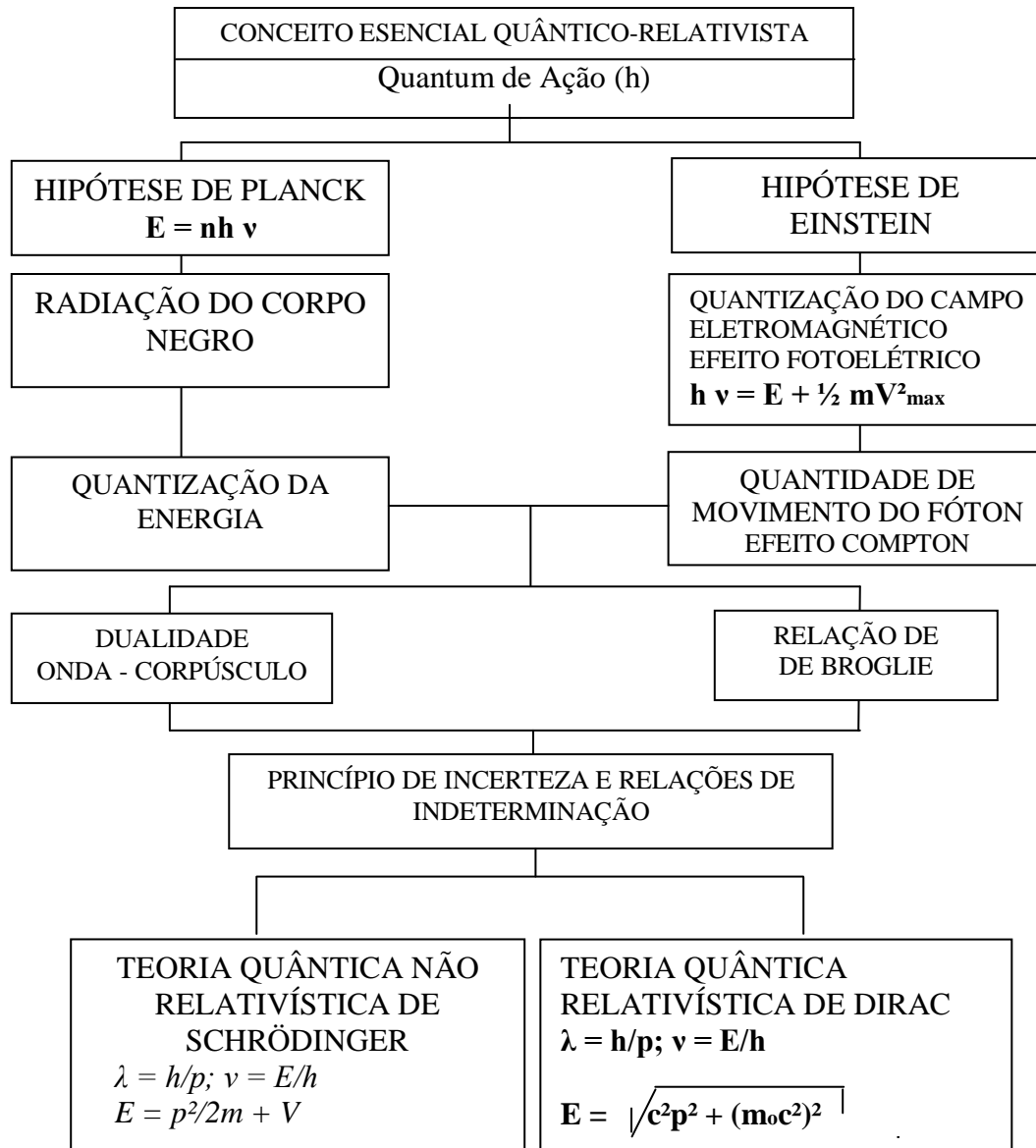
Esquema 4. Esquema lógico estrutural-funcional do movimento térmico



Esquema 5. Esquema lógico estrutural-funcional eletromagnético



Esquema 6. Esquema lógico estrutural-funcional quântico-relativista



Etapas para determinar o Sistema de Conhecimentos

Para o conteúdo de cada disciplina, é necessário precisar os conhecimentos mais gerais ou essenciais que formam a base de toda a estrutura do sistema de conhecimentos, a partir dos quais se infere o resto dos elementos componentes do objeto de estudo. Determinar o núcleo de conhecimentos significa encontrar os elementos do conhecimento – invariantes, conceitos, leis, teorias, modelos, entre outros –, que, em forma de núcleo conceitual, estável e geral, transcendem por sua importância e aplicação o marco do processo de aprendizagem, convertendo-se em base teórica essencial não só para compreender e resolver os problemas gerais e particulares da disciplina, mas também contribuir para a forma de atuação produtiva do indivíduo que aprende. Estes conhecimentos apresentam um alto grau de estabilidade temporal; portanto, uma vez estabelecidos na ciência e expressos de forma modelada no processo de aprendizagem, não mudam essencialmente.

As etapas a serem consideradas para determinar o sistema de conhecimentos são:

- Definir os conhecimentos essenciais da Física, levando em conta os objetivos instrutivos e educativos e a formação do estudante. Os conhecimentos devem ser formulados nos termos das habilidades e das tarefas que o estudante desenvolverá de maneira imediata para resolver problemas e aplicar estes conhecimentos de forma inteligente, considerando que os objetivos educativos devem concretizar, na formação dos estudantes, os objetivos gerais definidos para qualquer egresso da educação fundamenta, média e superior;
- Estruturar o conteúdo do objeto de estudo a partir dos invariantes do sistema de conhecimentos;
- Comprovar se o modelo é sistematicamente derivável e integrável a partir dos invariantes, selecionando os componentes que melhor respondem aos objetivos de cada um dos níveis de sistematicidades.

Com base nessas etapas, é possível determinar o sistema de conhecimentos do conteúdo de uma disciplina que demanda conhecimentos necessários para a formação do estudante, para responder às exigências contemporâneas.

O conhecimento da ciência, cultura ou tecnologia assim elaborado é expresso por meio de conceitos e termos fundamentais sem os quais não se pode compreender nenhum texto: nem os conceitos da linguagem natural que refletem a atividade cotidiana, nem os científicos. Essa nova forma de tratar o conteúdo garantirá a constante atualização do processo de aprendizagem. Isso aumentará a efetividade do ensino, que, em síntese, tem como ponto central a aprendizagem transformadora por parte do estudante.

Sistema de Habilidades

As habilidades constituem um subsistema do conteúdo, o produto da aprendizagem com características próprias e uma maneira de regular a atividade do sujeito. No plano didático, a habilidade é o modo de interação do sujeito com os objetos; é o conteúdo das ações que o sujeito realiza integrado por um conjunto de operações cujo objetivo se assimila através da atividade do processo de aprendizagem. Os componentes executores e indutores da habilidade são: o sujeito que interage, desenvolvendo a habilidade; o objeto sobre o qual se atua; o objetivo com o qual se atua; e um sistema de operações que constituem sua estrutura. As habilidades se identificam, no plano psicológico, com as ações

que devem ser dominadas no processo de aprendizagem. Constituem as ações apropriadas pelo sujeito. Essas ações, ao serem levadas ao processo de aprendizagem, são modeladas e se convertem conjuntamente com os conhecimentos e os valores no conteúdo desse processo.

A ação (plano psicológico), uma vez adquirida pelo sujeito por meio de um processo de aprendizagem (plano didático), transforma-se em habilidade desse sujeito. Em outro nível, estão as operações e os procedimentos. As operações constituem a estrutura técnica das ações e das habilidades, e os procedimentos, a estrutura dos métodos. Na instrumentalização do processo de aprendizagem, na atividade que neste se produz, o estudante, sujeito que aprende, não só se apropria do sistema de conhecimentos, métodos e lógica que o leva ao conteúdo como expressão do objeto da ciência, cultura ou tecnologia, para utilizá-lo como referência de variadas situações, mas também, ao longo desse processo, sistematiza habilidades, realizando-as de forma cada vez mais aperfeiçoada, generalizada, com maior racionalidade, apoiando-se em toda a sua experiência anterior.

As habilidades, como um subsistema do conteúdo, da mesma forma que o do conhecimento, necessitam da precisão de seus níveis de estruturação, de acordo com os quais se sistematizam. Esses níveis são os seguintes: o de habilidade elementar, automatizada, aperfeiçoada e generalizada (TALIZINA, 1984).

O primeiro nível é caracterizado pelas habilidades elementares, que são o conteúdo daquelas ações do sujeito baseadas em conhecimentos elementares relativos a um objeto de estudo concreto, próprio da ciência, da tecnologia ou de uma área da cultura. Temos como exemplo as habilidades lógicas e as motrizes.

O segundo nível é caracterizado pelas habilidades que, através de um processo de exercício, são automatizadas, o que implica enfrentar situações de igual grau de complexidade, sendo o sujeito cada vez menos consciente de suas ações por formar hábitos.

O terceiro nível é caracterizado pelo aperfeiçoamento das habilidades no decorrer do processo de aprendizagem através de um procedimento consciente, que permite executar ações teóricas e práticas ao serem enfrentadas situações de maior complexidade e generalização, o que conduz o sujeito à formação de habilidades aperfeiçoadas.

Como último nível, temos as habilidades generalizadas, que são o conteúdo das ações constituídas com base em habilidades mais simples, com qualidade de operações. Por meio dessa apropriação, o sujeito pode encontrar a solução de múltiplos problemas particulares.

Esta estruturação é desenvolvida fundamentalmente por disciplinas que, ao serem sistematizadas através dos conteúdos do currículo, constituirão no plano didático as habilidades adquiridas pelos estudantes.

Capítulo 4

Ações da Atividade de Estudo

O começo do ensino e da educação escolar é um momento de mudança essencial na vida da criança. Seus sintomas externos se observam na organização da vida da criança, em novas obrigações que tem como estudante.

“Contudo, este momento de mudança tem uma profunda fundamentação interna; com o ingresso na escola, a criança começa a assimilar os rudimentos das formas mais desenvolvidas da consciência social, ou seja, a ciência, a arte, a moral, o direito, aqueles que estão ligados com a consciência e o pensamento teórico das pessoas. A assimilação dos rudimentos desta forma de consciência social pressupõe que as crianças realizam uma atividade adequada à atividade humana, historicamente encarnada nelas. Esta atividade das crianças é a atividade de estudo” (DAVIDOV, 1988 p.158).

O termo atividade de estudo, que designa um dos tipos de atividade reprodutiva (atividade reprodutiva deve ser interpretada para significar reelaboração das práticas sociais historicamente desenvolvidas, por exemplo, quando o estudante aprende um conceito físico, esta reelaborando o conhecimento descoberto pela ciência Física) das crianças, não deve identificar-se com o termo aprendizagem. Como se sabe, as crianças aprendem em formas diversas de atividade, tais como em jogos, no esporte, entre outras. A atividade de estudo tem um conteúdo e uma estrutura especial e é necessário diferenciá-la de outros tipos de atividade que as crianças realizam, tanto na idade escolar inicial, como em outras idades (por exemplo, é necessário diferenciar as atividades lúdicas e a social-organizativa).

Além disso,

“na idade escolar inicial, as crianças realizam os tipos enumerados de atividades e várias outras, porém a orientadora e principal é a de estudo: ela determina o surgimento das principais neoformações psicológicas da idade dada, define o desenvolvimento psíquico geral dos estudantes de menor idade e a formação de sua personalidade em conjunto. Nos estudantes de menor idade, durante o processo de formação da atividade de estudo, se constitui e se desenvolve uma importante neoeestrutura psicológica: as bases da consciência e do pensamento teóricos, além das capacidades psíquicas como: a reflexão, a análise e a planejar ações” (DAVIDOV, 1988 p. 159).

Para Vygotsky, “o ensino realiza seu papel orientador no desenvolvimento mental, antes de tudo, através do conteúdo dos conhecimentos assimilados” (VYGOTSKY apud DAVIDOV, 1988 p. 172). Concretizar estas ideias corresponde a assinalar que o caráter desenvolvidor da atividade de estudo, como atividade orientadora na idade escolar, está vinculado com o fato de que seu conteúdo são os conhecimentos teóricos, cuja assimilação é realizada pelos estudantes durante a solução de tarefas de estudo por meio de ações especiais.

Desta forma, a análise lógica e psicológica da atividade dos estudantes consiste em construir um sistema de ações de estudo, com o qual se poderá resolver o conjunto de situações-problema. Em função destas análises é possível caracterizar dois tipos particulares de problemas no ensino da Física: um decorrente da aprendizagem dos conteúdos e o outro, no momento da resolução de problemas concretos e práticos da ciência Física.

Para os problemas decorrentes da aprendizagem, apresenta-se como solução a Base Orientadora da Ação, orientando para a solução de todos os problemas de determinada classe. Esta Base Orientadora da Ação também assume no momento da resolução de problemas concretos e práticos características particulares, em função de cada situação-problema dessa classe.

Neste contexto, o processo ensino-aprendizagem de uma disciplina de Física deve fundamentar-se em um método científico, conduzindo os estudantes a uma atividade típica de pesquisa científica. Essa atividade de ensino e pesquisa da Física, através de uma atividade de estudo, adequa-se a um conteúdo elaborado e já adquirido pela ciência Física, adaptado para aulas e referente a um tema de estudo, através da análise lógica da disciplina e da análise lógica e psicológica da atividade do estudante, por meio de ações intelectuais ou práticas. Sendo assim, é necessário estabelecer uma relação entre os novos conceitos e os conceitos e conhecimentos existentes no estudante, ou com alguma experiência anterior acumulada por este sujeito.

A atividade de estudo permite ao professor introduzir as bases para a formação das habilidades do pensamento teórico. Isto pressupõe o desenvolvimento das capacidades de: reflexão – habilidade para passar do exame dos resultados de suas ações para o esclarecimento em si de suas realizações; análise – habilidade para diferenciar em seus conhecimentos e ações o fundamental e o derivado, o que é principal e o que é secundário; e planejar ações – habilidade para orientar-se corretamente em atividades conjunta e própria (DAVIDOV; SLOBÓDCHIKOV, 1991). Nesta perspectiva, o objetivo do professor é levar a criança a dar forma ao pensamento teórico através do qual um problema pode ser resolvido em uma atividade de estudo (GARNIER, 1996).

A ideia do ensino desenvolvidor através da atividade de estudo é a de que o estudante faça pesquisa enquanto desenvolve as ações de estudo, presentes na transformação teórica, na modelação e na experimentação do objeto de estudo, em que o professor intervém ativamente por meio de tarefas nos processos mentais das crianças e produz novas formações por meio dessa intervenção. A atividade de estudo só ocorre quando há a transformação criativa do material de estudo – a assimilação dos conceitos transmitidos verbalmente não é atividade de estudo.

A resolução de uma atividade de estudo supõe a realização das seguintes ações de estudo pelos estudantes (DAVIDOV, 1988; SEMENOVA apud GARNIER, 1996; ARRUDA, 2001, 2003):

- a) Transformação do objeto de estudo com o fim de ressaltar as relações fundamentais do sistema analisado;
- b) Modelo ou materialização da relação levantada, sob forma de objetos, desenhos ou símbolos;
- c) Experimentação ou transformação do modelo dessa relação, a fim de estudar as suas propriedades intrínsecas;
- d) Construção do sistema de tarefas particulares a resolver por um procedimento geral;
- e) Controle sobre o cumprimento das ações anteriores; e

f) Avaliação da assimilação do procedimento geral, como resultado da solução de um problema de aprendizagem.

Sendo que cada uma destas ações é composta pelas correspondentes operações, cujo conjunto muda, conforme as condições concretas em que se resolve uma ou outra atividade de estudo (DAVIDOV, 1988). As ações de estudo examinadas são dirigidas em essência a que, mediante sua realização, os estudantes descubram as condições de surgimento do conceito que eles vão assimilando.

Este conjunto de ações compreende diversas etapas, cada uma das quais com seu próprio problema de aprendizagem a ser resolvido:

- a) A primeira etapa permite aos estudantes aprender a avaliar o seu modo de ação atual, que se mostra necessário para resolver uma nova classe de problemas, ou seja, o estudante interpreta as particularidades da tarefa e desenvolve a análise lógica do conhecimento necessário para encontrar as propriedades essenciais, que estão sujeitas à lei e às relações que existem entre os objetos. Essa etapa prevê, também, que nas condições das situações reais os estudantes sejam levados a realizar um novo modo de ação, que acarreta a elaboração de uma estrutura operacional. Pode-se dizer que se trata da etapa da motivação da atividade de aprendizagem e da concepção da resolução da atividade de estudo;
- b) A segunda etapa visa à valorização e à abstração da relação essencial que constitui o modo geral de ação, por meio de uma transformação das condições da situação material proposta e da construção de um modelo que fixe essa relação;
- c) A terceira etapa tem por objetivo estudar as propriedades da relação anteriormente levantada, o que se dá através da transformação dos modelos, experimentação ou simulação;
- d) A quarta etapa, estabelece-se um sistema de problemas particulares, que é possível resolver aplicando o modo geral de resolução;
- e) Por fim, na quinta etapa, pretende-se que seja aplicado o modo geral para resolução de problemas dados.

Com base neste aporte teórico é possível desenvolver algumas bases orientadoras para realização de atividades de estudo da Física.

Bases orientadoras para realizar uma atividade de estudo

A atividade de estudo busca orientar o estudante para a solução das ações de estudo. Nessa orientação, temos as seguintes ações: transformação, modelação, experimentação, controle e avaliação. A seguir, são descritas bases orientadoras para realização de uma atividade de estudo.

Atividade de Estudo Tipo 1

Esta base orientadora para realização de uma atividade de estudo se aplica a um conjunto de objetos concretos e, portanto, permite ao estudante chegar a uma orientação para cada caso particular, a partir de um esquema geral.

Transformação

Dirige-se à investigação e à descoberta da relação real entre as condições da tarefa.

Essa relação é a base geral e a fonte das peculiaridades da tarefa dada e de todas as tarefas similares. Esta ação requer a interpretação do objeto de estudo e das particularidades da tarefa de estudo. Para compreender a atividade de estudo, é necessário estabelecer uma forma de isolar sua essência, eliminando os elementos que possam confundir ou impedir sua solução. Para isso, realizamos a transformação do objeto da atividade de estudo.

Modelação

Consiste em construir modelos do objeto de estudo a partir da linguagem científica, a modelagem da atividade de estudo equivale a representar de forma esquemática ou simbólica-matemática o planejamento do que está escrito nela, bem como as condições, os dados, as questões e as solicitações.

Entre as características da modelagem de uma atividade, as mais importantes são:

- a) Representar do modo mais exato possível a situação-problema proposta pela atividade de estudo, utilizando uma forma esquemática (gráfica) ou a generalização simbólica;
- b) Definir os atributos necessários e suficientes para a possível solução;
- c) Adequar o conteúdo do estudo ao modelo físico, utilizando o máximo de rigor possível.

É conveniente explicitar que, ao converter o estudante em “aprendiz de sua aprendizagem”, dando-lhe instrumentos para sua transformação e ensinando-lhe os mecanismos de procedimento de ação, ele se torna capaz de enfrentar com independência não somente as atividades de estudo da física, mas também de qualquer outra disciplina. Além disso, a modelagem é um poderoso instrumento de análise que consolida a essência do conteúdo físico para a experimentação.

Experimentação

Corresponde a outra parte do processo de aprendizagem utilizado pelo professor para alcançar os objetivos propostos na atividade de estudo. A experiência de Física requer, como a modelagem da atividade, um planejamento e os meios que garantam sua execução e facilite a atividade de professores e estudantes. Para compreender o fenômeno de natureza física, utiliza-se sua reprodução – de forma controlada – em laboratório específico ou em sala de aula.

Descrevemos a seguir as ações destinadas a que a experimentação se torne um procedimento metodológico para a condução de uma pesquisa científica, dentro do processo de aprendizagem da Física:

- a) Conceber a experimentação como uma resposta a determinadas perguntas ou como parte da solução de um problema – a modelação. Ou ainda, como uma alternativa para controlar as hipóteses formuladas ao tratamento de um conteúdo da disciplina de Física, utilizando um procedimento de caráter investigativo;
- b) Elaborar a idéia básica da experiência com apoio na modelação. Imaginar e ensaiar, no plano mental, situações que possam ser usadas para contrastar as hipóteses formuladas;
- c) Detalhar o procedimento, os materiais, os instrumentos e, em geral, a montagem a ser realizada, avaliando a possibilidade de conseguir, por meio deles, os efeitos ou resultados previstos. Considerar a maneira de tornar desprezíveis os efeitos não-desejáveis. Pensar no modo concreto em que serão realizadas as diversas medições e serão processados os dados;
- d) Realizar a experiência, ou seja, montar a instalação projetada, reproduzir o fenômeno previsto, fazer as medições;

- e) Analisar os resultados à luz das hipóteses formuladas, do conjunto de conhecimentos disponíveis e dos resultados aceitos pela comunidade científica, favorecendo a revisão do experimento, das hipóteses ou, ainda, do problema inicialmente proposto;
- f) Refletir sobre as possíveis perspectivas abertas pela experiência realizada, abordar em diferentes aspectos a situação física examinada, generalizar e elaborar novas perguntas, conceber seu traslado a outros contextos e aplicabilidade, levar em conta os fatores inicialmente considerados, conceber outros possíveis experimentos, procedimentos de medição, tratamento de dados etc.

Controle

Assegura ao estudante a correção do cumprimento de todas as ações anteriores.

Avaliação

Permite determinar se o estudante assimilou (e o quanto assimilou) o procedimento geral de solução da tarefa de estudo dada e de suas múltiplas modificações.

Assim, a organização correta da atividade de estudo consiste em que o professor, apoiando-se na necessidade e disposição dos estudantes de dominar os conhecimentos teóricos, saiba apresentar em um material a tarefa de estudo que possa ser resolvida por meio das ações correspondentes.

Atividade de Estudo Tipo 2

Esta atividade tem como objetivo propor uma situação-problema e a partir dela encontrar, através da modelagem e da experimentação da atividade de estudo, os conceitos essenciais e generalizados implicados na solução do objeto de estudo. Sua orientação é fundamentar o conhecimento físico da atividade de estudo e formular a tarefa correspondente, apresentando, para tanto, as seguintes etapas:

- a) Analisar a tarefa de estudo proposta, fazer a transformação, a representação e a solução do problema e descrever os elementos essenciais para essa solução;
- b) Modelar o objeto de estudo: definir as grandezas e atributos necessários e suficientes e construir o conceito físico e a formulação matemática da solução do problema;
- c) Realizar a experimentação do modelo planejado, reproduzir o fenômeno previsto, fazer as observações e medições e registrar os dados;
- d) Analisar os resultados da experimentação em relação ao conhecimento disponível da ciência física, favorecendo a revisão da modelação inicialmente elaborada;
- e) Elaborar um informe que sintetize a atividade (ações fundamentais) realizada, ressaltando os aspectos de maior interesse e relevância resultantes da experimentação, a fim de ser apresentado e discutido ao final da atividade de estudo;
- f) Generalizar o conceito estudado e refletir sobre ele, aprofundar em diferentes aspectos a situação física examinada e conceber sua translação a outros contextos e aplicabilidade.

Atividade de estudo tipo 3

Esta atividade objetiva apresentar o fenômeno físico estudado e, a partir daí, definir os conceitos implicados e caracterizar os elementos e as propriedades essenciais de tal fenômeno. Como orientação inicial demonstrar o fenômeno físico a partir dos elementos essenciais e da inter-relação entre o modelo, o formalismo matemático e a fenomenologia do conceito considerado. Estrutura-se nas seguintes etapas:

- a) Conceber a realização da tarefa de estudo como resposta a certas perguntas ou como parte da solução de um problema;
- b) Identificar as grandezas, as propriedades essenciais e os parâmetros do fenômeno observado, bem como definir seus elementos essenciais e seu conceito;
- c) Formular uma situação-problema do objeto estudado;
- d) Analisar a situação-problema, fazer a transformação e descrever os fatores essenciais para essa solução;
- e) Modelar o objeto de estudo: definir as grandezas, os parâmetros e os atributos necessários e suficientes e elaborar o modelo da solução do problema;
- f) Realizar a experimentação do modelo planejado ou simular a formulação matemática – modelação – da solução do problema, reproduzir o fenômeno previsto, fazer as observações e as medições e registrar os dados;
- g) Analisar os resultados da experimentação ou simulação em relação ao conhecimento disponível da ciência Física, favorecendo a revisão da modelação inicialmente elaborada;
- h) Elaborar o esquema lógico dos conceitos implicados na atividade de estudo;
- i) Generalizar o conceito estudado e refletir sobre ele, aprofundar em diferentes aspectos a situação física examinada e conceber sua translação a outros contextos e aplicabilidade.

Atividade de estudo tipo 4

Essa atividade apresenta os seguintes objetivos:

- 1) Utilizar a pesquisa extraclasse como método de aprendizagem;
- 2) Levar o estudante a articular o conhecimento físico com o de outras áreas e ser capaz de contextualizar e pesquisar as situações que contenham aspectos sociais, físicos e/ou tecnológicos relevantes;
- 3) Realizar uma pesquisa de caráter científico como parte do processo de aprendizagem da física – a partir do conteúdo dessa disciplina – e elaborar um estudo de modo a utilizar o método científico na solução do problema em determinado contexto.

O contexto é uma situação concreta de relevância e atualidade na disciplina, na especialidade ou na sociedade. Tal situação é usada como marco motivacional e condutor para a apresentação, o desenvolvimento e a avaliação de conteúdos temáticos com fins de aprendizagem.

O desenvolvimento da pesquisa realizada nessa atividade de estudo tem como base os seguintes itens:

- a) Antecedentes e contexto do problema de estudo;
- b) Pesquisa bibliográfica;
- c) Elaboração teórica;
- d) Formulação de hipótese;
- e) Modelagem;

- f) Experimentação;
- g) Resultados e conclusões.

Tarefas de estudo

A organização correta das atividades da Física é a proposição, aos estudantes, de tarefas cuja resolução requeira deles a transformação, a modelação e a experimentação, com o material de estudo. Essas tarefas são a base para que os estudantes possam concretizar tais atividades.

A assimilação do conhecimento por meio da atividade de estudo – utilizando a tarefa de estudo – evidencia as características essenciais do fenômeno estudado, proporcionando um conhecimento mais completo e exigindo do estudante uma participação mais ativa e criativa no processo de aprendizagem.

A resolução das tarefas de estudo pode ser realizada através das ações de estudo, utilizando objetos em forma material ou materializada. Ou seja, podem ser utilizados para cada estudante *Kits* de ensino de Física, caso estes estejam disponíveis na escola, podendo ser produzidos com materiais de baixo custo; é possível, também, utilizar esquemas explicativos que configurem o fenômeno envolvido na tarefa, ou objetos disponíveis como instrumentos de ensino.

Por exemplo, o professor pode elaborar o enunciado de uma atividade sobre as leis de Newton e solicitar aos estudantes que a realizem utilizando os materiais disponíveis, como os seus livros, colocando o livro de Física sobre o de Matemática, apoiados sobre sua carteira, para desenvolver as ações de estudo utilizando o modelo de forças que exerce um livro sobre o outro e sobre a carteira; do mesmo modo, se a escola dispõe de lousa digital interativa, cada estudante pode realizar na sua lousa/computador a solução da tarefa e o professor acompanhar o desenvolvimento de cada estudante.

Desta forma, o cenário para o aprendizado da Física através das atividades de estudo pode ser desde um laboratório de alta complexidade, até o ambiente mais simples de uma sala de aula, onde o professor pode usar as estratégias descritas acima, bem como elaborar atividades cujos enunciados contenham uma situação-problema que possa ser resolvida através das ações de estudo. Esta forma de tratar as atividades requer do professor a elaboração da atividade/situação-problema em uma folha de papel, a ser entregue para cada estudante, para resolução; o importante é que o professor saiba orientar as estratégias necessárias para que o estudante assimile os conhecimentos e desenvolva as habilidades e competências ao resolver as ações de uma tarefa de estudo.

No Apêndice 4 são apresentadas oito atividades de estudo e seis atividades experimentais para orientar professores e estudantes na realização destas tarefas. Estas atividades servem de modelo para criação de outras atividades, bem como para orientar o professor quando da elaboração de uma atividade e/ou realização das aulas. A lógica da aula é detalhada no Capítulo 5: Metodologia de ensino.

Capítulo 5

Metodologia de Ensino

Os desafios da prática pedagógica são cada vez maiores e mais complexos na sociedade contemporânea. O ensino tradicional vigente em muitos sistemas convencionais é construído sobre certezas, as quais são avaliadas na visão do professor e na do estudante. Além de ser normativo e prescritivo, esse ensino acompanha a lógica positivista de organização da ciência, em que a teoria precede a prática. “Este método de ensino não apresenta a importância educativa necessária para favorecer o desenvolvimento integral do estudante, ainda que se gastem recursos econômicos e meios materiais para organizá-lo” (DAVIDOV; SLOBODCHIKOV, 1991).

“A história da educação demonstra que existem intenções de projetar processos educacionais em correspondência com as condições histórico-concretas da época a que se referem e em dependência das possibilidades que oferece o desenvolvimento da ciência para o momento, mesmo quando os modelos projetados respondem a diferentes níveis de concreção e a partes também diferentes do processo pedagógico” (SIERRA, 1997 p. 25).

A didática da Física, desenvolvida sob o princípio dialético da unidade teoria-prática, executa ao mesmo tempo funções de caráter educativo e científico. A unidade correta dessa relação exige uma mudança de paradigma da prática pedagógica. Com base nessas concepções, é possível a elaboração teórico-formal de um modelo didático em correspondência com as exigências histórico-concretas, de modo a integrar conhecimentos e habilidades, eliminando a dicotomia teoria-prática e possibilitando a superação das deficiências existentes na preparação dos estudantes.

Organizar a educação escolar visando garantir esta interconexão pressupõe conceber o ensino como processo, norteado por finalidades educacionais claramente estabelecidas e integrando dialeticamente o conteúdo, a organização da atividade cognitiva (ensino) e a assimilação/apropriação do conteúdo (aprendizagem) com os meios e condições necessários à realização dos objetivos do ensino (SAVIANI, 2006).

A modelação científica nos permite obter como resultado um modelo que media a relação entre o sujeito e o objeto real modelado. Modelar um processo pedagógico significa criar uma estrutura em torno da qual se organiza o conhecimento, em que os sujeitos que aprendem podem elaborar objetivamente importantes tarefas de aprendizagem. Trata-se de uma elaboração teórico-formal que, fundamentada cientificamente, interpreta, desenha e ajusta a realidade pedagógica, a qual responde a uma necessidade histórico-concreta.

Desta forma, o desenvolvimento da metodologia de ensino tem como objetivo superar as dificuldades da didática tradicional e da psicologia pedagógica na formação de conceitos e na tarefa de estruturar o conteúdo das disciplinas, bem como propiciar ao educando a possibilidade de participar ativamente no processo de aprendizagem assimilando conhecimentos, desenvolvendo habilidades e competências.

Etapas

A seguir são descritas as etapas específicas desta metodologia em correspondência com as ações da atividade de estudo. Antes de organizar a atividade dos estudantes em cada uma das etapas consecutivas, o professor deve ocupar-se dos motivos que garantam a aceitação pelos estudantes dos conhecimentos e habilidades que se planejam. Isto significa que em cada estudante deve haver um motivo de estudo.

1) MOTIVAÇÃO

A motivação está relacionada com a necessidade de explicitar o motivo pelo qual a disciplina ou o conteúdo é ensinado, ou seja: por que se estuda esta disciplina ou o conteúdo? Qual a função deste conteúdo e sua vinculação social? A atividade do professor nesta etapa consiste em apresentar fatos relevantes, além de problemas previamente elaborados ou fenômenos, através de objetos, ou seja, em forma material ou materializada, esquemas, gráficos, etc.. Com este objetivo, ele pode organizar conversações, relatos, ou demonstrações de experimentos e simulações.

2) BASE ORIENTADORA DA ATIVIDADE DE ESTUDO

A formação da base orientadora da ação tem como objetivo mostrar o conteúdo da atividade de estudo e o método de estruturação do conteúdo da disciplina. Na estruturação do conteúdo da disciplina, parte-se da posição de que, com a lógica de estruturação, o programa deve formar determinado tipo sistêmico de orientação nos fenômenos da realidade estudada. Através da base orientadora dá-se o conhecimento da atividade, bem como dos objetos, dos instrumentos e dos conhecimentos a ela associados, para compreensão dos estudantes. Nesta fase de orientação, o professor é o organizador do ensino que utilizará os instrumentos e informações necessários para viabilizar a assimilação do conteúdo de estudo, bem como as ações da atividade de estudo que está se formando.

3) TRANSFORMAÇÃO TEÓRICA DO OBJETO DE ESTUDO

Esta ação tem como finalidade explicitar certa relação generalizada do objeto dado e/ou instrumento, o que deve ser refletido no correspondente conceito teórico. É importante ressaltar que se trata da transformação do fenômeno e/ou dos dados da tarefa e que tal transformação é orientada a uma finalidade, com o objetivo de encontrar uma relação completamente definida de certo objeto integral, ou seja, a construção de seu conteúdo essencial e do objeto mental concreto.

Nesta etapa, os estudantes (mediados) devem realizar o trabalho de forma independente com a colaboração do professor (mediador), tendo como tarefa principal assimilar todo o conteúdo operacional ao instrumentalizar ou simular o objeto de estudo, assim como fazer conclusões pertinentes a esta ação.

Portanto, a interação na mediação, exige um duplo domínio do professor. O dos saberes em questão em uma tarefa de aprendizagem e o da compreensão dos procedimentos dos estudantes para a atividade dada. A interação supõe que o

professor aceite descentrar-se e entrar na maneira de pensar do estudante. Este possui um saber próprio, pragmático, frequentemente afastado do saber canônico. É importante, pois, que o professor mediador deixe o indivíduo expressar seus procedimentos (PERRAUDEAU, 2009 p. 217).

Esta ação, além de estar relacionada com a atividade de estudo, serve como recurso para a aquisição de habilidades, bem como para assimilar os conhecimentos que se aplicam para a realização destas habilidades, ou seja, o processo de assimilação dos conhecimentos sempre é o processo de sua aplicação em forma de habilidades.

4) MODELO DO OBJETO DE ESTUDO

Esta ação de estudo consiste na modelação em forma de objetos, gráfica ou simbólica da relação generalizada decorrente da transformação do objeto de estudo. É **importante** assinalar que os modelos de estudo constituem o elo internamente imprescindível no processo de assimilação dos conhecimentos teóricos e dos procedimentos generalizados da ação. Além disso, nem toda representação pode ser chamada modelo de estudo, somente aquela que fixe, justamente, a relação generalizada de certo objeto integral e garanta sua análise ulterior.

Portanto, o modelo de estudo representa certa relação geral, achada e diferenciada no processo de transformação do fenômeno ou dos dados da tarefa, o conteúdo deste modelo fixa as características internas do objeto, não observáveis de maneira direta. O modelo do objeto de estudo, como produto da análise mental, pode ser então um meio especial da atividade mental do estudante. Nesta ação podem ocorrer dois modos de interiorização: “em um modo os estudantes podem guardar internamente todo o esquema lógico e atuar como se eles estivessem se aproveitando da imagem ilustrativa; em outro modo, não vêem o esquema internamente, porém segue uma ordem lógica – eles atuam logicamente” (GARDNER, 1994).

Nesta ação, o estudante realiza independente e consciente as operações, concretizando o trabalho desenvolvido pela transformação do objeto de estudo.

5) TRANSFORMAÇÃO DO MODELO

A transformação do modelo é uma ação que tem como fim estudar a propriedade da relação generalizada do objeto modelado. Transformando e reconstruindo o modelo, os estudantes têm a possibilidade de estudar as propriedades essenciais da relação geral do objeto de estudo. O trabalho com este modelo aparece como o processo pelo qual se estudam as propriedades da abstração substancial (teórica) da relação geral. A orientação dos estudantes em direção à relação generalizada do objeto integral estudado serve de base para que neles se forme certo procedimento geral destinado a aplicar os dados e a resolver a tarefa de estudo.

As ações de transformação do objeto, modelo do objeto e transformação do modelo exigem um trabalho individual: *a habilidade de pensar e de aprender* do estudante, a quem devem ser aplicadas tarefas, que, por um lado, transformem algumas ações em habilidades e hábitos, e, por outro lado, sejam utilizadas para a busca individual por novas situações; aí se exige obter um alto grau de generalização, independência e consciência da atividade que se forma. Tais transformações revelam, em um material de estudo, as relações interiores e

essenciais, cujo exame permite ao estudante seguir a origem de todas as manifestações externas do material instrumentalizado a ser assimilado.

6) CONTROLE

A ação de estudo de controle consiste em determinar a correspondência de outras ações de estudo com as condições e exigências da tarefa de estudo. Permite ao estudante, ao mudar a composição operacional das ações, explicitar sua relação com as peculiaridades dos dados da tarefa a resolver e do resultado obtido.

A alta efetividade do ensino é consequência de um controle correto constituído para este fim. Além disso, uma vez preparados os materiais, é possível utilizá-los com particularidade. Assim, o controle sistemático da assimilação e a introdução, no tempo adequado, das correções correspondentes neste processo, são as condições fundamentais da gestão efetiva do processo de assimilação dos conhecimentos.

7) AVALIAÇÃO

A ação de avaliação permite determinar se foi assimilado (e em que medida) ou não o procedimento geral de solução da tarefa de estudo dada, bem como se o resultado das ações de estudo corresponde (e em que medida) ou não a seu objetivo final. Ao mesmo tempo, a avaliação não consiste na simples constatação destes momentos, mas sim no exame qualitativo do resultado da assimilação (do procedimento geral da ação e do conceito correspondente), em sua confrontação com a finalidade. A avaliação “informa” aos estudantes se conseguiram ou não resolver a tarefa de estudo dada. “A atividade de estudo e alguns de seus componentes (em particular, o controle e a avaliação) se realizam graças a uma qualidade tão fundamental da consciência humana, que é a reflexão” (DAVIDOV,1988).

8) ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE TAREFAS

A elaboração de um sistema de tarefas particulares propicia aos estudantes concretizar a tarefa de estudo inicial e convertê-la na diversidade de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral, assimilado durante a realização das ações de estudo anteriores com ênfase na experimentação. O caráter eficaz deste procedimento se verifica, justamente, na solução das tarefas particulares; os estudantes as enfocam como variantes da tarefa de estudo inicial e imediatamente separam em cada uma a relação geral, orientando-se por aquela em que podem aplicar o procedimento geral de solução assimilado.

As ações de estudo examinadas são dirigidas em essência a que, mediante sua realização, os estudantes descubram as condições de surgimento do conceito que eles vão assimilando.

O Apêndice 1 detalha a metodologia com as etapas do processo de assimilação, fundamental para a instrumentalização do processo ensino-aprendizagem, tanto na visão do professor, quanto na visão do estudante.

Planejamento Docente

A orientação da atividade docente é fundamental para o êxito do processo de aprendizagem. Para isto, é necessário elaborar o planejamento das ações que serão desenvolvidas ao longo do processo de assimilação. Assim, é necessário elaborar:

- a) O plano do curso para ser apresentado para análise, aprovação e assinatura do coordenador pedagógico do curso;
- b) O esquema lógico estrutural-funcional e/ou genético do conteúdo a ser ministrado. O esquema é o fundamento do desenvolvimento da abordagem conceitual do conteúdo a aprender;
- c) O texto em conformidade com o esquema lógico estrutural-funcional e/ou genético do conteúdo – objeto de estudo, ou seja, desenvolver o conteúdo do geral para o particular;
- d) As atividades de estudo e seus respectivos instrumentos;
- e) As tarefas de estudo (situações-problema) que serão desenvolvidas pelos estudantes, quer seja em classe ou extraclasse;
- f) O plano de aula a ser desenvolvido pelo professor.

Plano de Aula

O plano de aula constitui uma orientação importante para a docência, pois, ao planejar, o professor determina a direção do processo de assimilação, viabilizando assim a inter-relação de seus elementos, em correspondência com o objetivo do ensino. Os elementos constituintes do plano de aula são descritos a seguir:

- Nome da disciplina;
- Tempo estimado da aula;
- Objeto de estudo;
- Conteúdo: sistema de conhecimentos e sistema de habilidades;
- Objetivos: objetivos instrutivos e objetivos educativos;
- Metodologia de ensino;
- Meios de ensino necessários para instrumentalizar o processo de assimilação;
- Tarefas de estudo;
- Avaliação;
- Referências bibliográficas.

A especificidade do plano de aula é a sua operacionalização, onde os objetivos estão dirigidos à assimilação do conhecimento e à aquisição de habilidades por parte dos estudantes e os conteúdos são mais particularizados.

O efetivo plano de aula está em considerar como interdependentes os elementos que o constituem, bem como a ação do professor ao direcionar de forma sistemática as ações da atividade de estudo. O planejamento adequado do processo docente contribui para garantir os objetivos do ensino e a obtenção de maior efetividade e qualidade no processo de aprendizagem.

Elaboração do Plano de Aula

Disciplina: _____ Período: _____

Conteúdo: _____ Tempo de aula: _____

1) Descrição da atividade de estudo a ser realizada:

2) Conhecimento prévio sobre o conteúdo da atividade de estudo:

3) Conhecimentos e Habilidades que preciso saber para realizar a atividade de estudo:

4) Conceitos essenciais necessários para realização da atividade de estudo:

5) Planejar as ações que devo realizar antes de iniciar a atividade de estudo;

6) Ao concluir a atividade de estudo o estudante assimila os seguintes conhecimentos:

7) Ao concluir a atividade de estudo o estudante desenvolve as seguintes habilidades:

8) Ao concluir a atividade de estudo o estudante adquire as seguintes competências:

9) Meios necessários para realização da atividade de estudo:

10) Refletir sobre as possíveis perspectivas abertas pela atividade de estudo realizada:

11) Abordar em diferentes aspectos a situação física examinada, generalizar e elaborar novas perguntas, conceber seu transporte a outros contextos e aplicabilidade:

12) Com base nos fatores inicialmente considerados, conceber outras possíveis atividades de estudo:

13) A resolução da atividade de estudo requer o cumprimento das seguintes ações:

a) Transformação do objeto de estudo/Interpretação das propriedades essenciais do objeto de estudo e da lógica da solução; b) Modelo do objeto de estudo; c) Transformação do modelo do objeto de estudo; d) Construção de tarefas de estudo a resolver por um procedimento geral; e) Controle sobre o cumprimento das ações anteriores; e f) Avaliação da assimilação dos conceitos ao resolver a atividade de estudo.

14) Observações:

Conclusões

A necessidade de compatibilizar a educação e a instrução com o contexto contemporâneo exige das instituições de ensino esforços efetivos para realizar um ensino que promova a integração dos conteúdos científicos aos processos de pensamento do estudante e os motive a participarem ativamente do processo ensino-aprendizagem, desenvolvendo habilidades, competências, valores e hábitos de conduta necessários para atuar na sua vida produtiva.

A formação de habilidades cognitivas assume um papel importante no contexto da sociedade contemporânea, por ser uma sociedade de aprendizagem em que as mudanças ocorrem em intervalos de tempo cada vez menores exigindo uma capacidade criativa e de adaptação do indivíduo ao seu contexto sociocultural.

Desta forma, o desenvolvimento de habilidades teóricas do pensamento dos estudantes exige novas formas de realizar a educação e a instrução. Sem uma orientação científica, desenvolver-se-á nos estudantes uma formação inadequada/empírica, pois estes, em geral, não conhecem os procedimentos e as ações formativas indispensáveis para formar habilidades do pensar e do aprender.

A aprendizagem desenvolvidora consiste em propor ao estudante atividades de estudo que proporcionem a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades, tanto cognitivas, como em relação ao objeto de estudo. Os conhecimentos adquiridos no processo da atividade de estudo e na forma de autênticos conceitos teórico-científicos refletem, por essência, as propriedades internas dos objetos e asseguram que o estudante se oriente por eles na resolução de tarefas práticas.

Assim, o conteúdo de estudo deve favorecer a formação, nos estudantes, do pensamento teórico que se forma durante a realização da atividade de estudo. Por isso, é indispensável elaborar o conteúdo de acordo com os métodos estrutural-funcional e/ou genético em correspondência com as particularidades e com o desenvolvimento das ações da atividade de estudo.

O ensino, por meio da atividade de estudo, demonstra que a relação entre a solução de tarefas, em que se usa a transformação/interpretação, a modelação, a experimentação e/ou a simulação em sala de aula por parte dos estudantes, faz com que este tenha um papel ativo no processo de aprendizagem e consolida a verificação da atividade teórica e prática do ensino.

Adotar este método de aprendizagem da Física baseado na concepção sistêmica estrutural-funcional dos conteúdos a partir dos invariantes – com enfoque fenomenológico dos conceitos físicos e utilizando a atividade de estudo como metodologia de trabalho fundamental – permitirá desenvolver o pensamento teórico dos estudantes e, conseqüentemente, a capacidade de generalização dos conhecimentos adquiridos. Os aspectos fundamentais obtidos são (ARRUDA, 2003):

- Desenvolver habilidades práticas e teóricas por parte dos estudantes, fazendo com que eles concebam suas próprias ideias em relação ao conhecimento dos conceitos científicos da física e comprovem sua capacidade para resolver problemas à imagem e semelhança dos problemas científicos;
- Desenvolver níveis superiores das capacidades cognitivas do pensamento teórico e criador do estudante;

- Consolidar, nos estudantes, a concepção científica do mundo, utilizando o quadro físico como elemento orientador e assegurando que a Física constitui um embasamento científico e uma importante ferramenta de trabalho.

O foco principal é o detalhamento do processo de assimilação – ações da atividade de estudo, a estruturação do conteúdo a ensinar, a formação de habilidades e competências que viabilizam a aprendizagem desenvolvida e a formação do pensamento teórico. A partir dessa concepção didática, é possível estabelecer uma aprendizagem cientificamente elaborada, levando-se em conta a importância da educação para o desenvolvimento da sociedade.

Referências Bibliográficas

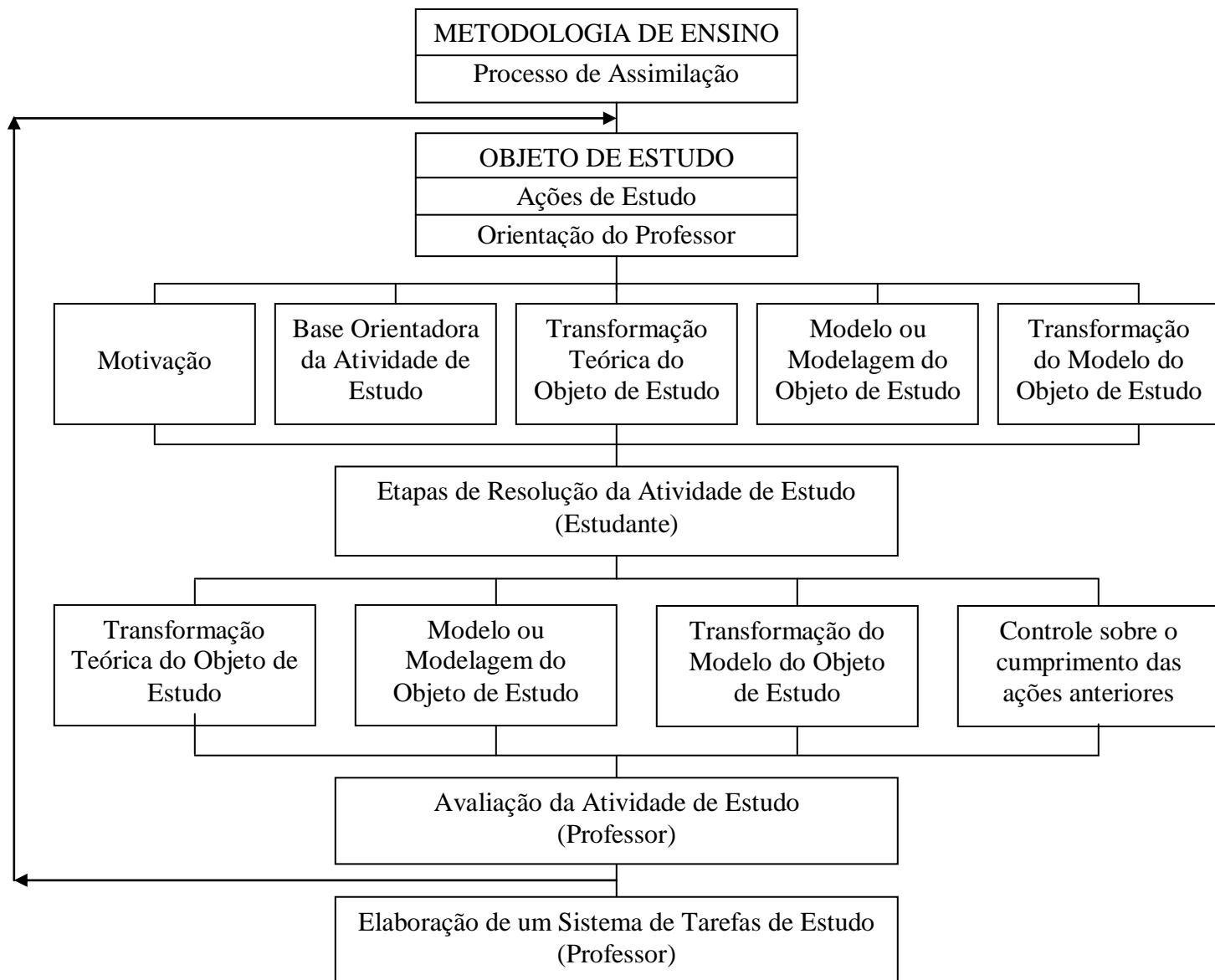
- 1 ARRUDA, J.R.C. Un modelo didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la física. Revista Brasileira de Ensino de Física, mar. 2003, v. 25, n. 1, p. 86-104.
- 2 _____. Modelagem do processo de aprendizagem na educação superior: um enfoque no contexto da Física. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007.
- 3 _____. Qualidade curricular no contexto da Teoria da atividade. Meta: Avaliação. Rio de Janeiro, maio/ago. 2010 v.2, n.5, p. 196-233.
- 3 _____. Tecnologia concreta de ensino: uma contextualização da Física. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2011. e-Book (Educação e Ensino).
- 4 _____; MARIN, J. A. Un sistema didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la física. Revista Brasileira de Ensino de Física, set. 2001, v. 23, n. 3, p.329-350.
- 5 BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília, 1999.
- 6 DANILOV, M. A. ; SKATKIN, M. N. *Didáctica de la escuela media*. Moscou: Progreso, 1978.
- 7 CARUSO, F. ; OGURI, V. Física moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- 8 DAVIDOV, V.V. Tipos de generalización en la enseñanza. Moscou: Progreso, 1974.
- 9 _____; La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico, investigación psicológica teórica y experimental. Moscou: Progreso, 1988.
- 10 _____.; SLOBODCHIKOV, V. I. La enseñanza que desarrolla en la escuela del desarrollo. In MUDRIK, A. V. La educación y la enseñanza: una mirada al futuro. Moscou: Progreso, 1991.
- 11 GARDNER, H. *Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas*. Trad. Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- 12 GARNIER, C. *Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista*. Escola russa e ocidental. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

- 13 KELLER., F.J.; GETTS,W.E.; SKOVE,H.J. Física, volume I. Tradução Alfredo Alves de Farias; revisão técnica Geraldo Alexandre Barbosa. São Paulo: Makron Books,1997.
- 14 KELLER., F.J.; GETTS,W.E.; SKOVE,H.J. Física, volume II. Tradução Alfredo Alves de Farias; revisão técnica Geraldo Alexandre Barbosa. São Paulo: Makron Books,1997.
- 15 LIBÂNEO, J.C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico – cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. Revista Brasileira de Educação, n. 27, p. 183-208, 2004.
- 16 LEONTIEV, A. N. The problem of activity in psychology. In WERTSCH, J. V. (Org.). *The concept of activity in Soviet psychology*. New York: M. E. Sharp, 1981.
- 17 MOLL, L. C. Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica; tradução. Fani A. Tesseler. – Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- 18 PERRAUDEAU, M. Estratégias de aprendizagem: como acompanhar os alunos na aquisição dos saberes. Tradução: Sandra Loguercio. Porto Alegre : Artmed, 2009.
- 19 SALMINA, N. G. La actividad cognoscitiva de los alumnos y el modo de estructurar la asignatura. Moscou: Progreso, 1989.
- 20 SAVIANI, N. Saber escolar, currículo e didática: problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico. 5 ed.Campinas , SP: Autores Associados, 2006.
- 21 SIERRA, Alicia. Modelo pedagógico: consideraciones generales. Revista Científico- Metodológica, Varona. N°. 24, enero-junio, 1997, p. 20-28.
- 22 SOKOLOWSKI, J. A.; BANKS, C. M. Principles of modeling and simulation: a multidisciplinary approach. Hoboken: Wiley, 2009.
- 23 TALIZINA, N. F. *Conferencias sobre fundamentos psicológicos del proceso docente*. Cuba: Universidad de La Habana, 1984.
- 24 _____. *Psicología de la enseñanza*. Moscou: Progreso, 1988.

- 25 TIPLER, P. A. Física volume 1. 4. ed. Tradução Horácio Macedo. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- 26 TIPLER, P. A. Física volume 2. 4. ed. Tradução Horácio Macedo e Ronaldo Sergio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- 27 TIPLER, P. A. Física volume 3. 4. ed. Tradução Ronaldo Sergio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- 28 VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- 29 WERTSCH, J. V. The concept of activity in Soviet psychology: an introduction. In: WERTSCH, J. V. (org.). *The concept of activity in Soviet psychology*. New York: MESharp, 1981.

Apêndice 1

Metodologia de Ensino



Apêndice 2

Modos de Estruturar a Disciplina

1. Análise dos Modos de Estruturar as Disciplinas

A tarefa fundamental da educação atual em todos os seus níveis é, não somente a assimilação de determinada quantidade de conhecimentos, como também a formação do pensamento científico, o que dá a possibilidade aos estudantes de orientar-se individualmente na informação científica. As pesquisas psicológicas demonstraram que o desenvolvimento de um ou outro nível de formação do conhecimento, bem como o desenvolvimento do pensamento, são determinados pelo conteúdo assimilado.

Existem diferentes modos de estruturar o conteúdo de uma disciplina. Como objeto de nosso estudo aparece a análise de três modos de estruturação: o tradicional, que não muda a lógica dos cursos existentes (incluindo a educação “problêmica”) e dois cursos elaborados sobre a base da generalização teórica: o estrutural-funcional e o genético. Vamos mostrar os diferentes modos de estruturação da disciplina docente com materiais do curso de Química Geral e Inorgânica.

1.1 Estruturação da disciplina nos cursos tradicionais.

A análise do conteúdo da bibliografia existente permite mostrar a sequência mais característica de exposição dos distintos temas do curso de Química Geral e Inorgânica, da forma seguinte:

- a) Leis da Química. Teoria atômico-molecular. A Química e a matéria;
- b) A estrutura do átomo. Lei periódica e sistema de elementos de Mendeleev. Periodicidade das propriedades dos elementos. Lei periódica e estrutura eletrônica dos átomos;
- c) Ligação química;
- d) Termodinâmica química;
- e) Cinética química, catálise; (ou; d) Cinética química, catálise; e) Termodinâmica química).
- f) Equilíbrio químico (esta parte se expõe antes da cinética e conjuntamente com a parte “Cinética química”);
- g) Soluções. Soluções de eletrólitos e não eletrólitos. Água e soluções. Estado coloidal da substância;
- h) Estado sólido da substância. Soluções sólidas;
- i) Processos de oxidação-redução;
- j) Processos eletroquímicos;
- k) Compostos complexos e de coordenação;
- l) Propriedades gerais dos materiais. Química dos metais;
- m) Resumo da Química dos elementos e dos compostos mais importantes (por grupos); elementos s, p, d, f.

Em algumas bibliografias se expõe a Química de distintos elementos (hidrógeno, halógenos e outros).

A sequência citada anteriormente, de exposição dos distintos temas, é a mais típica para a grande maioria da bibliografia encontrada. Para alguns outros autores, tal sequência de exposição difere consideravelmente.

Isto pode ser ilustrado com os seguintes exemplos:

- Sistema periódico de elementos – estrutura do átomo – ligação químico-cinética – termodinâmica – soluções – eletroquímica – propriedades químicas dos elementos e compostos.
- Estrutura do átomo – lei periódica e sistema de elementos – estrutura do núcleo – ligação química – compostos complexos – estados de agregação (incluindo as soluções) – métodos de pesquisa – termodinâmica – cinética – processos de oxidação-redução - resumo das propriedades dos elementos e compostos.
- Termodinâmica – soluções – cinética - estrutura do átomo – ligação química – processos de oxidação-redução – química dos metais – química dos compostos complexos – química nuclear.

É importante assinalar que a parte inicial do curso de Química Geral pode também ter diferente sequência de exposição, para os diversos autores. Assim, em algumas bibliografias, a ordem é a seguinte:

- Estrutura do átomo, lei periódica e sistema de elementos - ligação química - termodinâmica – cinética.

Em outras, aparece a sequência:

- Lei periódica e sistema (ou tabela) de elementos – estrutura do átomo – ligação química.

Os fundamentos da Termodinâmica e da cinética química também são expostos em diferente ordem: “termodinâmica química – cinética química”; já em outras bibliografias aparecem em ordem inversa. Também a disposição destes temas no curso é diferente. Assim, em algumas bibliografias, os temas mencionados são expostos na primeira parte convencional do curso de Química Geral (depois da estrutura do átomo, sistema periódico e ligação química), enquanto outras bibliografias terminam o Curso de Química Geral com termodinâmica e cinética, e estes temas precedem a exposição da química dos elementos e compostos. Não está definida, tampouco, a posição dos temas “soluções”, “Equilíbrio nas soluções de eletrólitos e não eletrólitos”, nas bibliografias dos diversos autores.

O tema “Reações de oxidação-redução e fundamentos da eletroquímica” na lógica geral do curso se colocam no final do curso, em alguns casos, e, no início, em outros. Em geral, este tema é contemplado bastante separado dos temas “Estrutura do átomo” e “Sistema periódico de elementos”.

A análise da bibliografia demonstra que, para os cursos existentes, que denominamos convencionalmente “tradicionais”, é característica o seguinte: a sequência de apresentação das partes do curso não se mostra ao estudante como um sistema único na interrelação com os temas que o compõem, ou seja, a lógica do curso não revela, apenas fundamenta. Em muitos casos, alguns temas do curso aparecem geralmente como partes isoladas, não relacionadas com outras. Com isto se explica a grande diversidade de sequências de exposição do material em cursos docentes. Além disso, para os cursos existentes, é característica a fragmentação da exposição dentro dos distintos temas, o estudo da química dos elementos e dos compostos como um conjunto de propriedades particulares, sem distinguir suficientemente seus fundamentos. Como resultado, os conceitos estudados

aparecem como características da realidade química que não condicionam uma à outra e não se cria um sistema de conhecimentos.

1.2 Formas de estruturação da disciplina segundo a formação dos conhecimentos teóricos: estrutural-funcional e genético

De acordo com a teoria da generalização teórica, o movimento individual pode ser garantido pela estruturação especial da disciplina, quando no mesmo começo do ensino se expõem os conceitos mais gerais que formam a disciplina.

Para distinguir mais exatamente as diferenças nas formas de estruturação da disciplina, cujo objetivo é a formação de conhecimentos teóricos, analisaremos dois cursos experimentais de Química Geral, estruturados utilizando ideias sistêmicas.

Como se sabe, as pesquisas sistêmicas pressupõem a representação do objeto de estudo como um objeto complexo e têm como objetivo a revelação dos mecanismos da “vida”, ou seja, do funcionamento e desenvolvimento do objeto em suas características internas e externas. O objeto complexo se entende como uma formação integral, cuja propriedade especificamente integral não se reduz nem se deduz das propriedades e suas partes componentes. Por isso, a tarefa primordial é a busca do esquema de princípio de desmembramento do objeto, o que, na conservação do todo, garante a possibilidade de sua análise. Nos padrões do movimento sistêmico se podem distinguir dois tipos fundamentais de pesquisas sistêmicas científicas concretas.

Em um caso, o enfoque sistêmico permite descrever o objeto complexo (por exemplo, a substância química) em seu estado “conservado”, consumado, como se fosse em sincronia, destacando nele a composição e estrutura que garantiu seu funcionamento ótimo, (“sua conduta”) em um grande sistema ou sua existência estável no meio circundante. Nesta descrição, o aspecto principal das relações é o estrutural-funcional. As relações de construção e organização têm forma como as de sistemas. Nas disciplinas que refletem este tipo de pesquisas sistêmicas, as características estáveis estrutural-funcionais de cada nível do sistema se denominam “invariante do sistema”.

No outro caso, o enfoque sistêmico permite descrever o objeto complexo como resultado do desenvolvimento do elemento inicial do sistema como se fosse em diacronia. O tipo principal de relações de desenvolvimento é o das ligações genéticas (ou pseudogenéticas, concebidas especialmente para os objetivos da análise) e o conceito fundamental, a “célula” do todo e a contradição contida nela, que determina a tendência fundamental de seu completo desenvolvimento no todo. Na disciplina que reflete este tipo de pesquisa, no lugar da “célula”, se utiliza o “conceito sistematizador”, que se pode considerar genérico em relação à célula e à variante.

Desta forma, nas pesquisas sistêmicas concretas, é importante destacar dois aspectos da pesquisa. Em um, o objeto se estuda como uma série de subsistemas estrutural-funcionais hierarquizados e de níveis com a variante de cada nível; em outro, geneticamente, do ponto de vista da origem das propriedades integrais do sistema.

Estes aspectos da análise do objeto complexo, servirão de base para as diferentes estruturações da disciplina. A realização de tais estruturações pressupõe a observação de determinadas exigências, próprias de cada um dos aspectos, a distinção de diferentes níveis de análise, diferentes características de cada um dos níveis. Assim, diferentemente da análise genética, a representação estrutural-funcional obriga a tomar o objeto em estado desenvolvido e analisar as diferentes formas de sua manifestação.

1.2.1 Procedimento estrutural-funcional de construção da disciplina

Uma das variantes de estruturação do programa de estudos, em correspondência com os princípios do enfoque sistêmico em seu aspecto estrutural-funcional é o programa do curso de Química Geral. Na estruturação deste programa, parte-se da posição de que, com a lógica de estruturação, o programa deve formar determinado tipo (sistêmico) de orientação nos fenômenos da realidade estudada.

O programa consta de introdução e três formas principais.

Na Introdução, que tem a função de orientação prévia aos estudantes na disciplina e métodos de estudo da mesma, se dão os conceitos fundamentais da análise sistêmica do objeto complexo, já que os autores analisam a substância como o sistema químico e lhe aplicam o método da análise sistêmico-estrutural. O programa de estudos representa a sequência na revelação dos diferentes aspectos da substância como sistema.

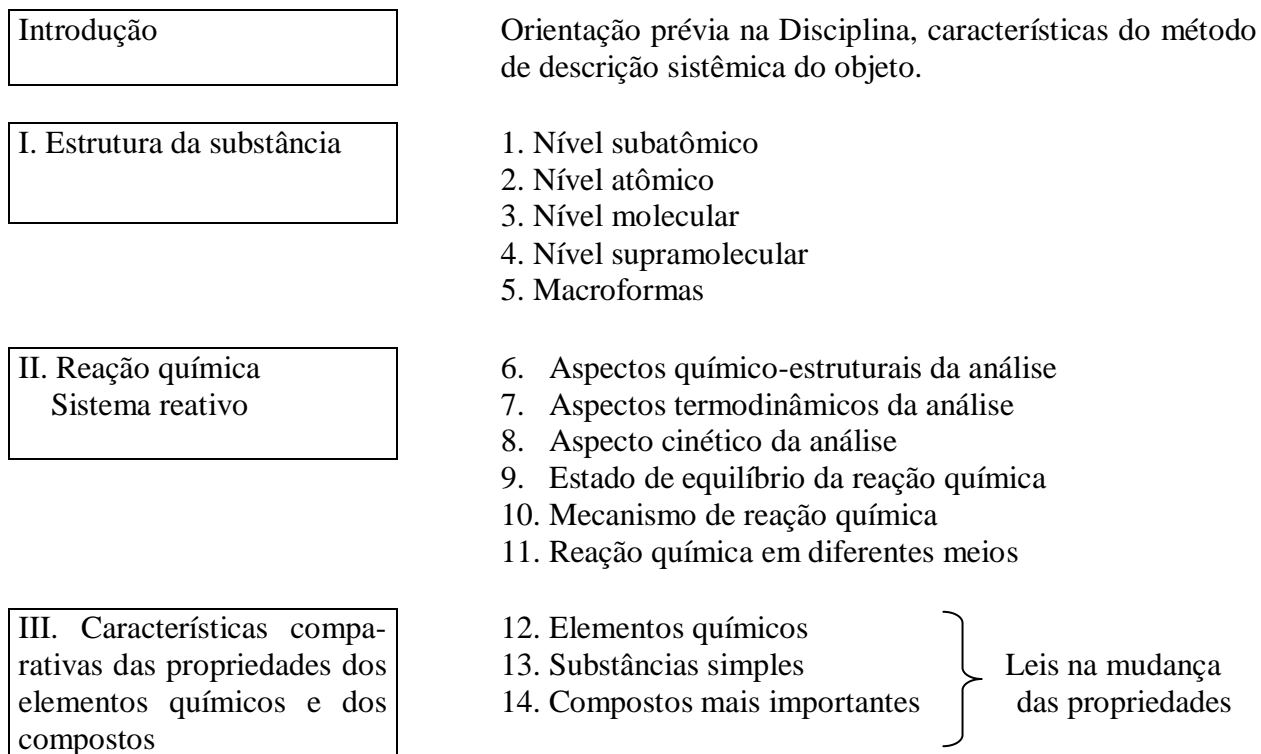
Na primeira parte, a substância se revela como um objeto poliestrutural, destacam-se seus níveis de estruturação e as particularidades específicas das estruturas de cada uma delas. A substância é estudada nos níveis: subatômico, atômico, molecular, supramolecular e em forma de macroformas (como são, por exemplo, os cristais). Observa-se uniformidade da análise do objeto sistêmico em qualquer dos níveis destacados.

Na segunda parte se revela o comportamento dos sistemas químicos: determinam-se as leis da reação química, seus mecanismos. O sistema reativo se submete à análise nos aspectos químico-estrutural, termodinâmico e cinético. A seguir, são estudados o estado de equilíbrio da reação química, os mecanismos da reação química e as reações químicas nos diferentes meios: nas soluções, as fases gasosa e sólida.

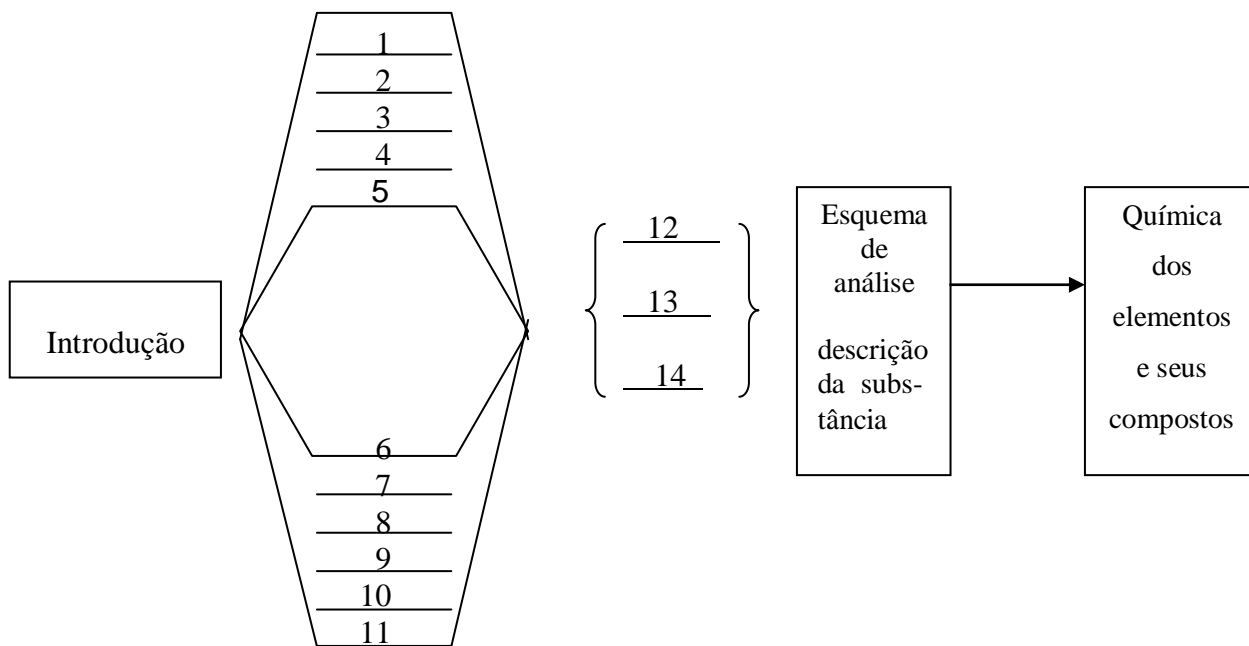
A terceira parte mostra a lei periódica de mudança de propriedades químicas e físicas dos elementos, das substâncias simples e dos compostos mais importantes, e também distingue o esquema da análise (descrição das características do elemento químico e seus compostos).

Esquemáticamente, o programa do curso pode ser da forma como é apresentado no Esquema 1 a seguir:

Esquema 1: Esquema lógico estrutural funcional do curso de Química Geral



Esquema 2. Esquema do programa do curso de Química Geral na forma mais generalizada



Desta forma, para o curso dado, é característica a descrição do objeto segundo os níveis. Caracteriza-se cada nível com a seleção do invariante, as condições de conservação da estabilidade do sistema e de sua existência. Por exemplo, no nível subatômico estudam-se as condições de estabilidade e de existência do núcleo, além de se distinguirem as relações formadoras de sistema no núcleo atômico. No nível atômico se distinguem o núcleo e as camadas eletrônicas e também as relações intra-atômicas e se estudam as condições de estabilidade do átomo como sistema. No nível molecular se distingue a ligação química entre os átomos dos elementos químicos e se estudam as condições da ligação química.

De acordo com os autores, com esta estrutura do curso, se destaca o esquema completo da análise do elemento químico e de seus compostos, construído na lógica da análise sistêmica e que reproduz o quadro completo da descrição teórica do objeto. Isto orienta os estudantes, não à memorização do material, mas sim à organização individual da análise dos distintos elementos químicos e de seus compostos, como uma atividade destas propriedades.

1.2.2 Procedimento genético de estruturação da disciplina

O procedimento de estruturação da disciplina através da distinção das relações formadoras de sistema de caráter genético, pressupõe a seleção de uma estrutura geneticamente inicial muito simples (que se denomina célula do objeto que se está pesquisando) e das leis do desenvolvimento desta estrutura no sistema complexo. O conceito “célula” do todo e a contradição contida nela, determina a tendência fundamental de seu completo desenvolvimento no todo.

O procedimento da descrição sistêmica de um sistema complexo, realizável através da distinção das relações formadoras de sistemas de caráter genético, pressupõe por parte do pesquisador a seguinte sequência de ação:

- 1) Análise empírica do estado desenvolvido do objeto;
- 2) Distinção da estrutura geneticamente inicial mais simples, célula do objeto que se pesquisa;
- 3) Distinção da lei do desenvolvimento, ou seja, do desdobramento desta estrutura muito simples em um todo complexo.

Na literatura metodológica, se caracterizou mais detalhadamente o conceito “célula” do sistema, de um modo metodológico especial, que contém características estruturais e substanciais e que permite realizar o movimento teórico pelo objeto de pesquisa. A célula representa a relação (por exemplo, a mercadoria como célula do sistema econômico não é uma coisa isolada, mas sim uma relação de mudança).

Entre as características da célula se distinguem as seguintes: a relação simples (mais simples) do todo desenvolvido; a relação (universal) geral, própria do objeto em todas as etapas de seu desenvolvimento, que reflete em si a lei de existência do sistema; a relação que reflete a contradição principal – a fonte do movimento e o desenvolvimento no todo; a relação que tem um caráter relativo e dependente do sistema, o qual possui um protótipo real direto e que se manifesta para o ser capaz de conhecer, como centro organizador do movimento e objeto inicial de pesquisa.

Como se pode ver pela experiência da estruturação prática do conteúdo docente, a seleção da célula é um assunto extraordinariamente complexo, que requer não somente características teóricas bastante completas dos conceitos iniciais, como também métodos

especiais de análise dos objetos complexos. Para mostrar a complexidade desta análise, podemos citar o exemplo da estrutura do curso de Química Geral para a escola de nível médio, elaborado por G.P. Mazhura (sob consultoria de N.C. Salmina), sobre a base do princípio genético de distinguir como célula do sistema o conceito “estrutura do átomo”. Este conceito se pode distinguir, uma vez que “os átomos são partículas quimicamente indivisíveis da substância”.

O conceito distinto, de acordo com os trabalhos citados, incluía o seguinte:

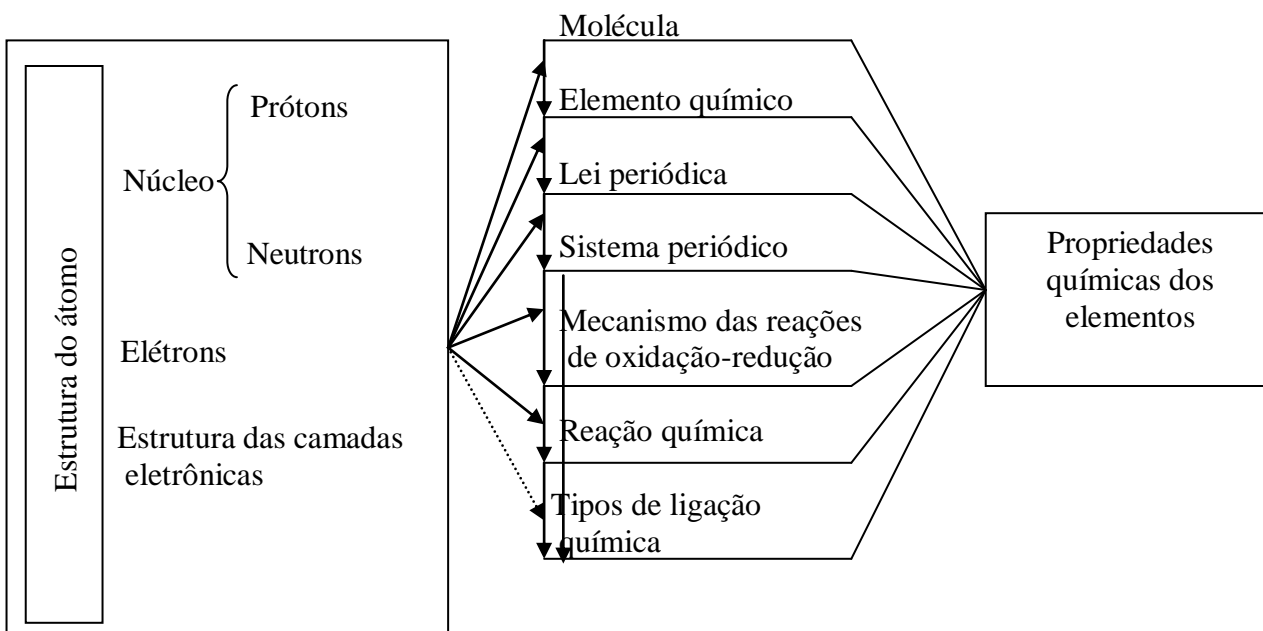
- 1) Concepção de que o átomo do elemento químico é uma partícula muito pequena, que consta de partículas elementares que se encontram em determinada correlação quantitativa, e que, por isso, o átomo é eletricamente neutro, uma vez que a carga de seu núcleo (número de prótons) é numericamente igual à carga total de elétrons (número de elétrons);
Átomo: núcleo (prótons, nêutrons) + elétrons.
- 2) Determinação da composição do núcleo atômico (número de prótons e nêutrons) e concepção dos isótopos como diversidades de átomos de elementos químicos com igual número de prótons, mas com diferentes números de nêutrons nos núcleos atômicos, com igual número de elétrons que ocupam um mesmo lugar na tabela periódica de Mendeleiev;
- 3) Estudo dos elementos como um conjunto de isótopos;
- 4) Habilidade para efetuar o cálculo e determinar a quantidade de níveis energéticos e o número de elétrons do nível energético exterior.

Logo, utilizando o conceito “estrutura do átomo” como célula para a estruturação do programa, podem se deduzir:

- Conceito de molécula;
- Conceito de elemento químico (dos isótopos);
- Natureza do elemento químico (da estrutura eletrônica e da camada eletrônica exterior);
- Lei periódica, com a qual os estudantes constroem individualmente o sistema periódico de elementos, utilizando o esquema de construção das estruturas eletrônicas dos átomos e conceitos sobre isótopos;
- Tipos de ligação química (a partir das estruturas eletrônicas dos átomos, a própria ligação química se considera como o resultado da aproximação dos átomos e o trânsito, dos elétrons);
- Mecanismo do processo de oxidação-redução (das camadas eletrônicas dos átomos).

A ideia fundamental do programa, onde a célula é o conceito “estrutura do átomo” (bastante complexo e que inclui a estrutura do núcleo, o conceito sobre isótopos, e esquemas de preenchimento das camadas eletrônicas dos átomos), pode ser representada por meio do Esquema 3 a seguir:

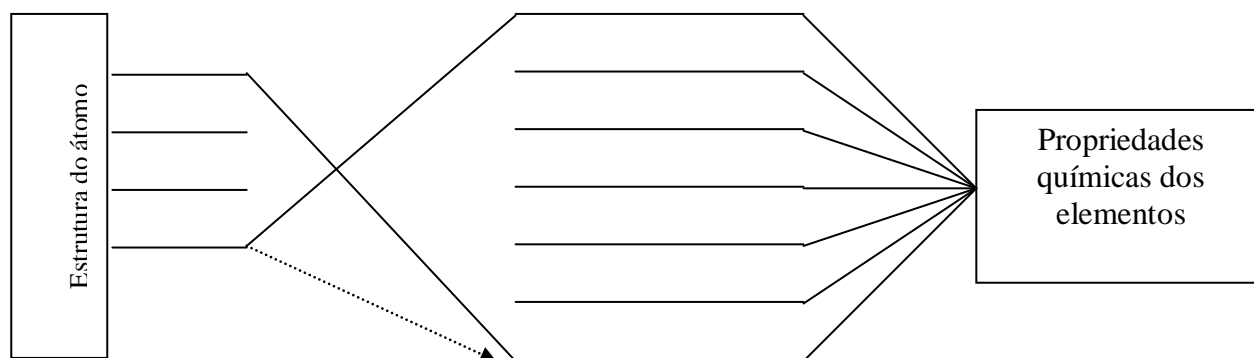
Esquema 3. Esquema lógico da estruturação da disciplina através método genético



A análise de alguns outros trabalhos demonstra que o conceito “estrutura do átomo” permite deduzir o seguinte: elemento químico, sua natureza, molécula, lei periódica, etc.

É importante ressaltar que se cria um sistema de conceitos que permite deduzir uns conceitos dos outros. Isto se mostra no Esquema 4 a seguir, que representa uma variante mais generalizada do Esquema 3.

Esquema 4. Esquema generalizado do método genético apresentado no esquema 3



Desta forma, o conceito “estrutura do átomo” permite garantir a saída a partes tais como:

- 1) Mecanismos das reações químicas;
- 2) Características das classes fundamentais de compostos químicos: óxidos, ácidos, bases e sais;
- 3) Teoria da dissociação eletrolítica.

Ao avaliar a eleição da estrutura do átomo como célula, não se pode deixar de assinalar que este conceito não permite passar ao estudo de partes importantes do curso, tais como os equilíbrios cinéticos e termodinâmicos e as possibilidades de reação, a teoria das soluções, o equilíbrio de oxidação-redução e outros. A ausência da universalidade da estrutura do átomo como célula para deduzir todos os fenômenos do sistema que são estudados, nos coloca a tarefa de destacar uma unidade componente mais generalizada, a célula, cujas contradições internas teriam lugar em todos os níveis do sistema estudado e permitiriam estruturar o programa de todo o curso de Química Geral e Inorgânica sobre a base da lógica da dedução dos conceitos inter-relacionados.

Sobre a base da análise de um grande número de objetos químicos, foi elaborado o programa de Química Geral, onde, como célula, se destacou o conceito “elétron do átomo”, levando em conta as características da mudança dos estados dos orbitais no átomo.

Inicialmente, são dadas as características do elétron (partícula elementar, massa, carga, sua posição no átomo) e depois se deduzem os princípios do preenchimento das camadas com elétrons e, como consequência, sua estrutura. Realmente, ao considerar o elétron como uma partícula carregada negativamente, que tem determinada massa e que possui propriedades de onda, sobre a base dos princípios gerais deduzidos do preenchimento das camadas eletrônicas dos átomos, se realiza a construção das estruturas eletrônicas dos átomos. Sobre a base das estruturas eletrônicas dos átomos de diferentes elementos, se obtêm conclusões a respeito da natureza química dos elementos e suas capacidades de oxidação-redução.

Os conhecimentos obtidos anteriormente, permitem, não somente descrever a natureza química do elemento (oxidantes e redutores), como também passar à dedução da lei periódica e à construção do sistema periódico, de suas variantes de período longo e curto.

A interação entre elementos com natureza química oposta (oxidantes e redutores) constitui a essência de um dos tipos de reações: de oxidação-redução. Em seguida se estuda o outro tipo de reação, oposto ao primeiro, que não é de oxidação-redução por sua natureza.

Como resultado das reações químicas, surge o composto (substância): são estudadas as condições de formação do composto (possibilidade de ocorrência do processo e fatores que influem, sobre sua velocidade) e também da conservação e decomposição dos compostos (equilíbrios termodinâmicos e cinéticos em diferentes meios).

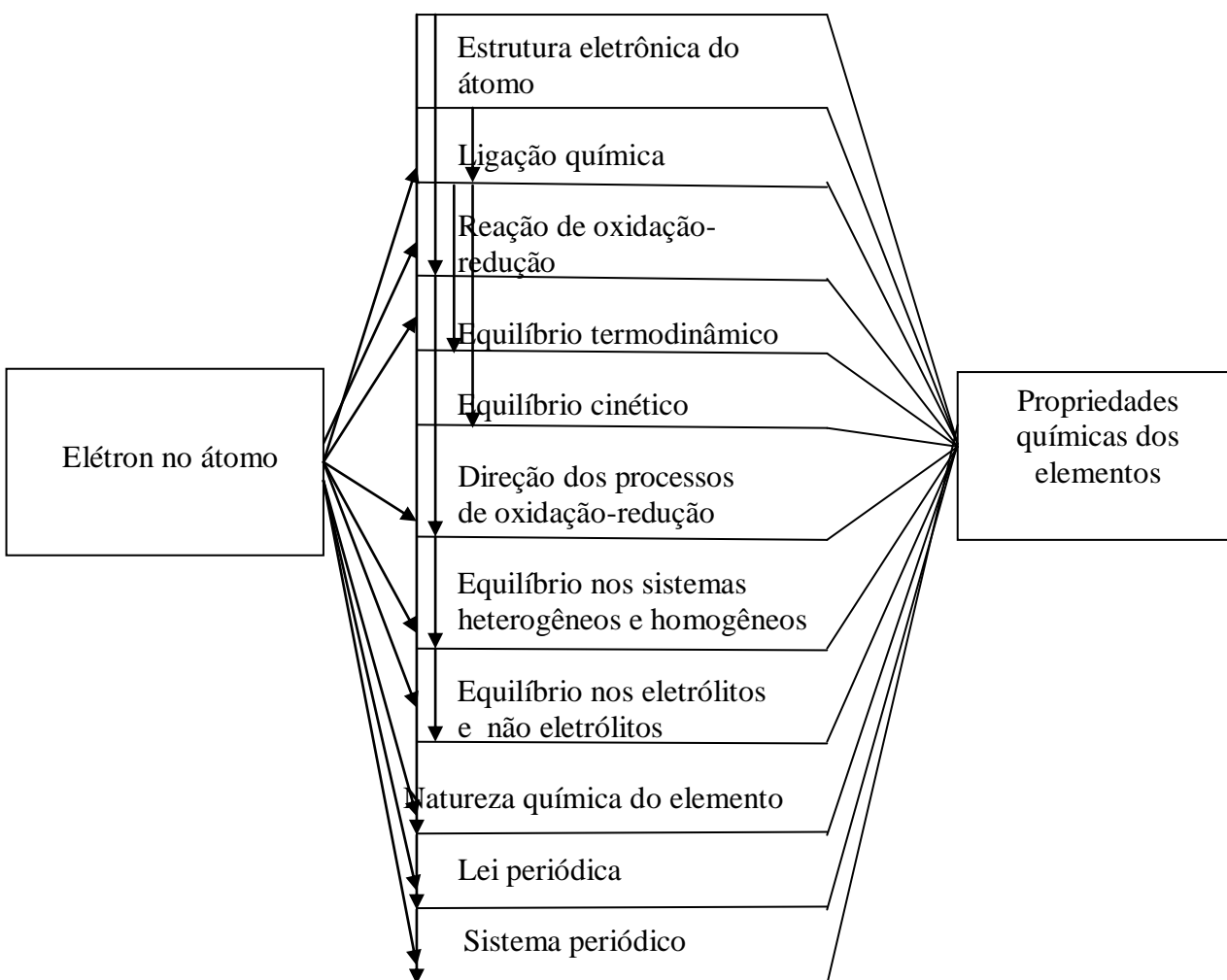
Tudo o que foi exposto anteriormente, permite passar a deduzir as propriedades dos elementos químicos e seus compostos e passar a estudar a ligação química, que surge como resultado da superposição dos orbitais atômicos e a formação dos moleculares. Mais adiante se passa ao estudo dos equilíbrios termodinâmico e cinético (como possibilidade do processo químico e a formação do composto como resultado deste processo e como condições que influem sobre a velocidade deste processo), do ponto de vista da possibilidade ou impossibilidade de formar ligação química.

Das estruturas eletrônicas dos átomos e a natureza dos elementos químicos é possível se passar ao estudo das reações de oxidação-redução (que têm lugar como resultado do trânsito de elétrons dos átomos de uns elementos a outros) e a seus equilíbrios em geral sobre a base dos potenciais de oxidação-redução (homogêneos) e os potenciais de eletrodo (heterogêneos) dos sistemas.

A mudança dos estados dos orbitais dos átomos origina toda a diversidade de estados da substância, que existe na realidade química e é objeto de estudo da ciência química, desenvolvendo-se como sistema.

A distinção do elétron no átomo como célula, permite levar, consecutivamente, a sistema, a diversidade de conceitos químicos com a dedução consecutiva de cada um deles. Tudo isto proporciona a possibilidade de se fazer a apresentação das propriedades químicas dos elementos e seus compostos mais importantes. A lógica do curso pode ser representada com o seguinte esquema generalizado:

Esquema 5. Esquema lógico da estruturação da disciplina do método genético generalizado



A estrutura da disciplina, sobre a base do princípio genético, dá possibilidade aos estudantes de realizar um movimento teórico individual através da disciplina de estudo, sobre a base da introdução ao início do ensino do conceito formador de sistema e à distinção das leis do desenvolvimento deste conceito no próprio sistema, que cada vez vai se tornando mais complexo. Assim, os estudantes reconhecem pelo método generalizado, a análise que aplicam na solução de diferentes problemas do conteúdo estudado.

Apêndice 3

Estruturas Funcionais do Conteúdo da Física

O processo de aprendizagem da Física, para ser desenvolvido, deve cumprir o princípio da sistematicidade, o qual deve refletir-se no curso, currículo, objetivos, conteúdos, temas, entre outros. Sendo assim, a sistematicidade pode ser a derivação e a integração dos elementos do ensino como sistema, em que os objetivos dos diversos temas da disciplina se integram em um único objetivo que a caracteriza; por outro lado, os objetivos de temas se derivam do objetivo da disciplina. Esta subordinação ocorre desde os níveis hierárquicos superiores, até a célula elementar do processo de aprendizagem, que é a tarefa de estudo.

Além disso, o processo de aprendizagem de uma disciplina de Física, para cumprir o princípio da sistematicidade, deve desenvolver-se a partir das conexões lógicas entre os elementos do conteúdo (sistema de conhecimentos e sistema de habilidades) da disciplina e que serão assimilados pelo estudante. Neste contexto, a elaboração de esquemas lógicos estruturais funcionais pode ser utilizada para estabelecer e comprovar as conexões lógicas de continuidade e de relacionamento entre os elementos de uma construção teórica de um conteúdo de Física.

A elaboração do esquema lógico estrutural-funcional do núcleo de uma teoria física fundamental pode ser desenvolvida a partir dos invariantes de um determinado sistema físico. Desta forma, o conteúdo de uma disciplina de Física deve se estruturar segundo a sistematicidade da ciência física. Este se fundamenta nos seguintes elementos: invariante, conceito, lei, teoria e quadro físico do mundo.

O invariante é definido como a unidade essencial do conhecimento, da qual se derivam as demais, não é derivável de outra.

O conceito físico é uma imagem generalizada que reflete uma grande quantidade de objetos semelhantes por meio de suas propriedades essenciais.

A lei, em sua forma mais geral, expressa as ligações internas que têm caráter essencial. A lei física é a relação necessária entre os fenômenos, e expressa o universal, ou seja, ela determina a relação necessária expressa para todos os fenômenos de determinada classe de objetos tratados.

A lei, em presença de determinadas condições e causas, sempre produz os fenômenos ou efeitos correspondentes. Neste nível de sistematicidade é possível incluir os princípios, que se encontram na base das ciências e são resultados da generalização da atividade prática.

A teoria é o sistema de conhecimentos que descreve, explica, o conjunto dos fenômenos da esfera do conhecimento físico e que reduz todas as leis que se encontram nesse domínio, sob um elemento unificador. Nela se agrupam as diferentes leis, princípios, conceitos e grandezas sobre a base de uma determinada forma de movimento da matéria.

O quadro físico representa um alto grau de generalização e transcende as diferentes teorias físicas.

Assim, a estruturação do conhecimento através dos esquemas lógicos estrutural-funcionais do conteúdo a aprender requer o estabelecimento de conexões lógicas entre os elementos dos conteúdos a serem apropriados pelos estudantes. Essas conexões lógicas

seguem uma regularidade em que o conteúdo a ser assimilado elabora-se a partir do elemento essencial, ou seja, a partir de conceitos mais gerais – invariantes e utilizando o método dedutivo – método em que se passa do conhecimento de um grau maior de universalidade ao de menor universalidade – obtêm-se os conceitos mais particulares: variantes.

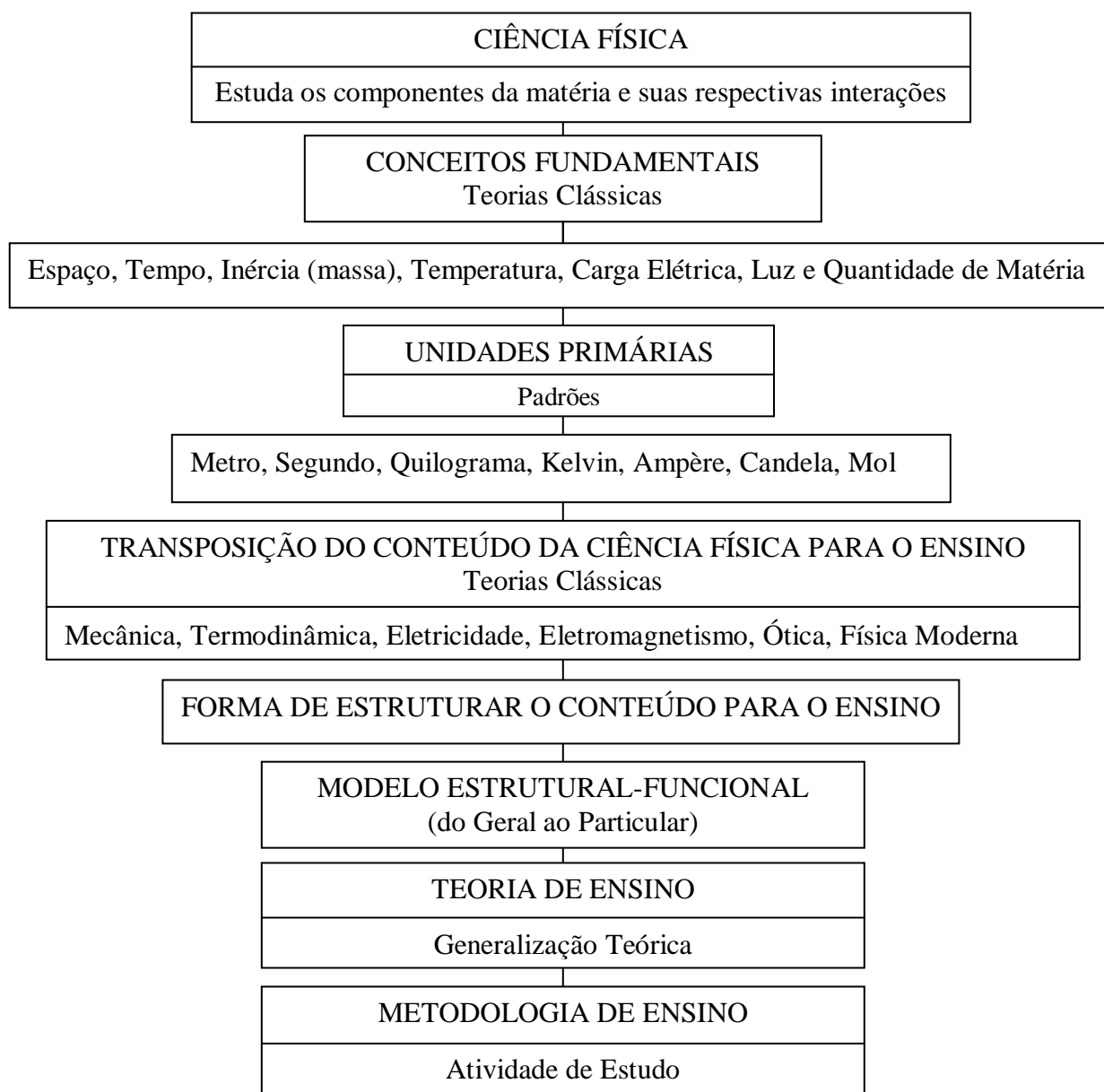
A utilização dos esquemas lógicos estrutural-funcionais como ferramenta didática no ensino de Física está relacionada com a formação do pensamento teórico dos estudantes. Esta prática contribui para desenvolver nos estudantes habilidades e hábitos de pensar a ciência física das formas mais gerais às mais particulares e vice-versa.

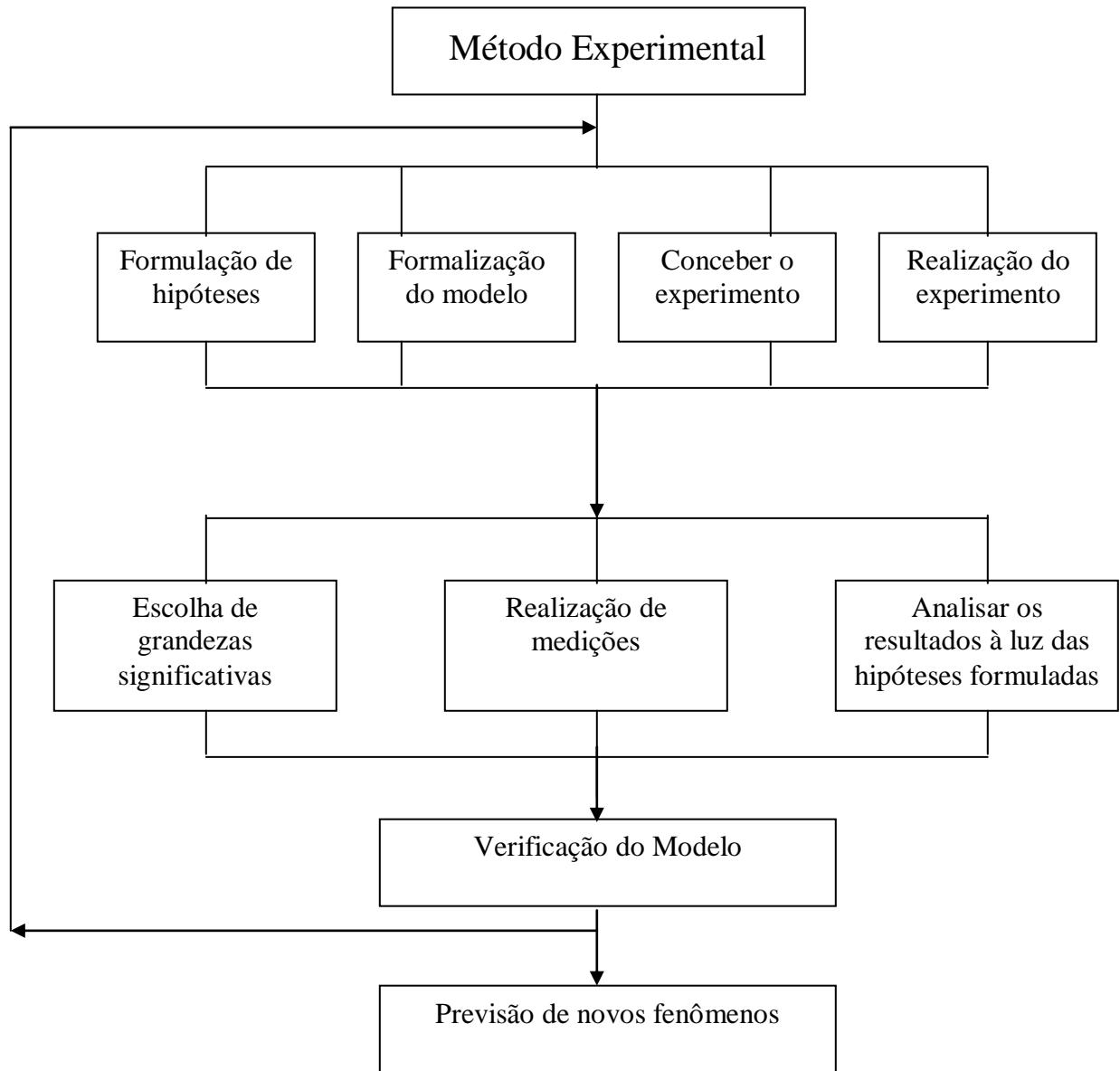
Os esquemas lógicos estrutural-funcionais contribuem para elevar o nível de motivação dos estudantes e desenvolver a capacidade de reconhecer nos objetos as propriedades essenciais e a lógica de sua formação, bem como evidenciam as particularidades do conteúdo sistematizado, possibilitam uma visão sistêmica do objeto de estudo e contribuem para a compreensão dos conceitos, leis e teorias da Física com base no quadro físico do mundo.

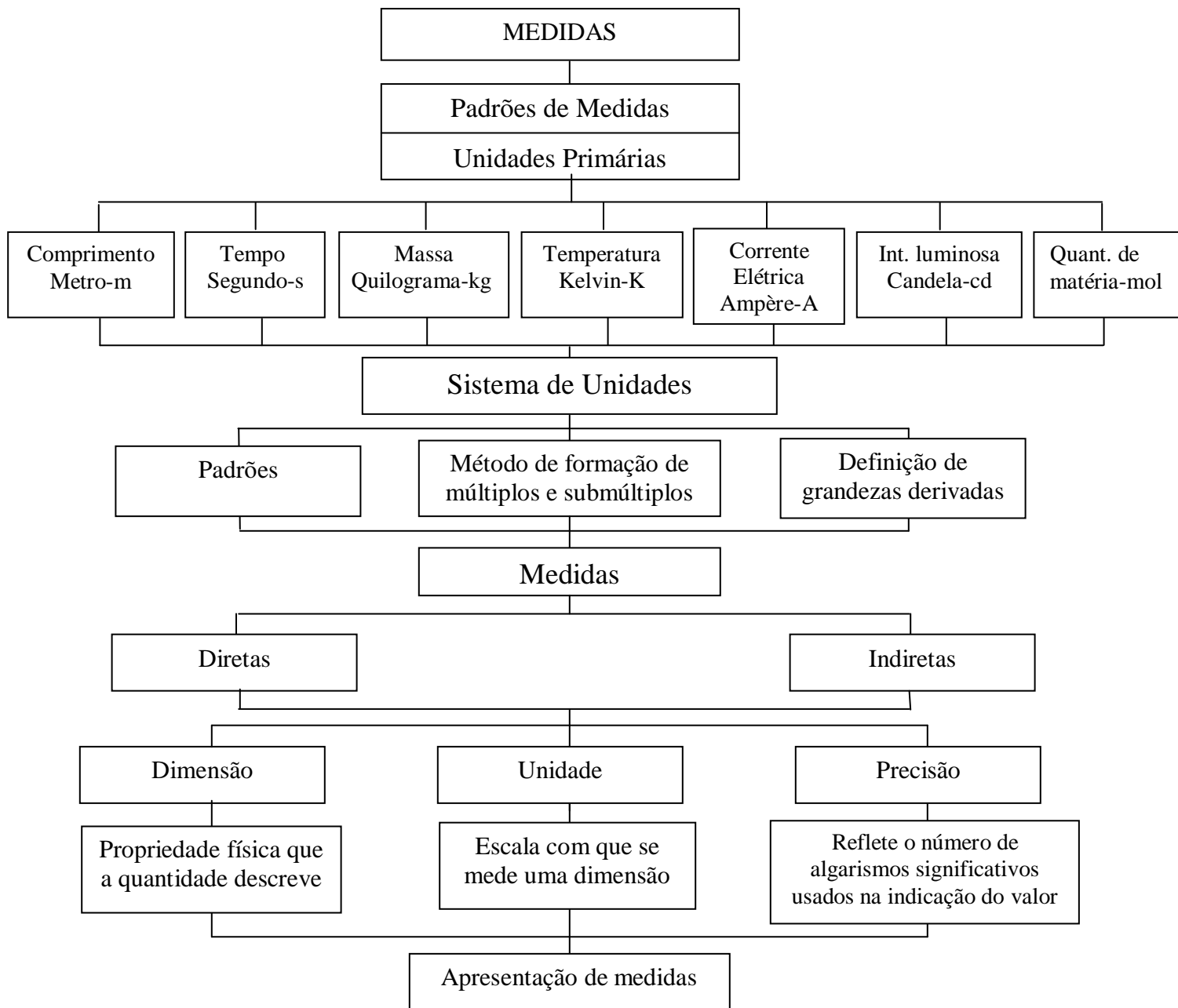
A utilização dos esquemas lógicos estrutural-funcionais pode ser realizada durante a apresentação da base orientadora da atividade de estudo – introdução do objeto de estudo. É importante frisar que o desenvolvimento do conteúdo segue a lógica do esquema, ou seja, é a via direta para a assimilação do conteúdo pelos estudantes, bem como pode ser utilizado na conclusão do conteúdo para evidenciar o processo de generalização realizado.

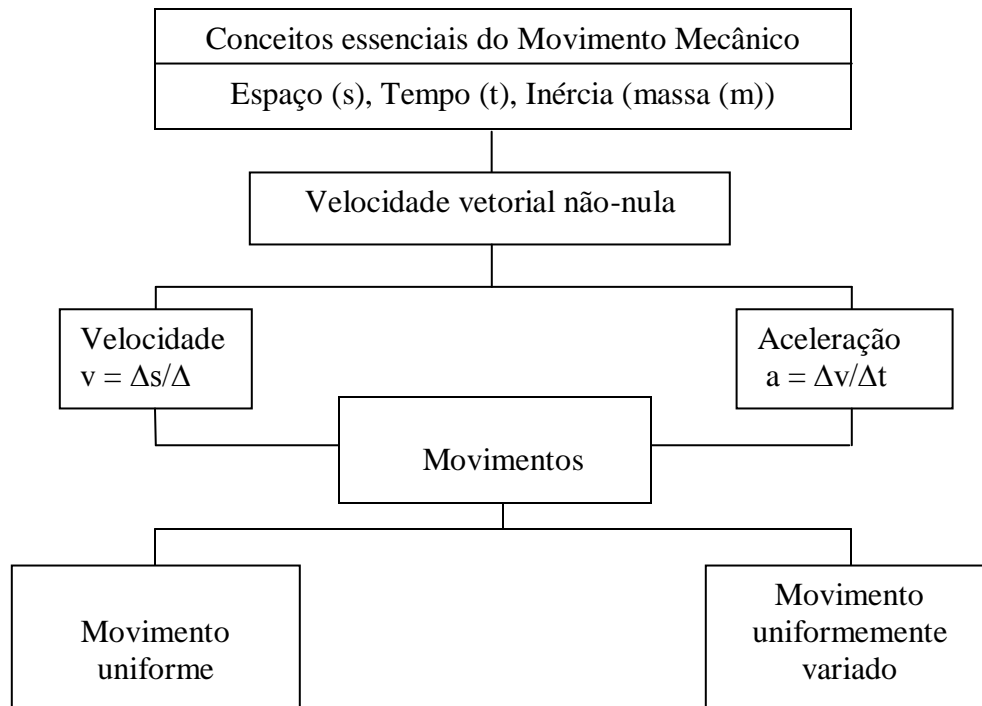
A seguir são apresentados os esquemas lógicos estrutural-funcionais do conteúdo de um programa de Física para o nível do ensino médio, sendo uma forma de referência para outros níveis mais avançados. Espera-se que estes esquemas possam oferecer ao leitor (professor) os requisitos básicos para a orientação necessária ao desenvolvimento de suas aulas e para o estudante, que se constituam em um meio de assimilação do conteúdo a aprender. É importante ressaltar que estes esquemas como estruturas gerais podem dar origem a outros esquemas, dependendo do nível de detalhamento.

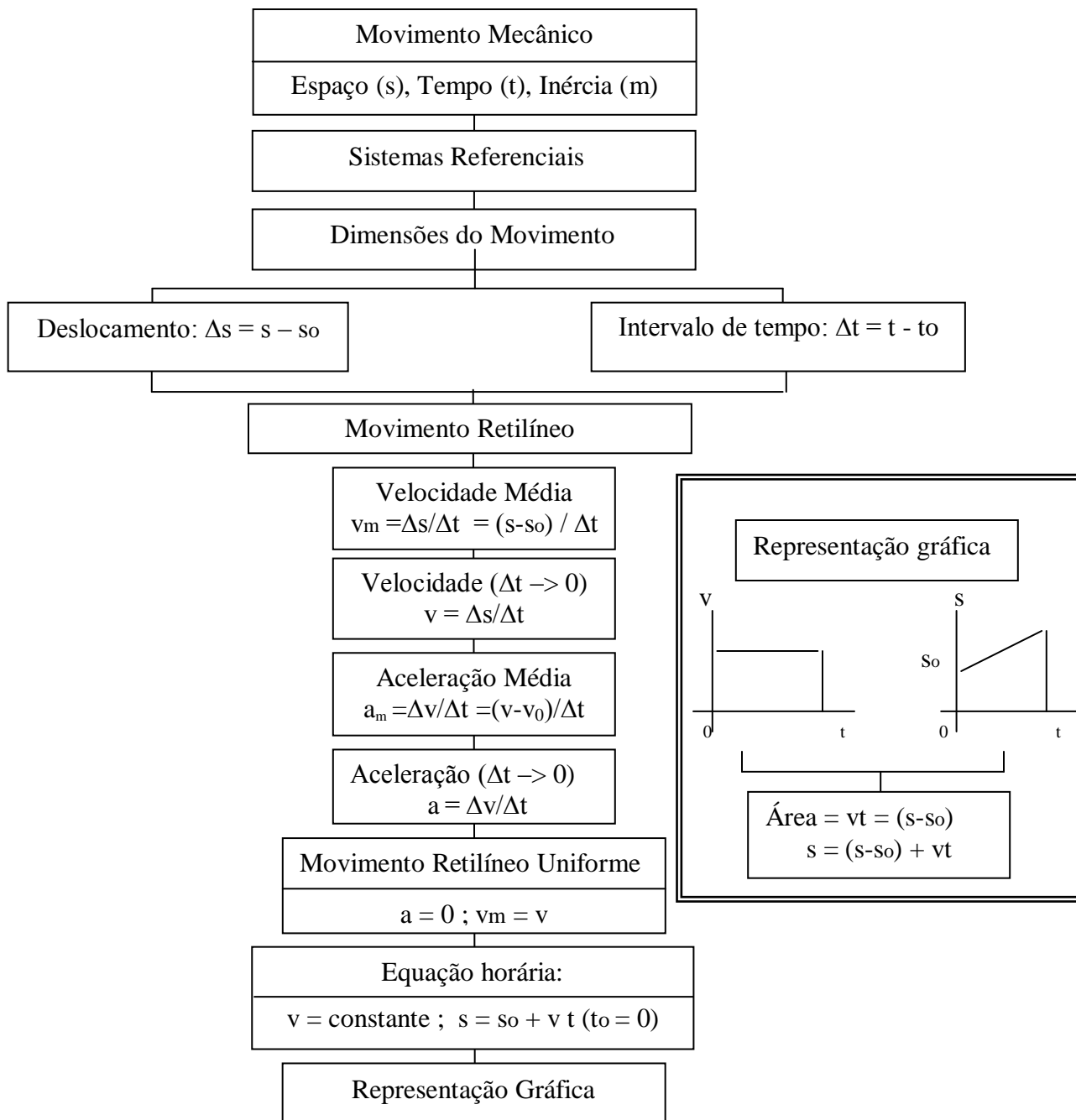
A seguir são apresentados os esquemas lógicos estrutural-funcionais do conteúdo da Física para o ensino médio e que devem ser utilizados como base para desenvolvimento e/ou aprofundamento para o ensino superior.

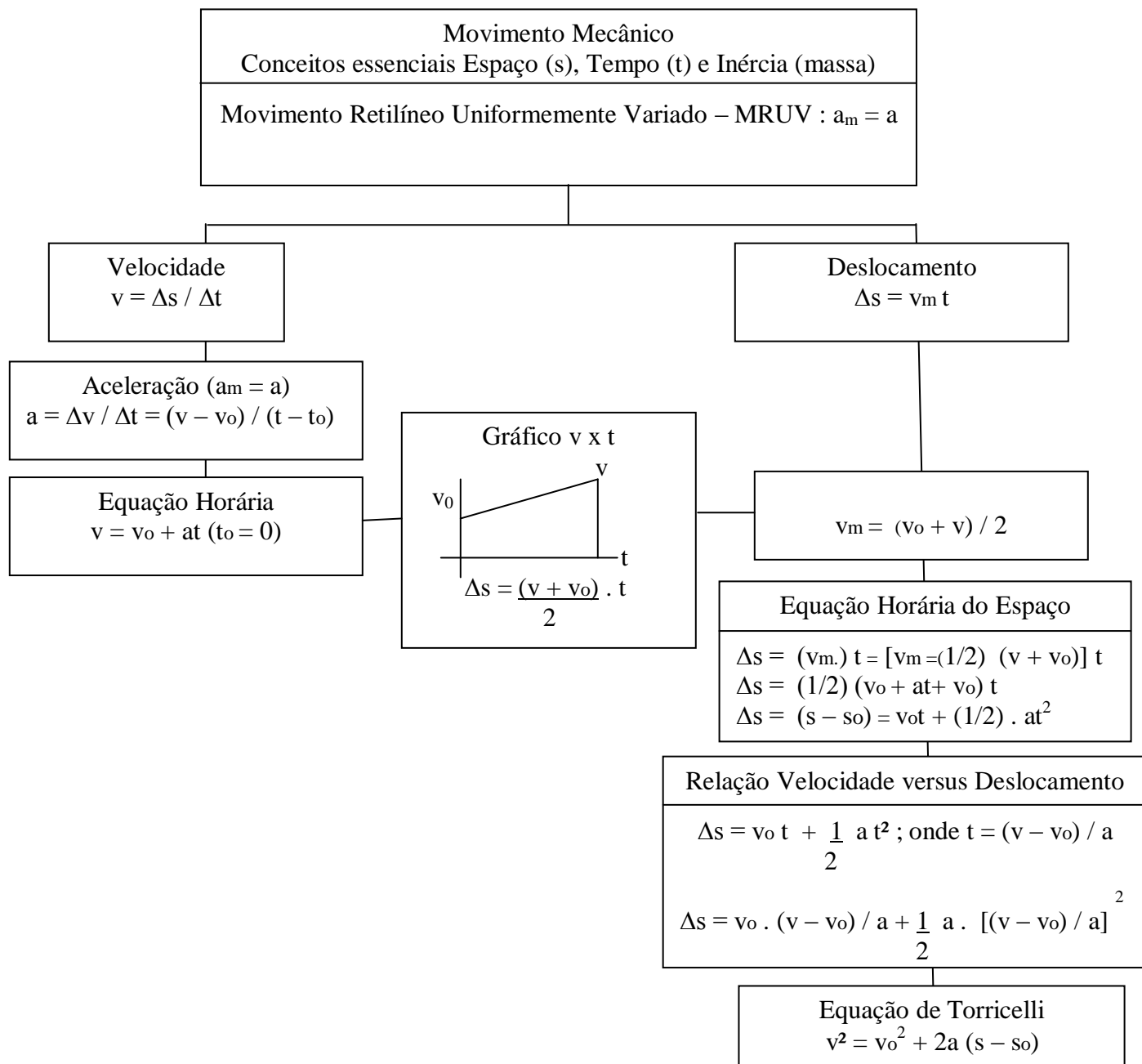


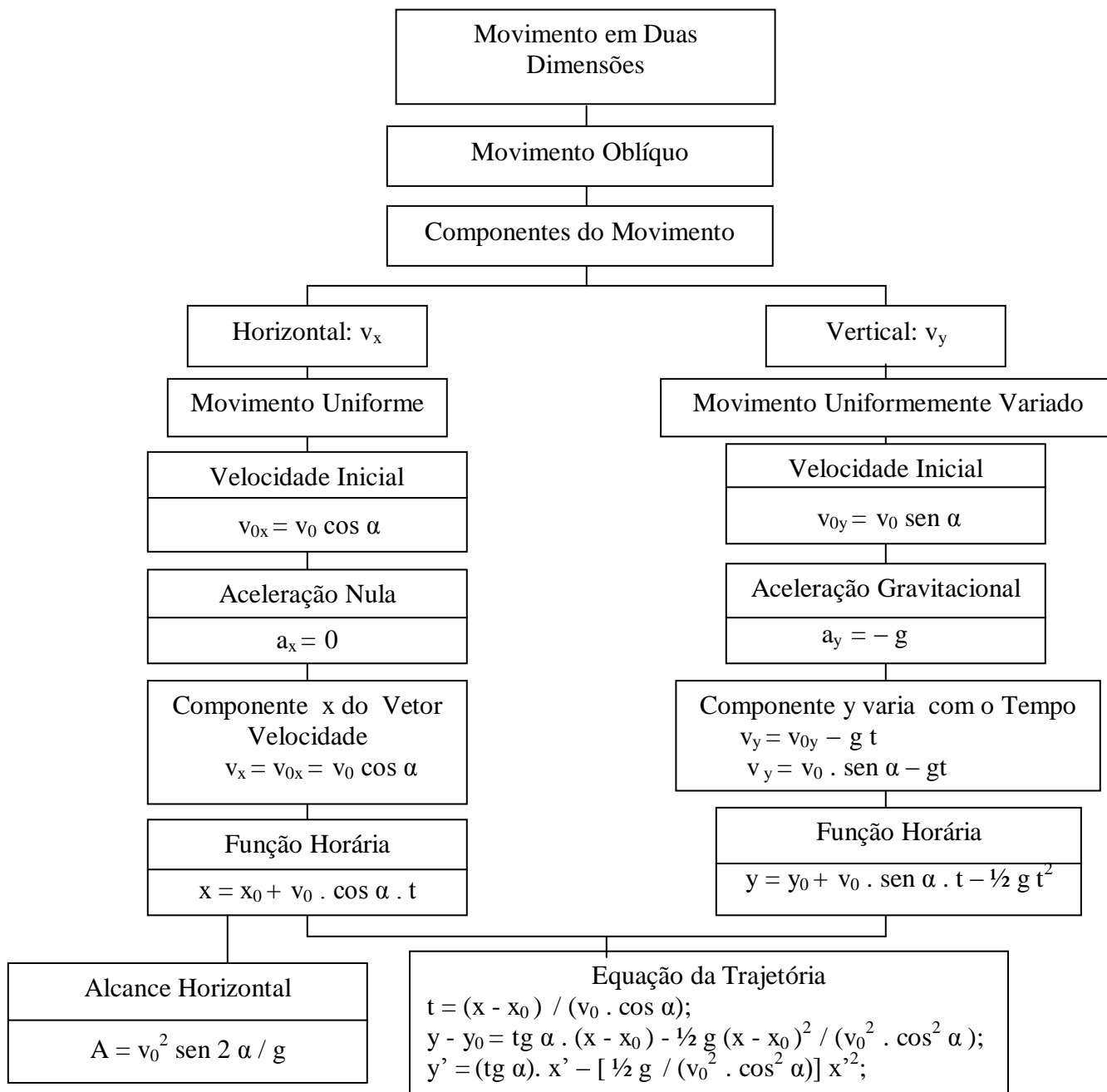


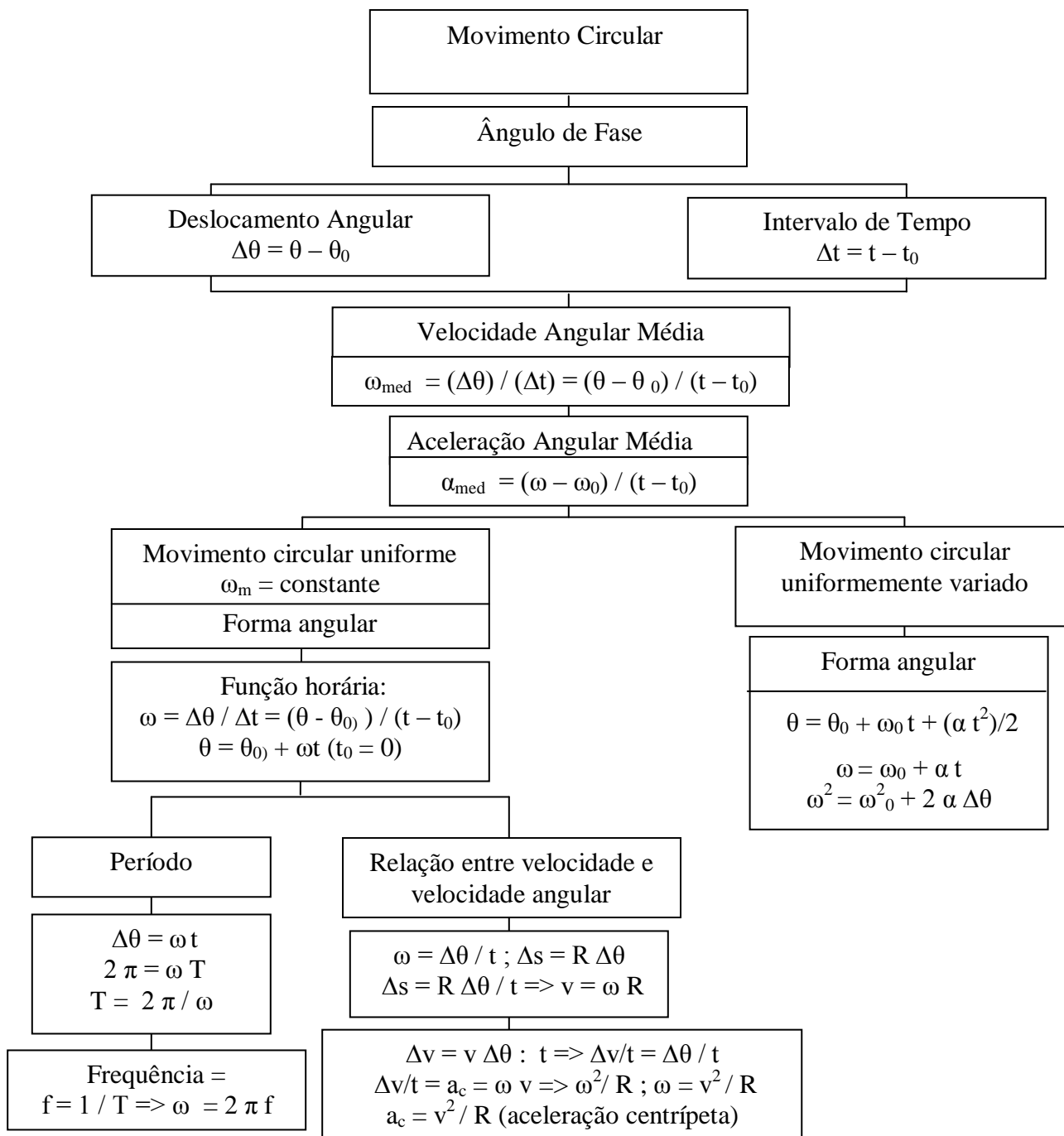


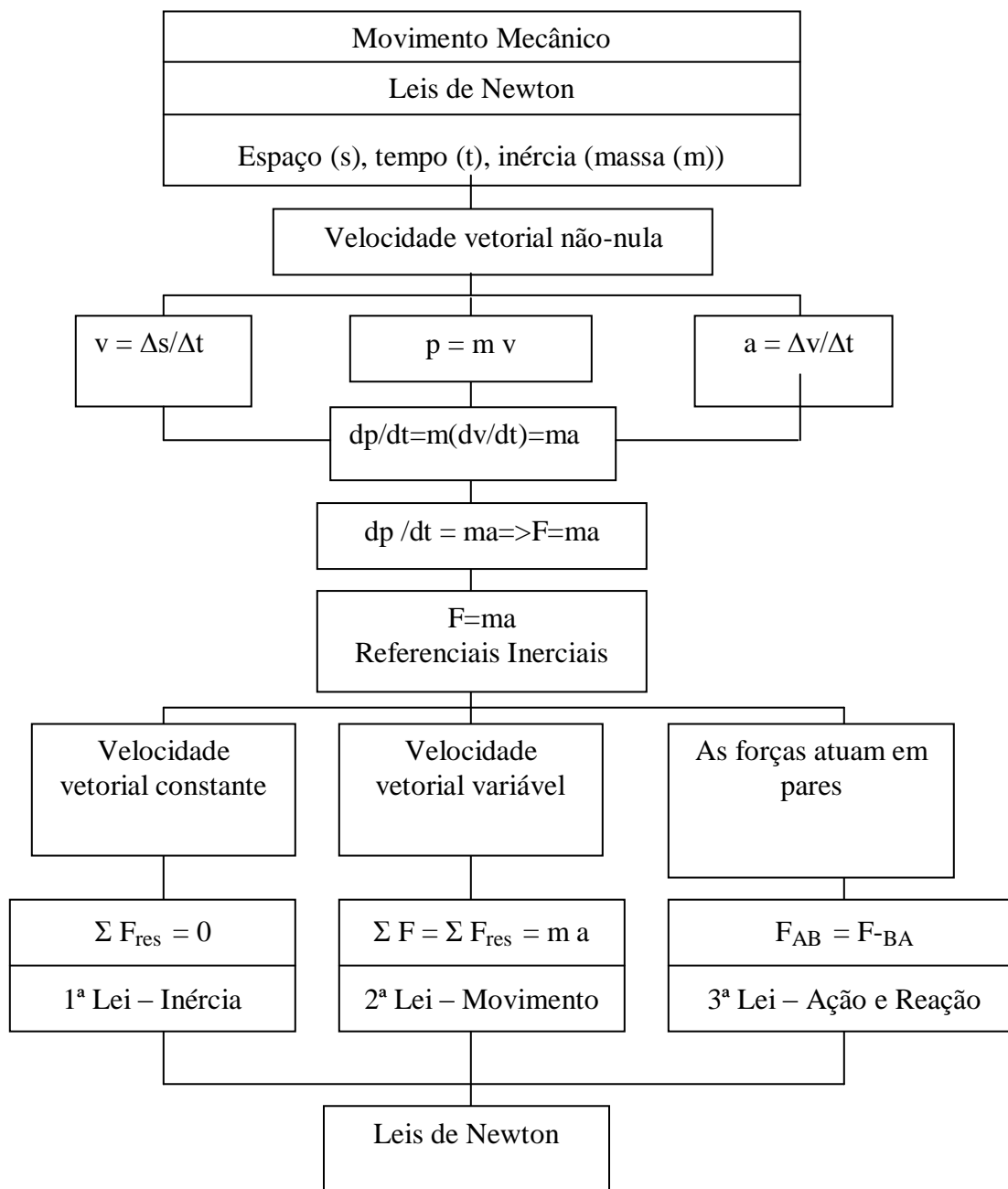


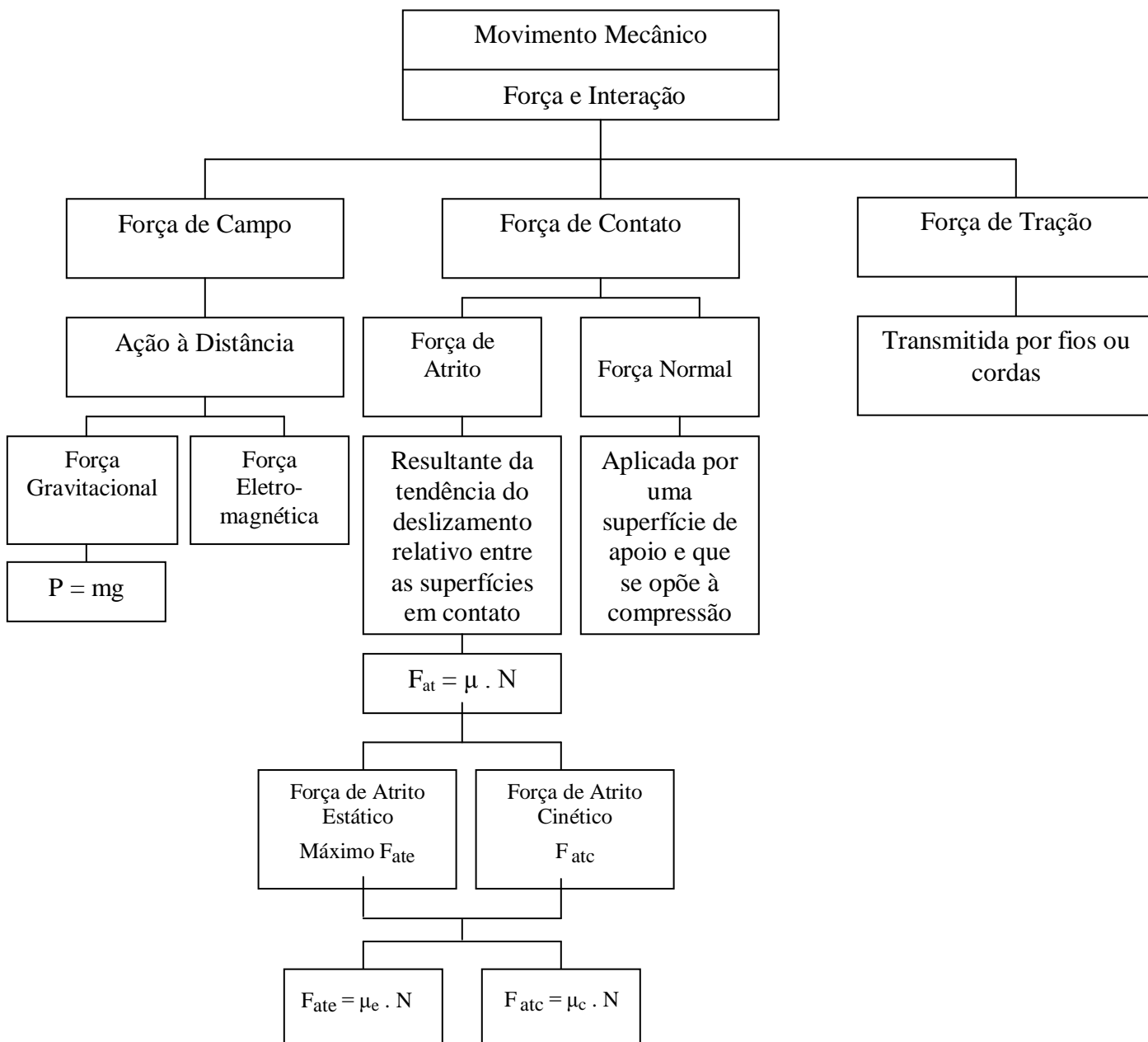


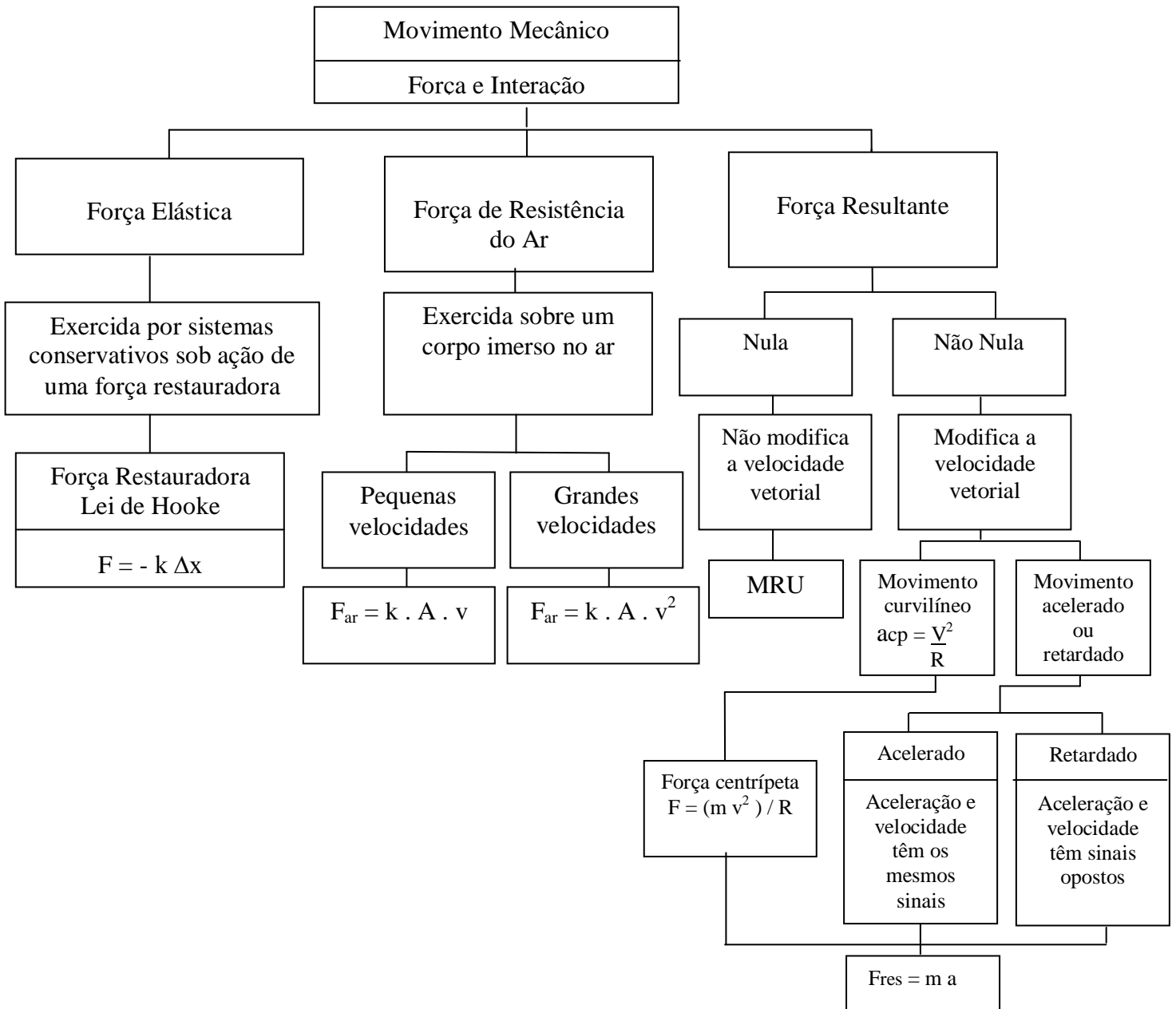


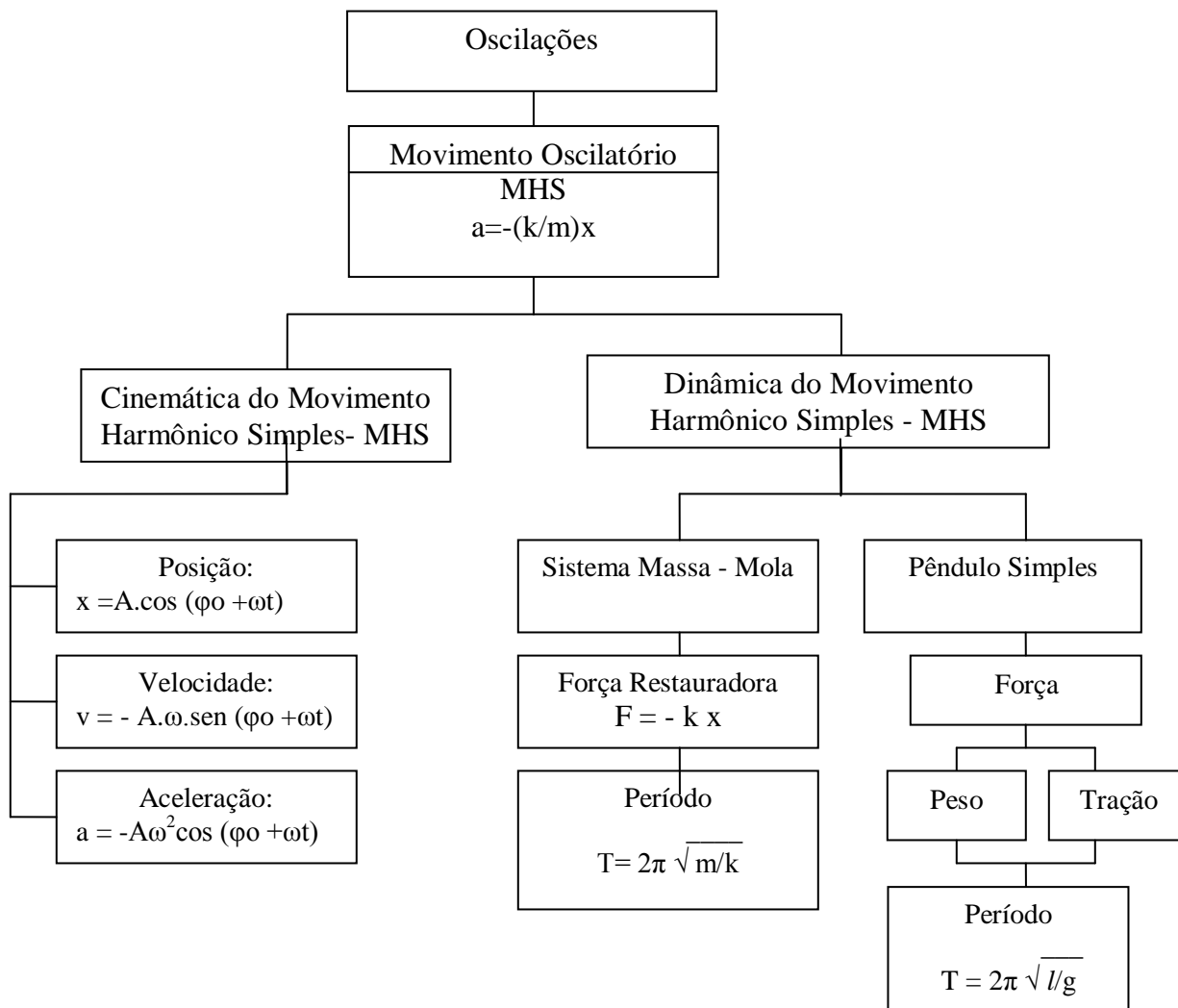


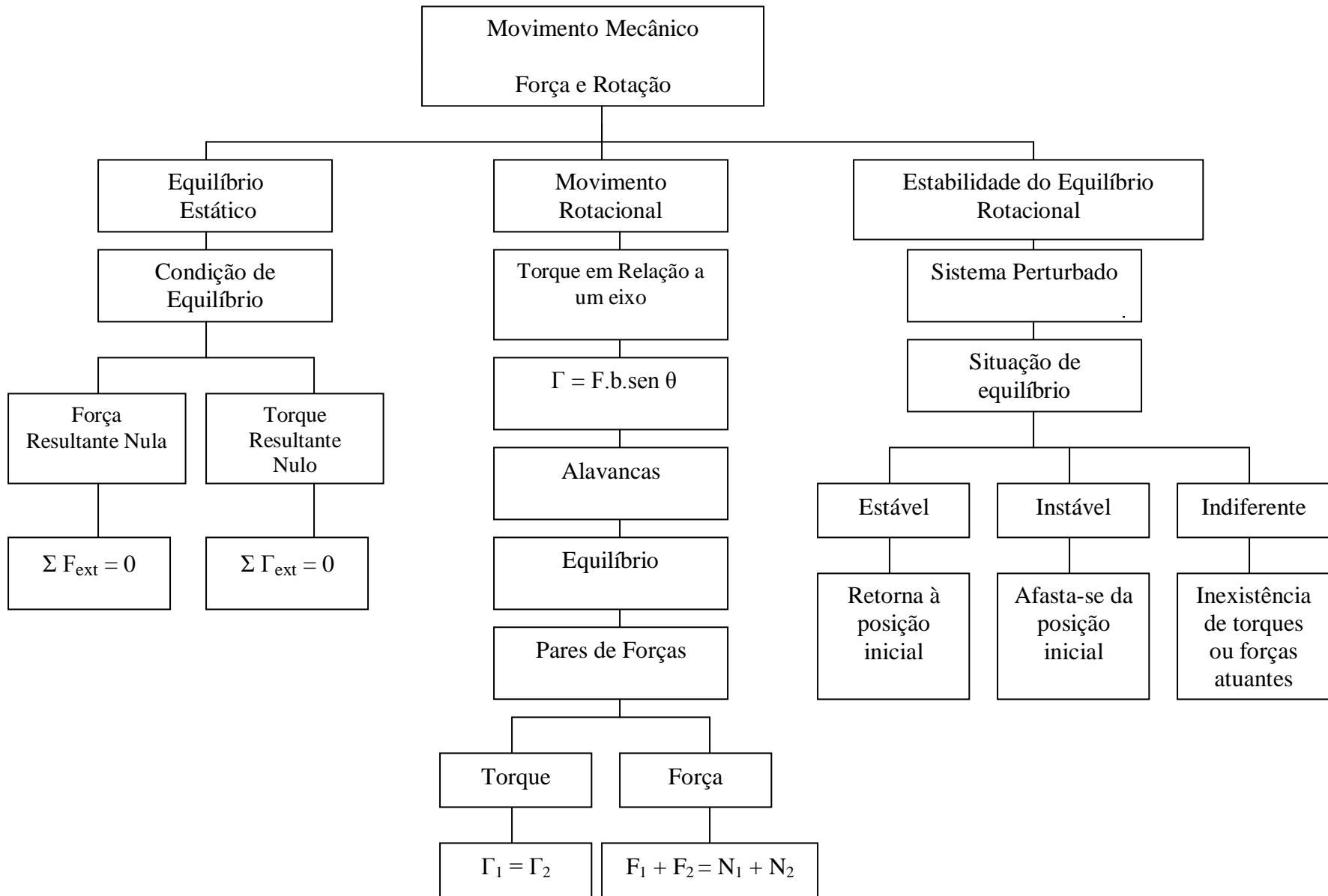


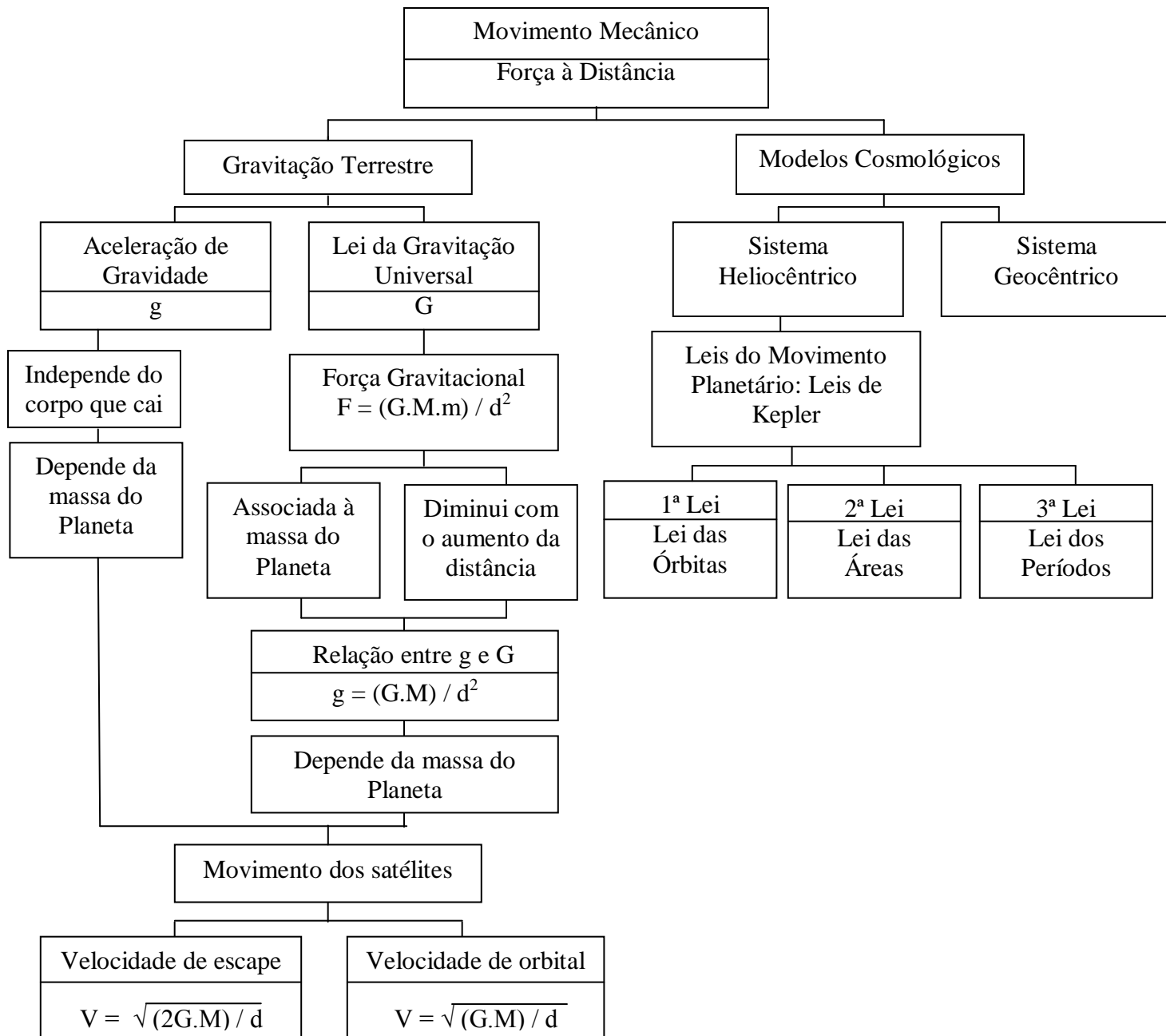


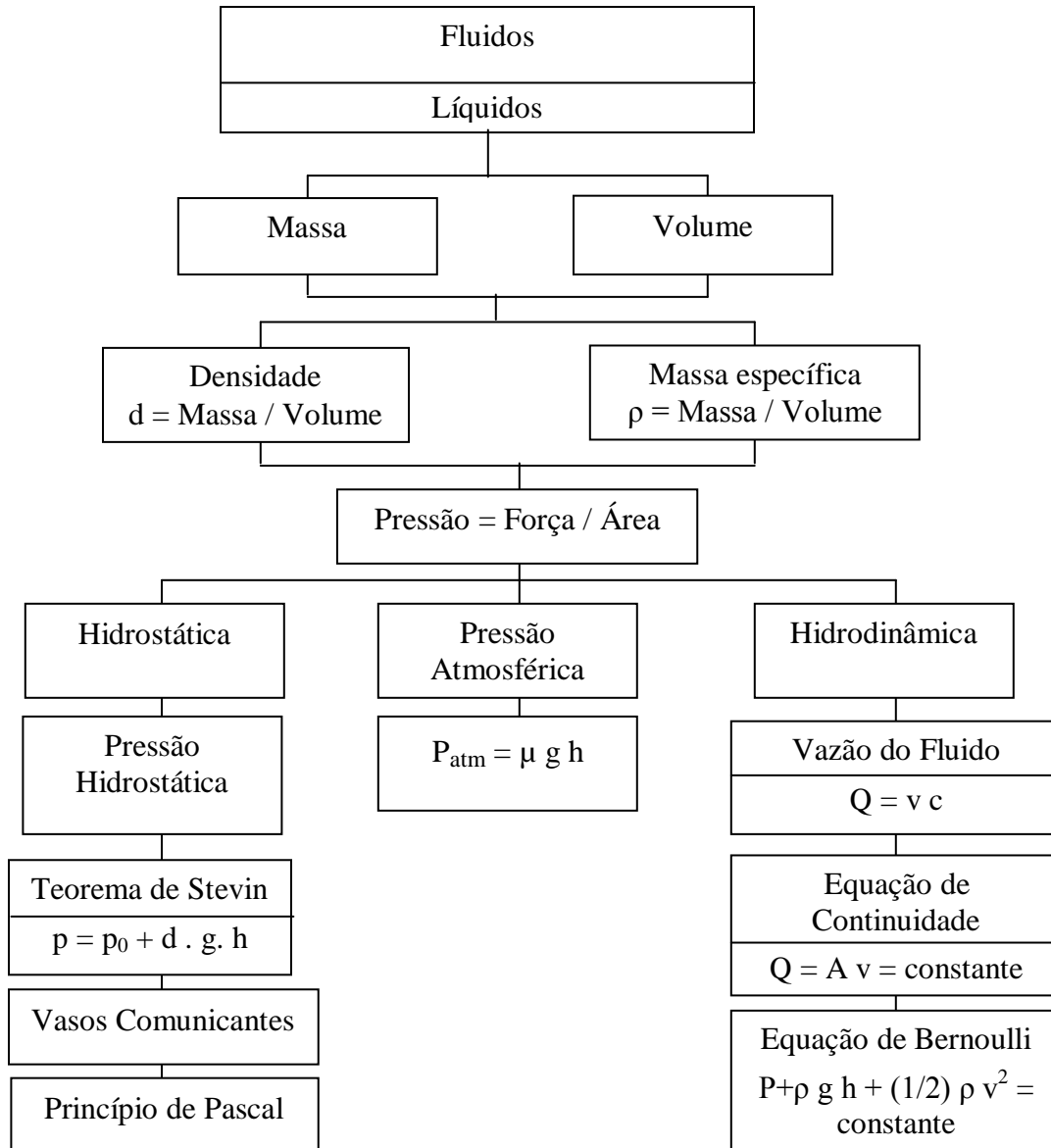


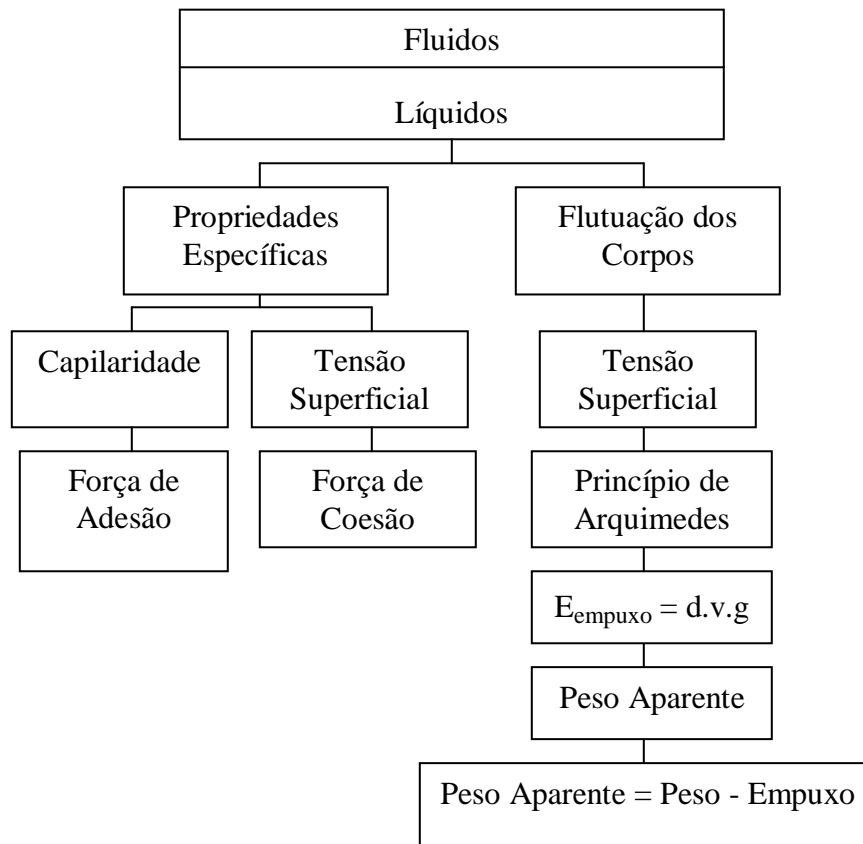


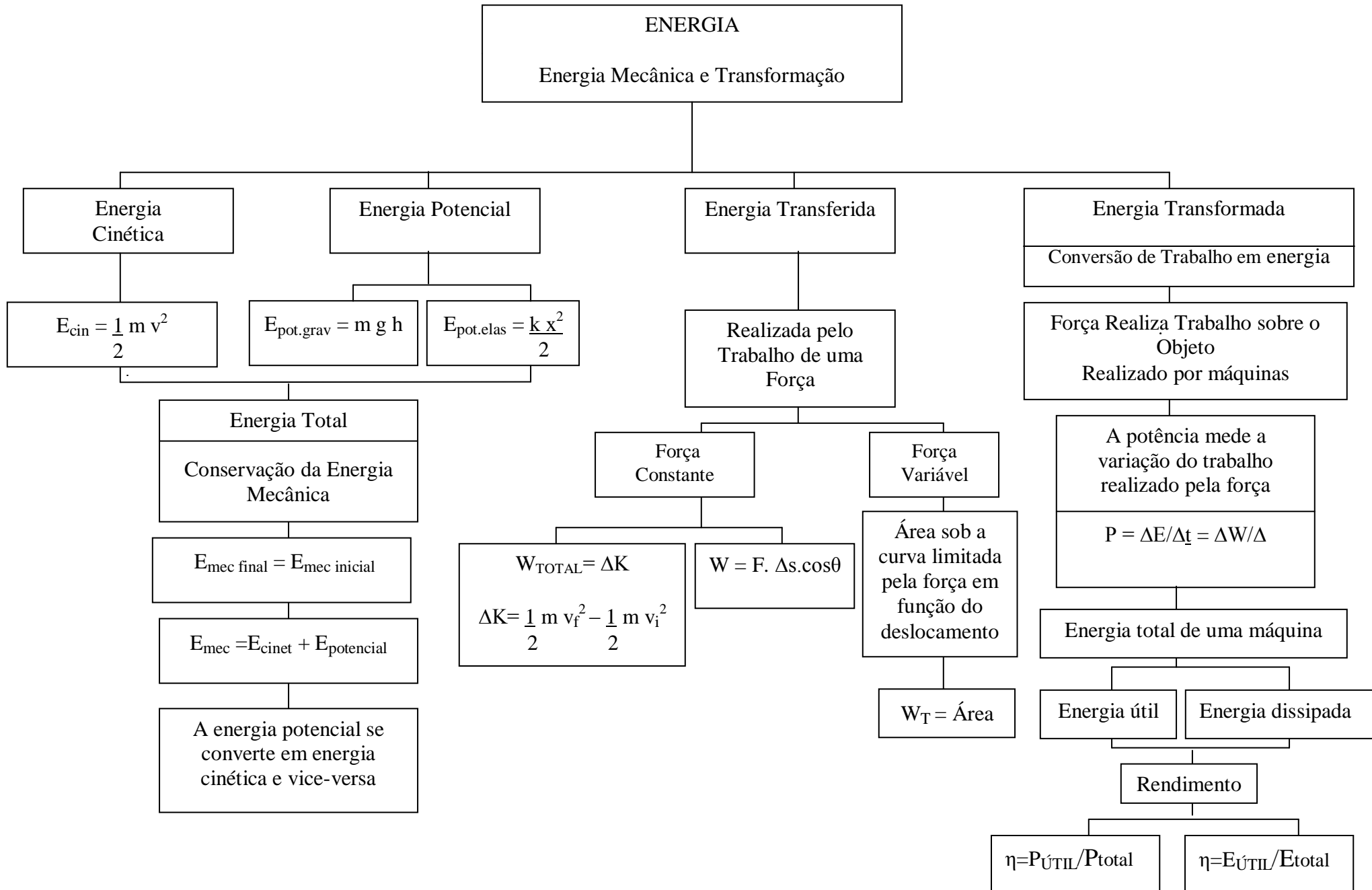


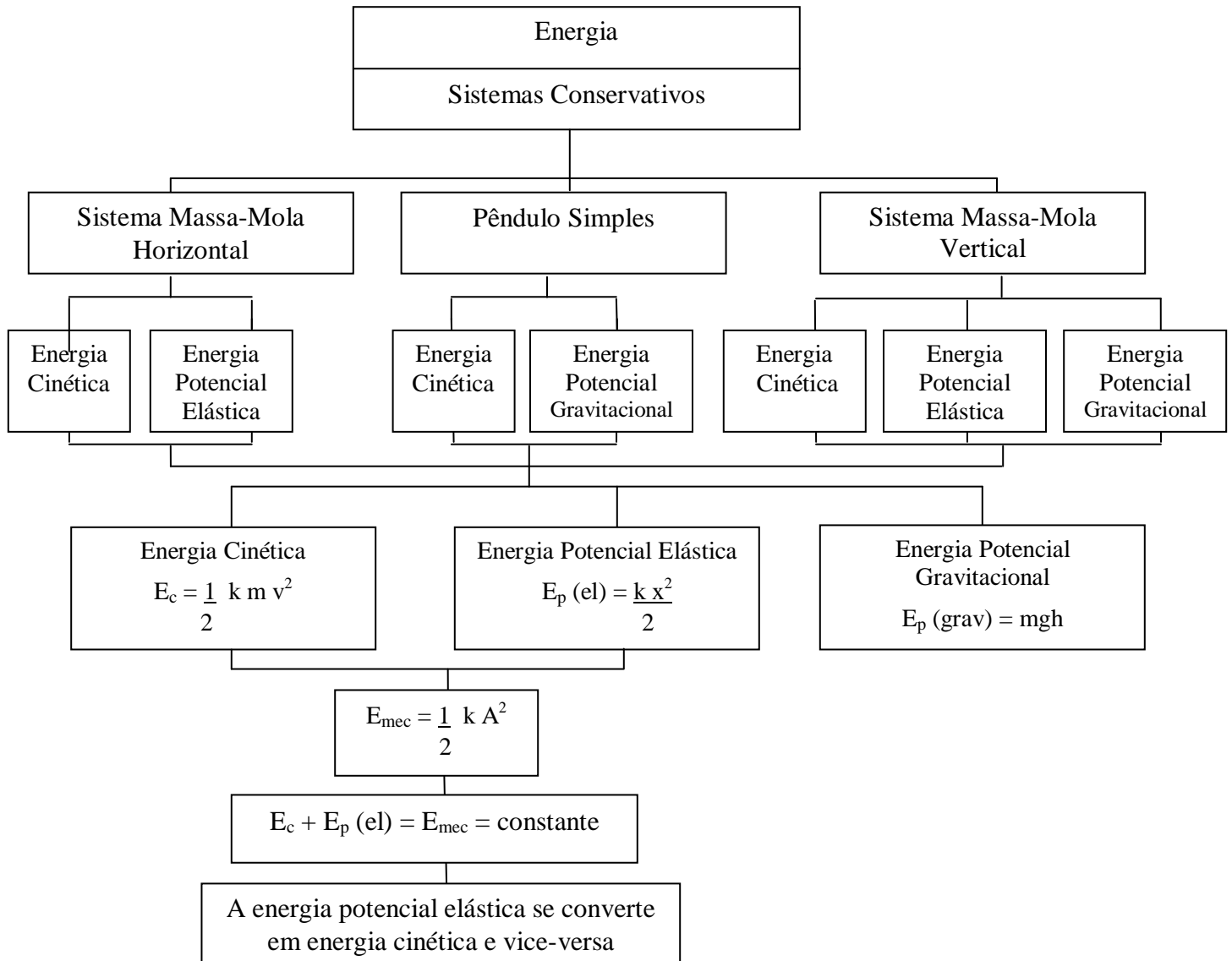


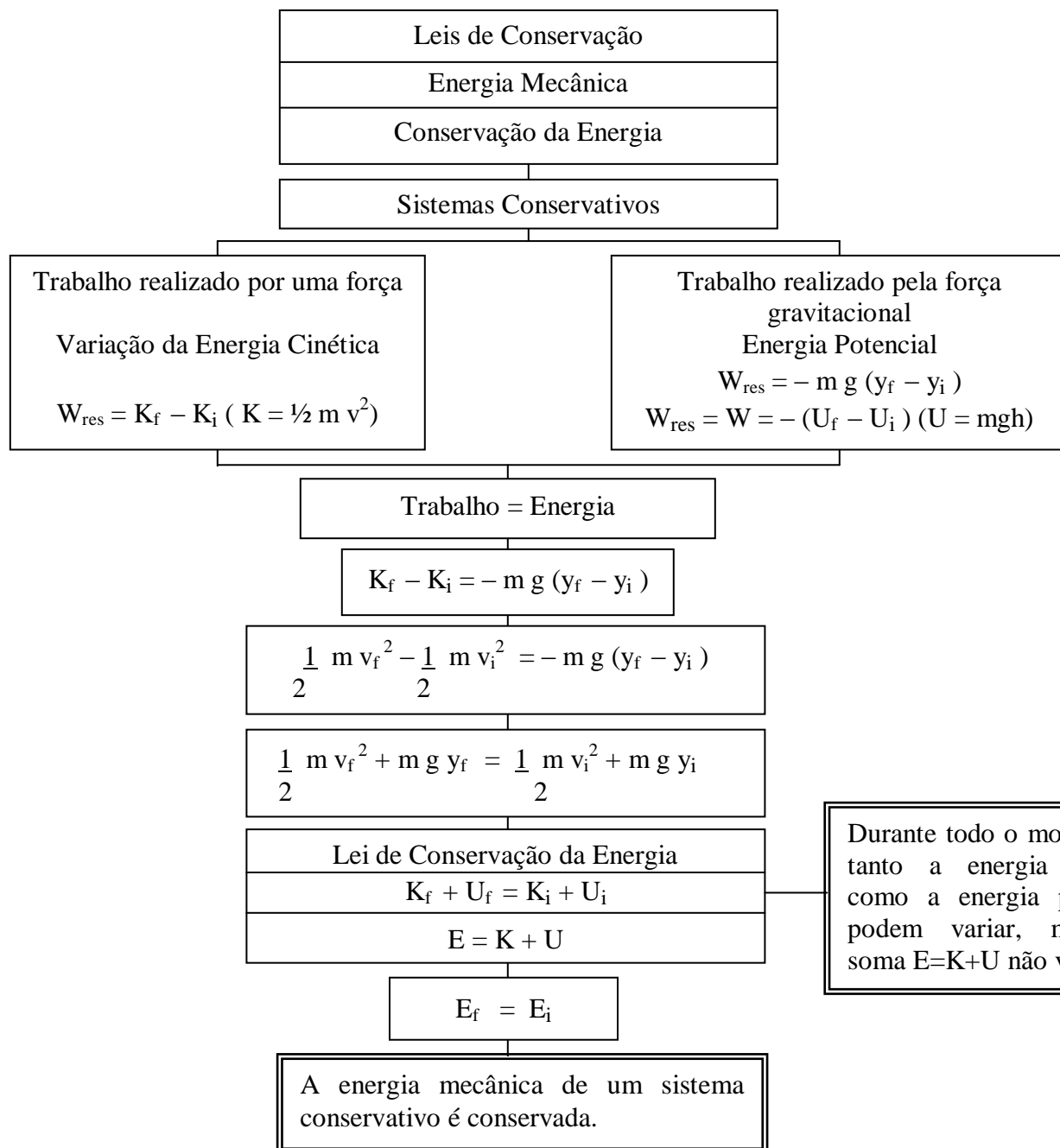


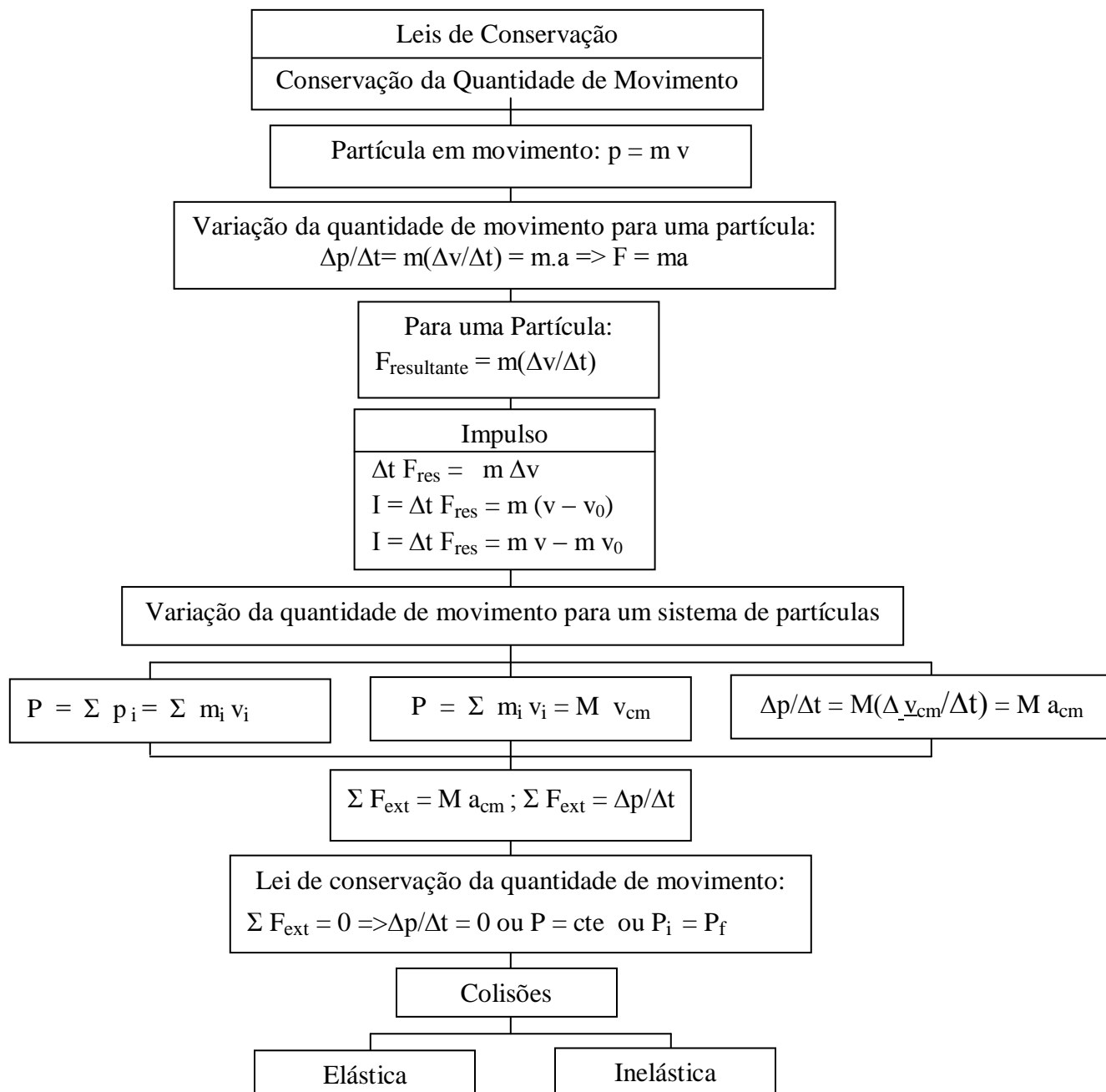


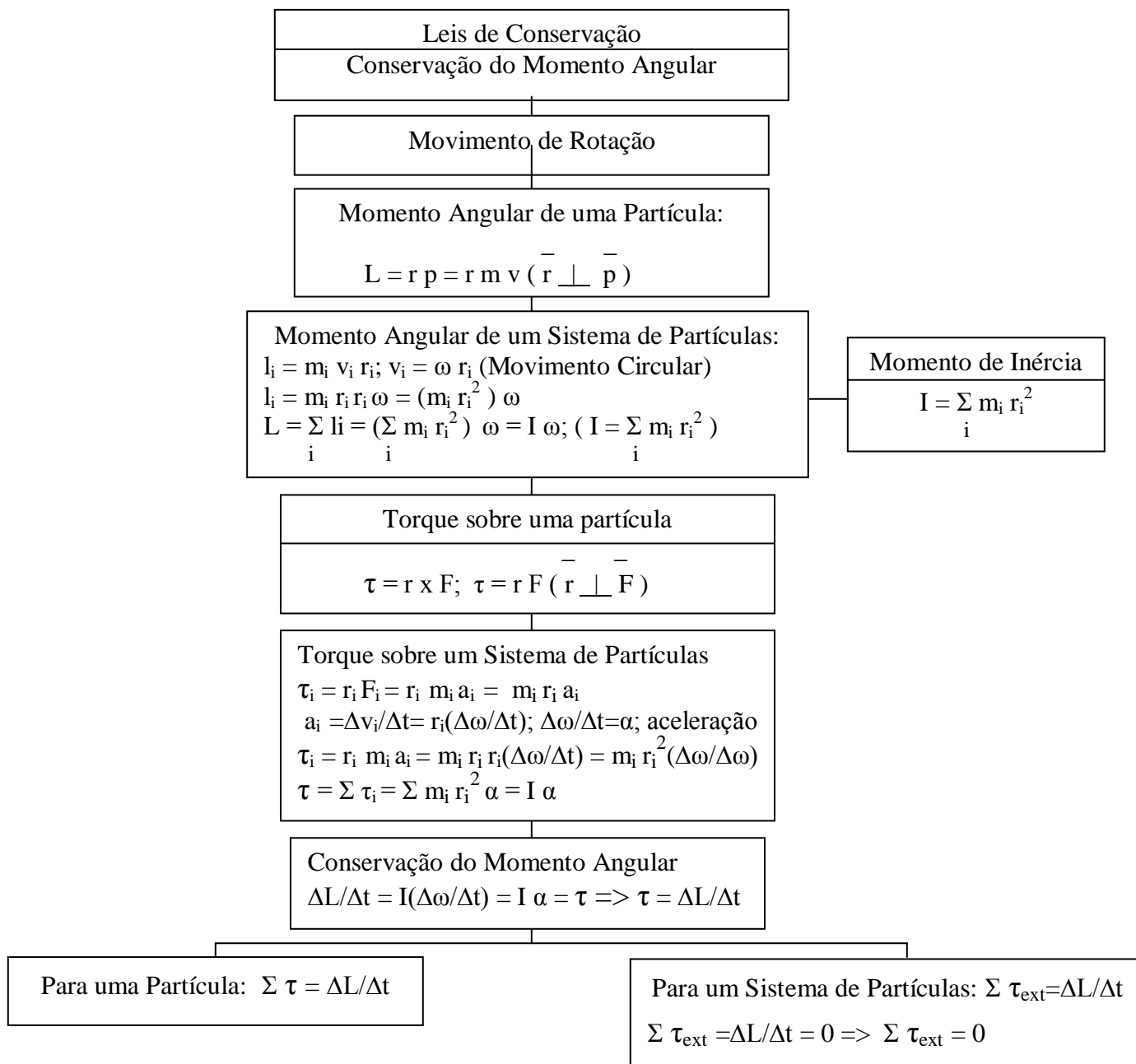


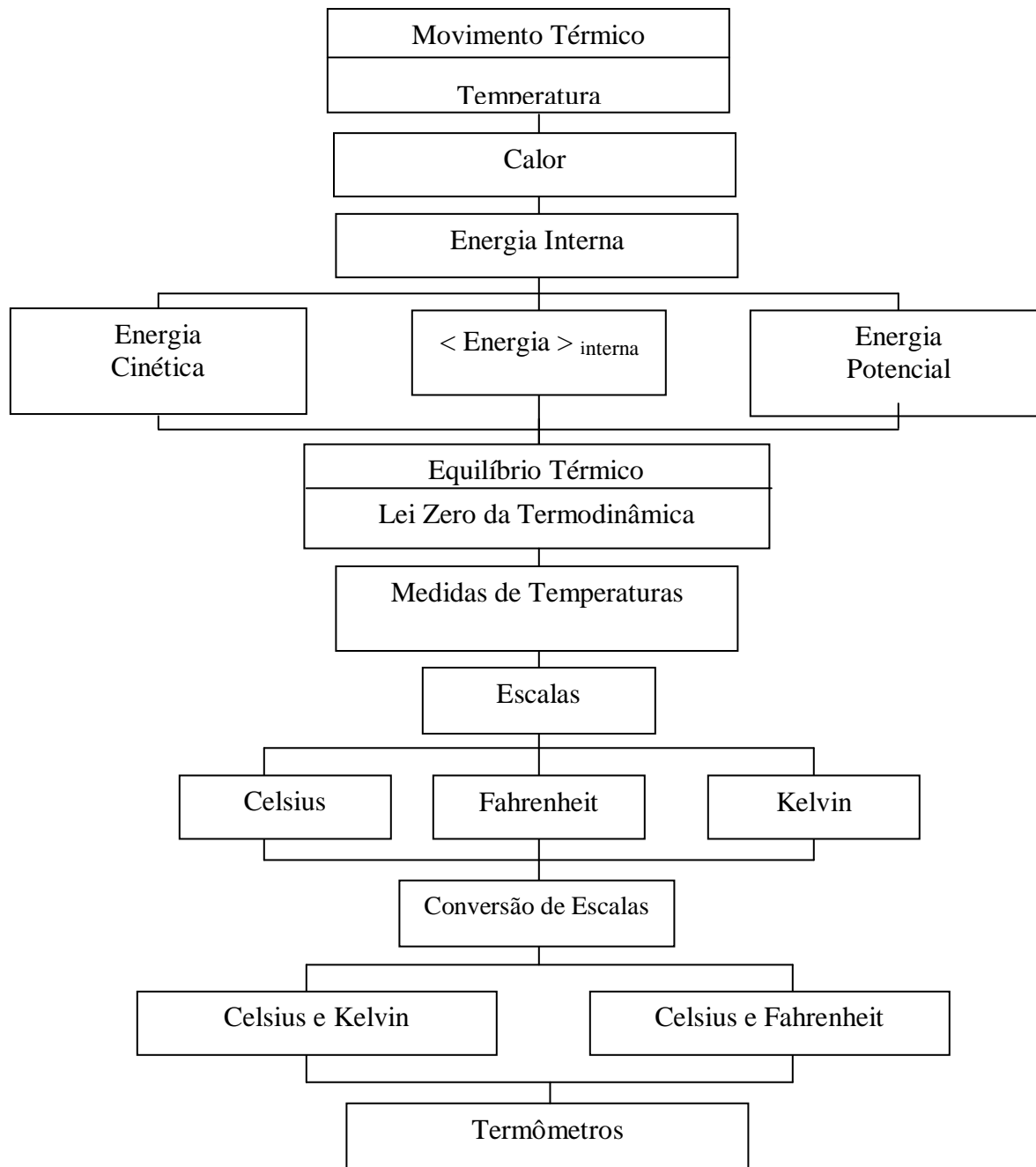


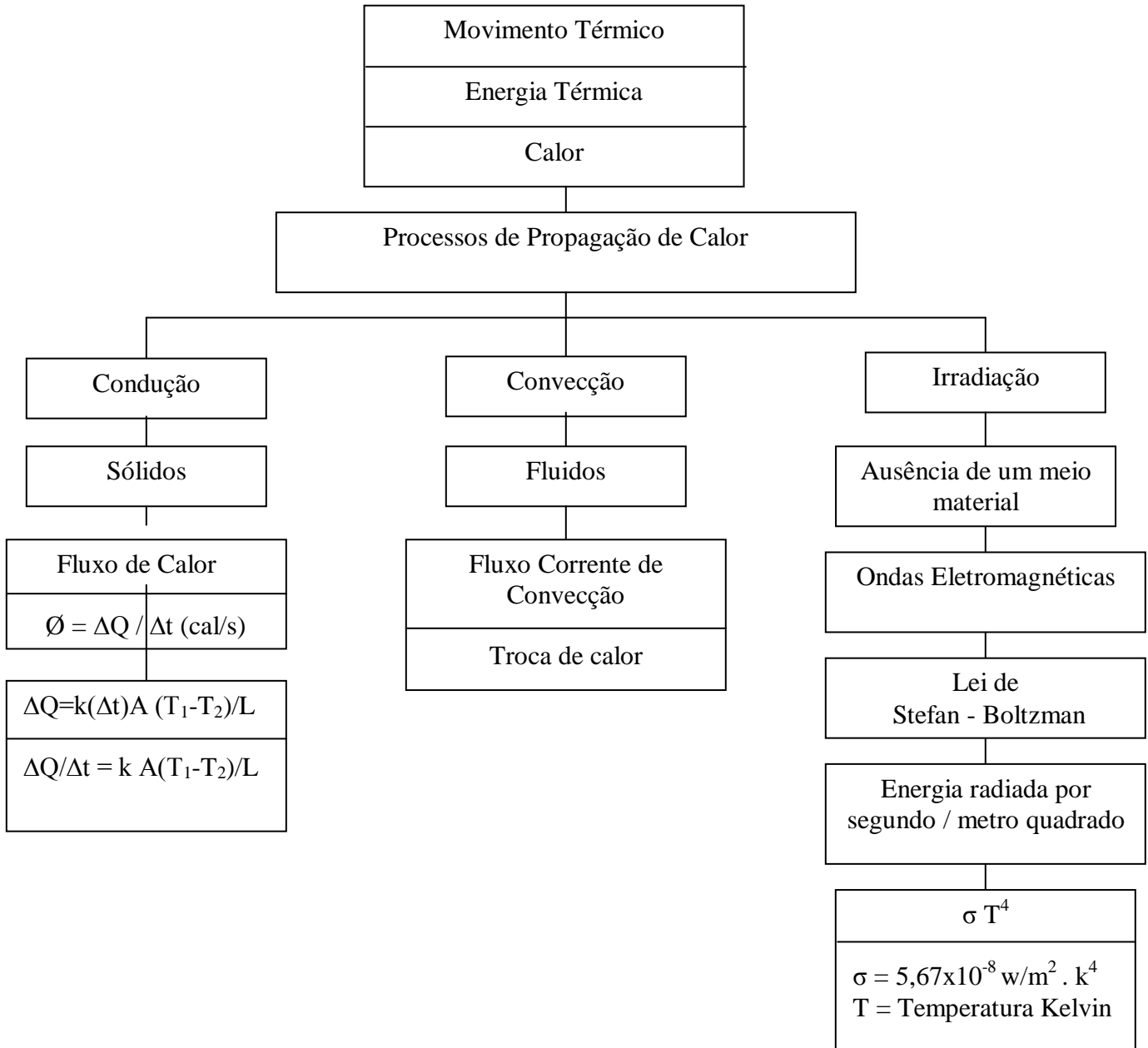


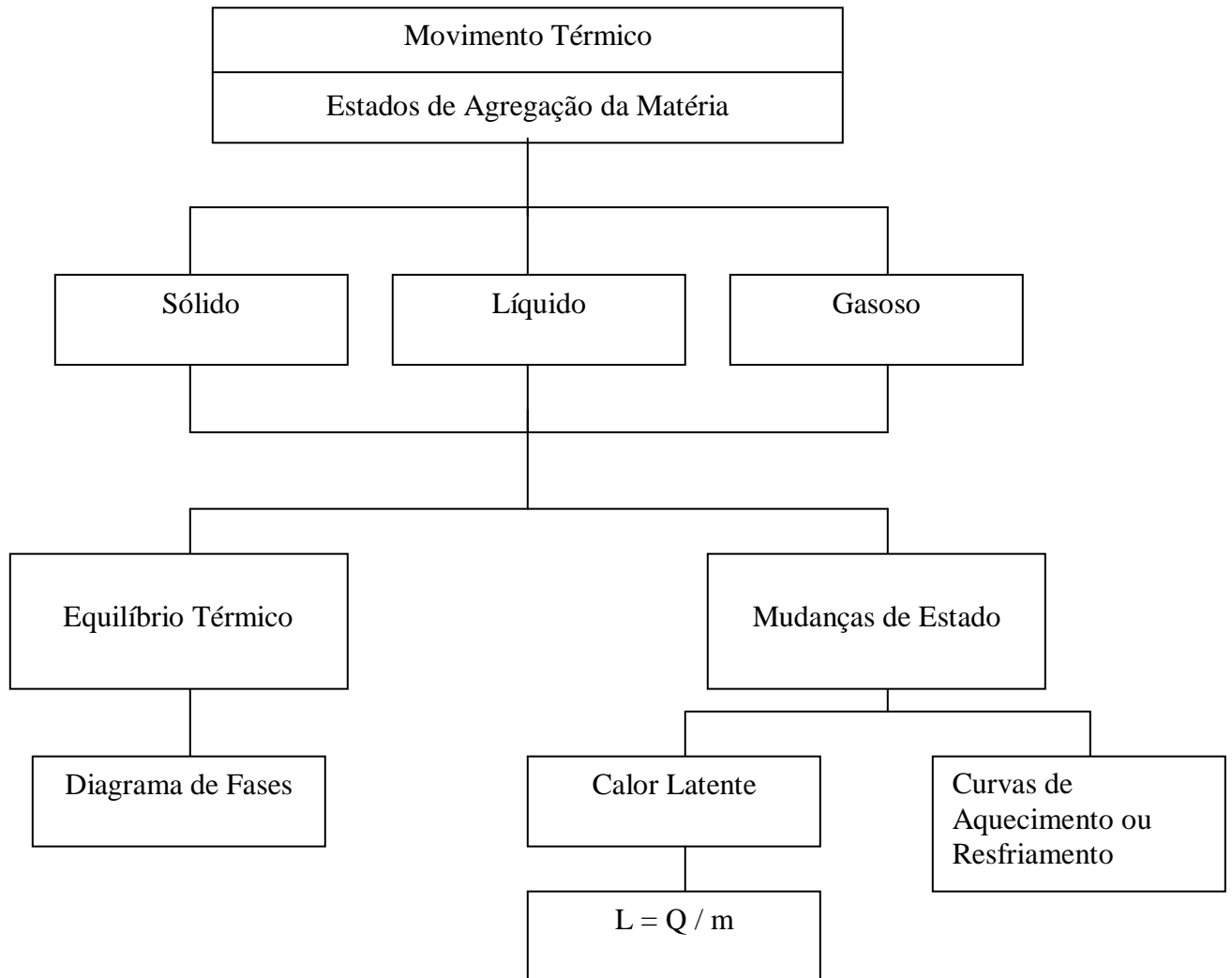


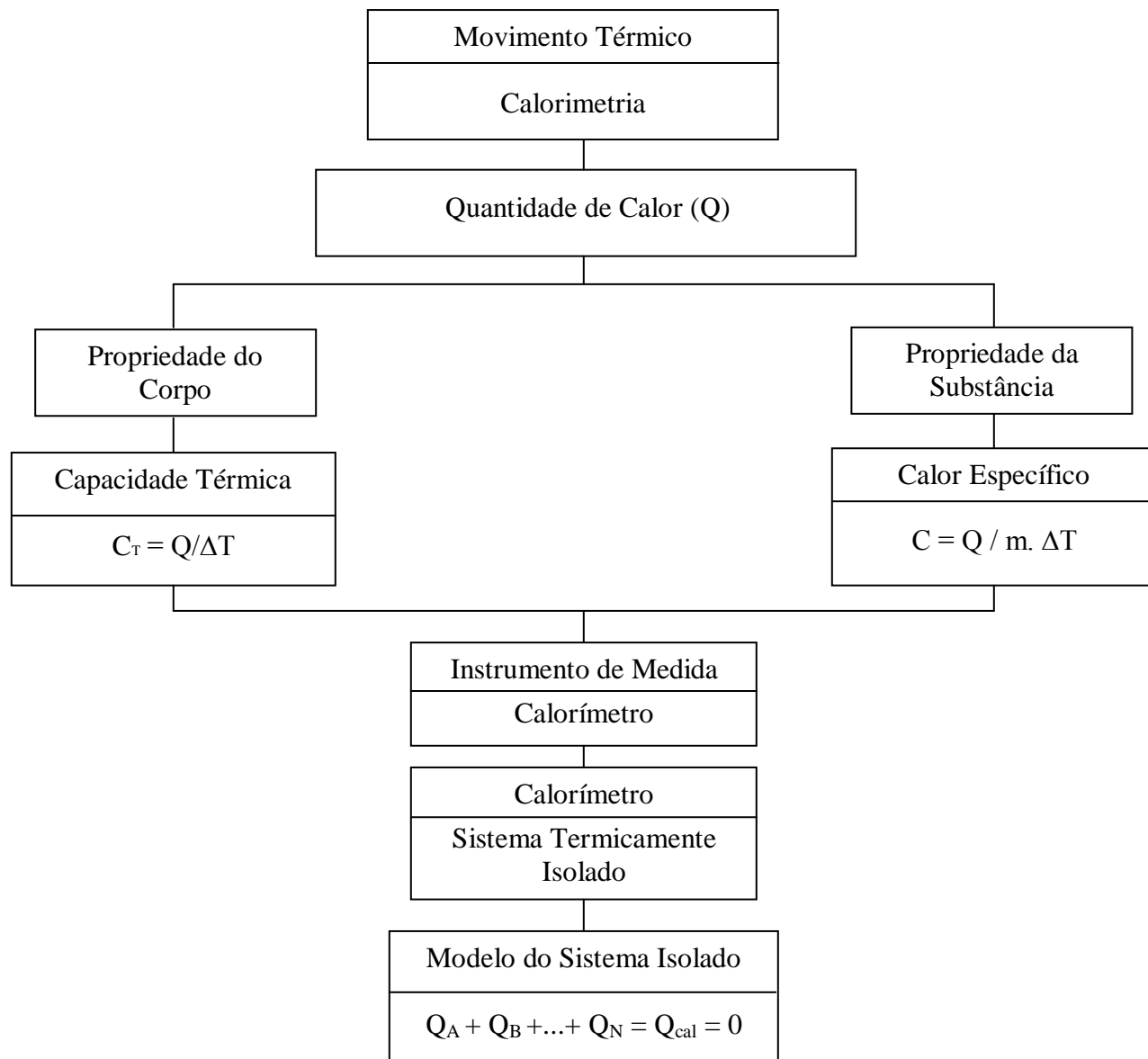


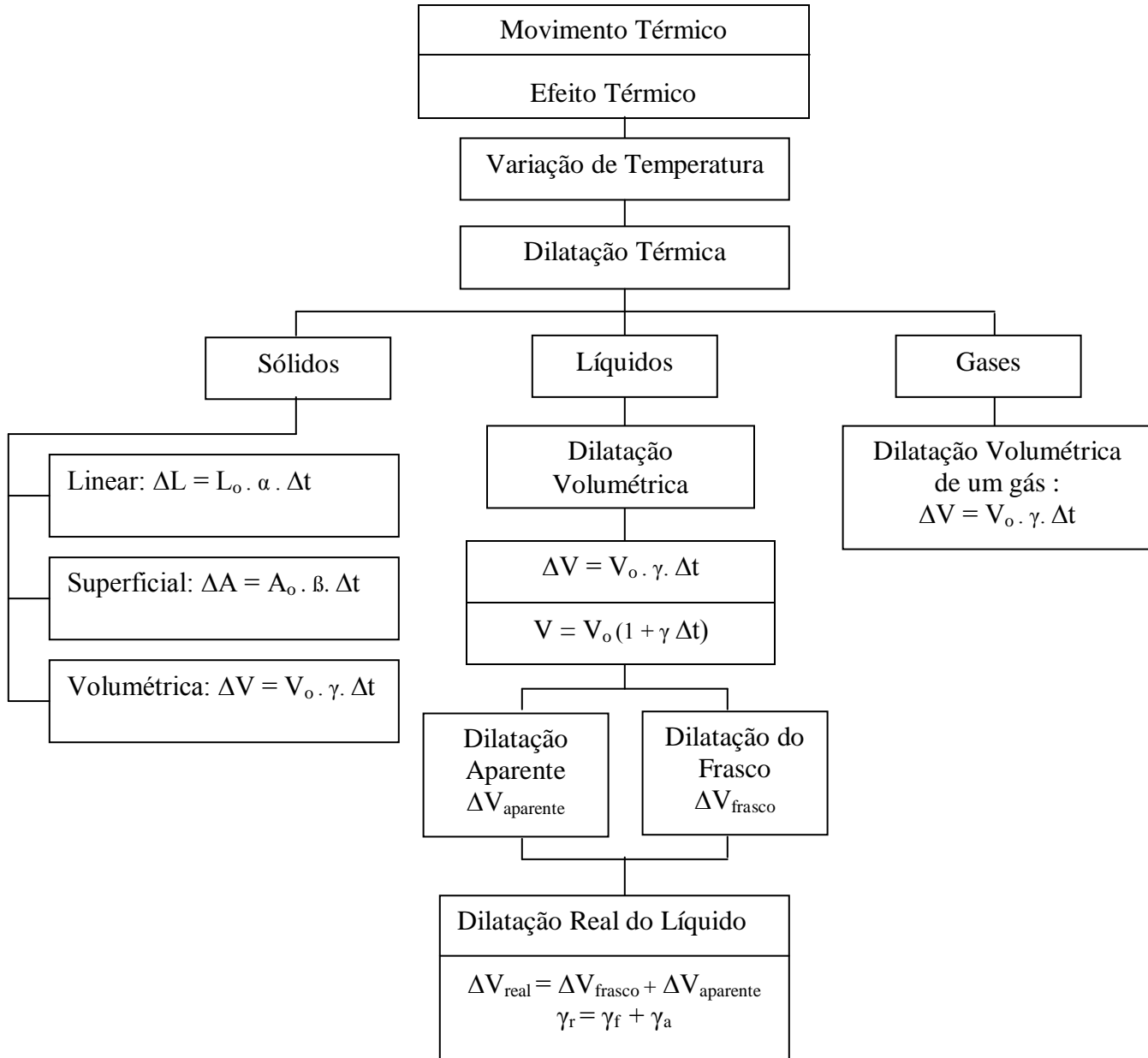


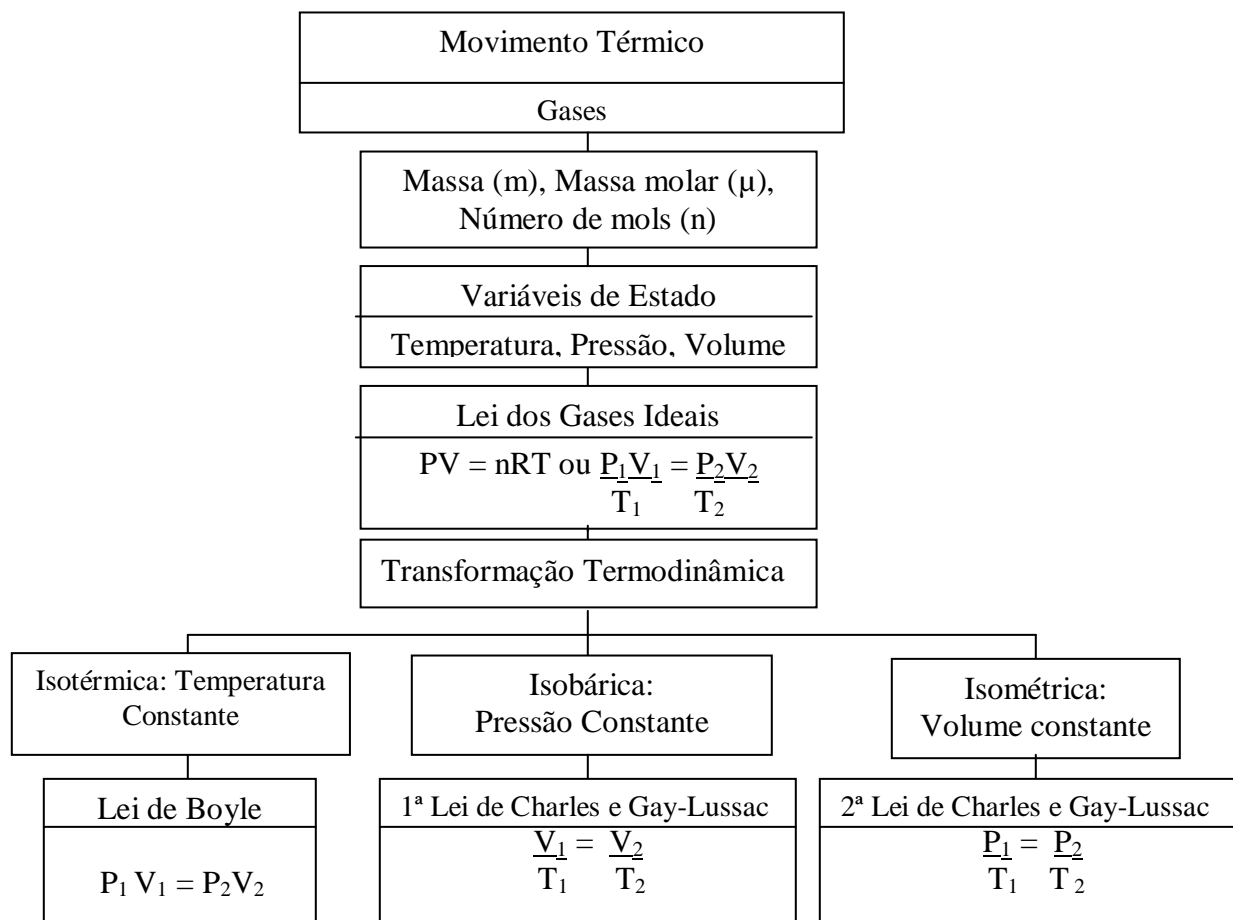


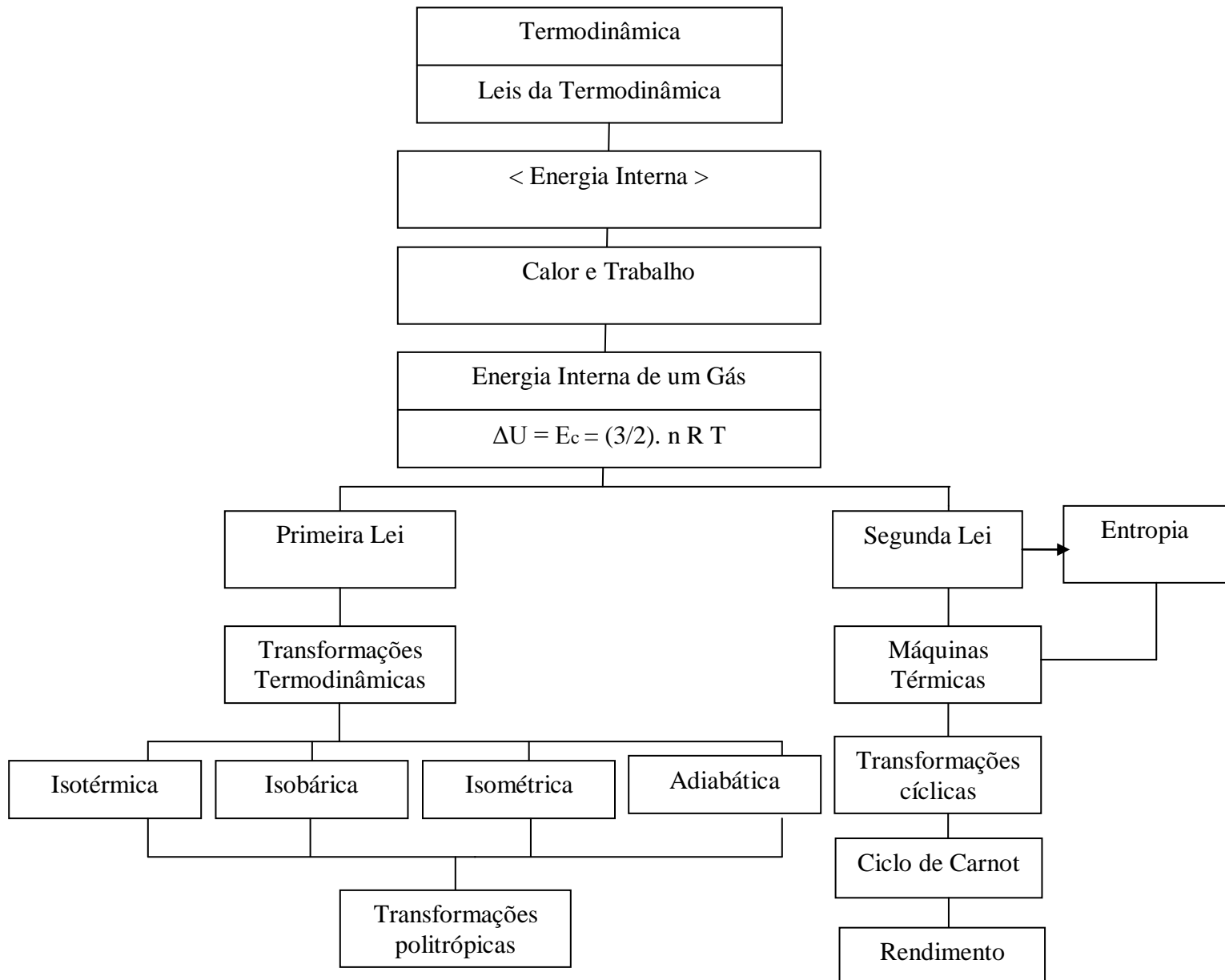


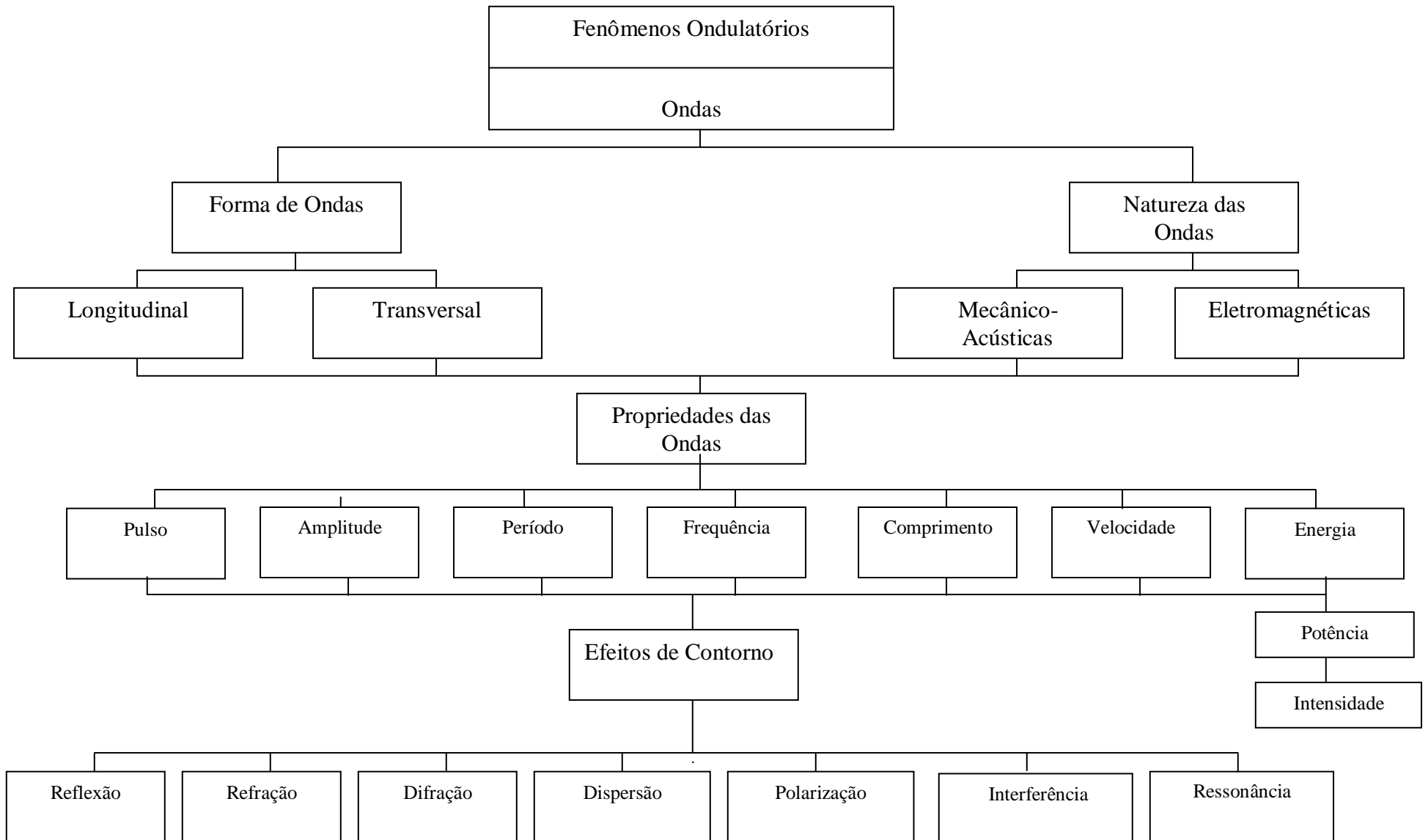


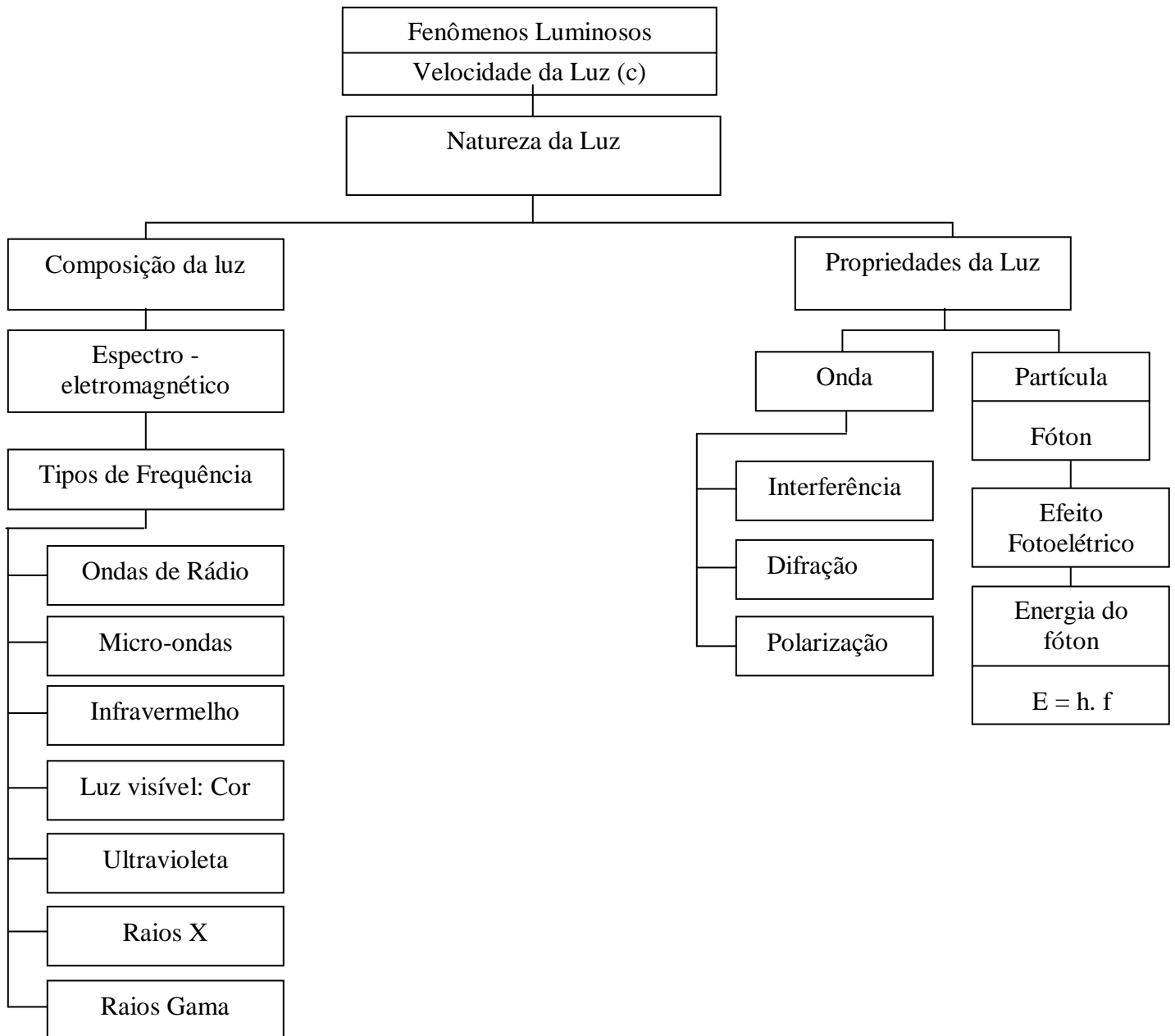


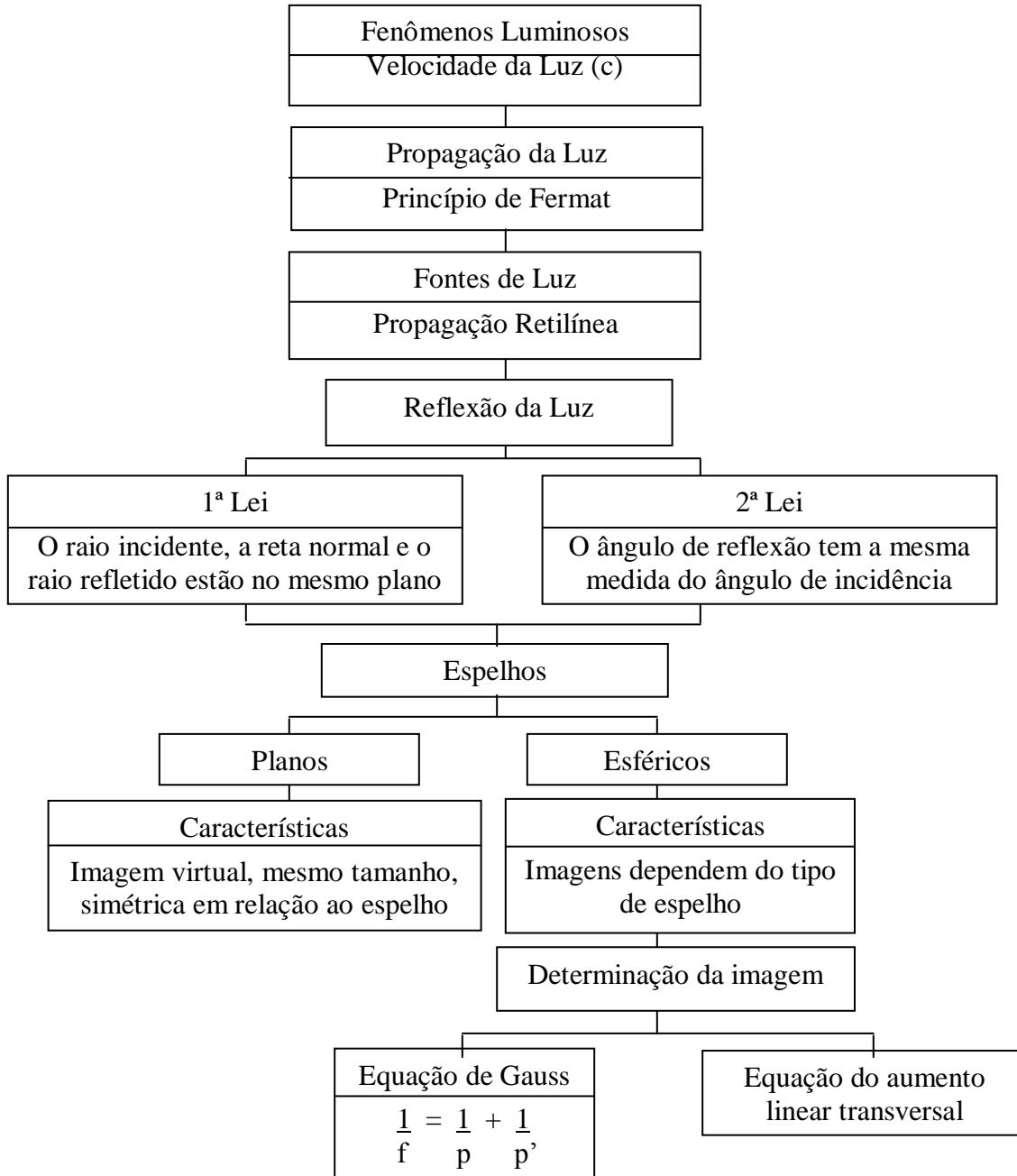


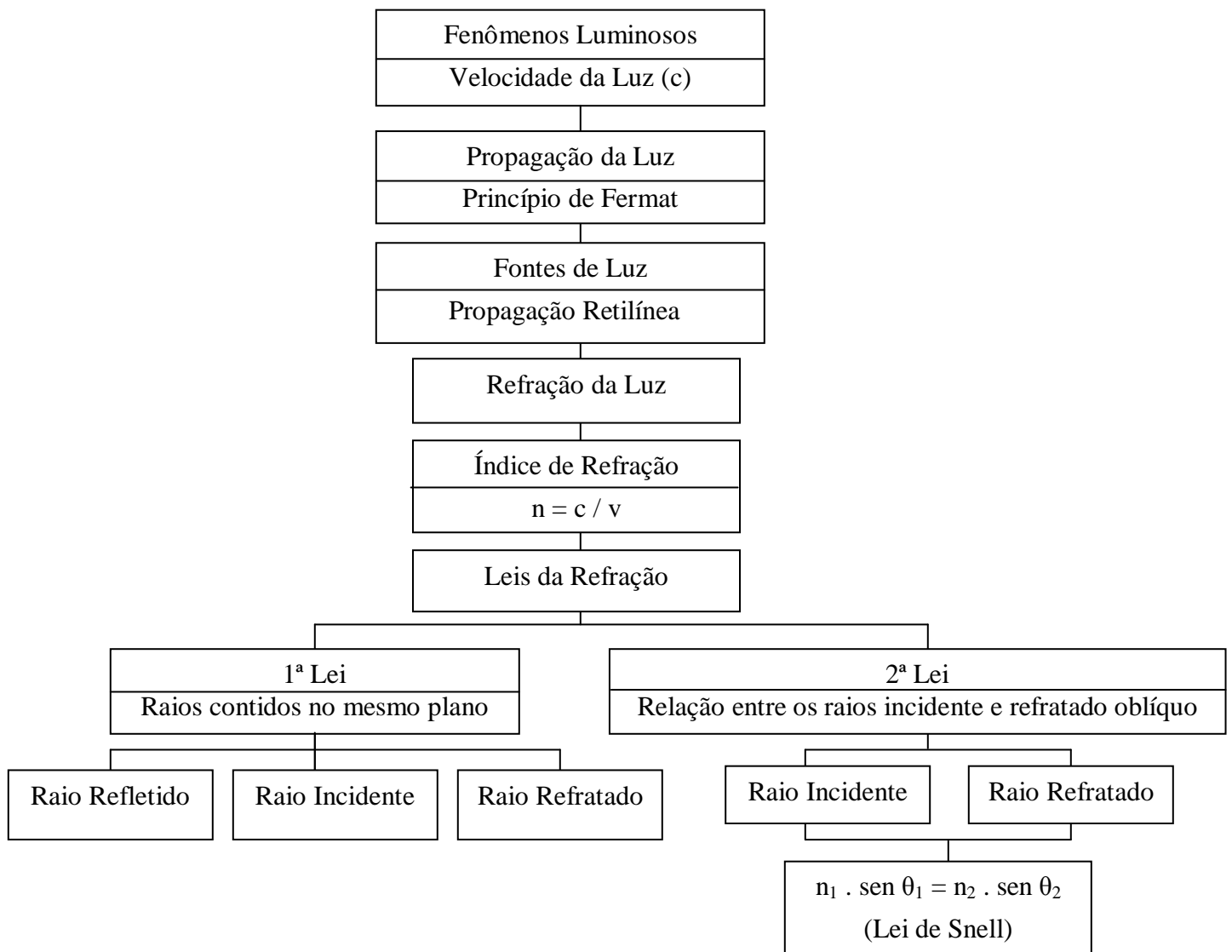


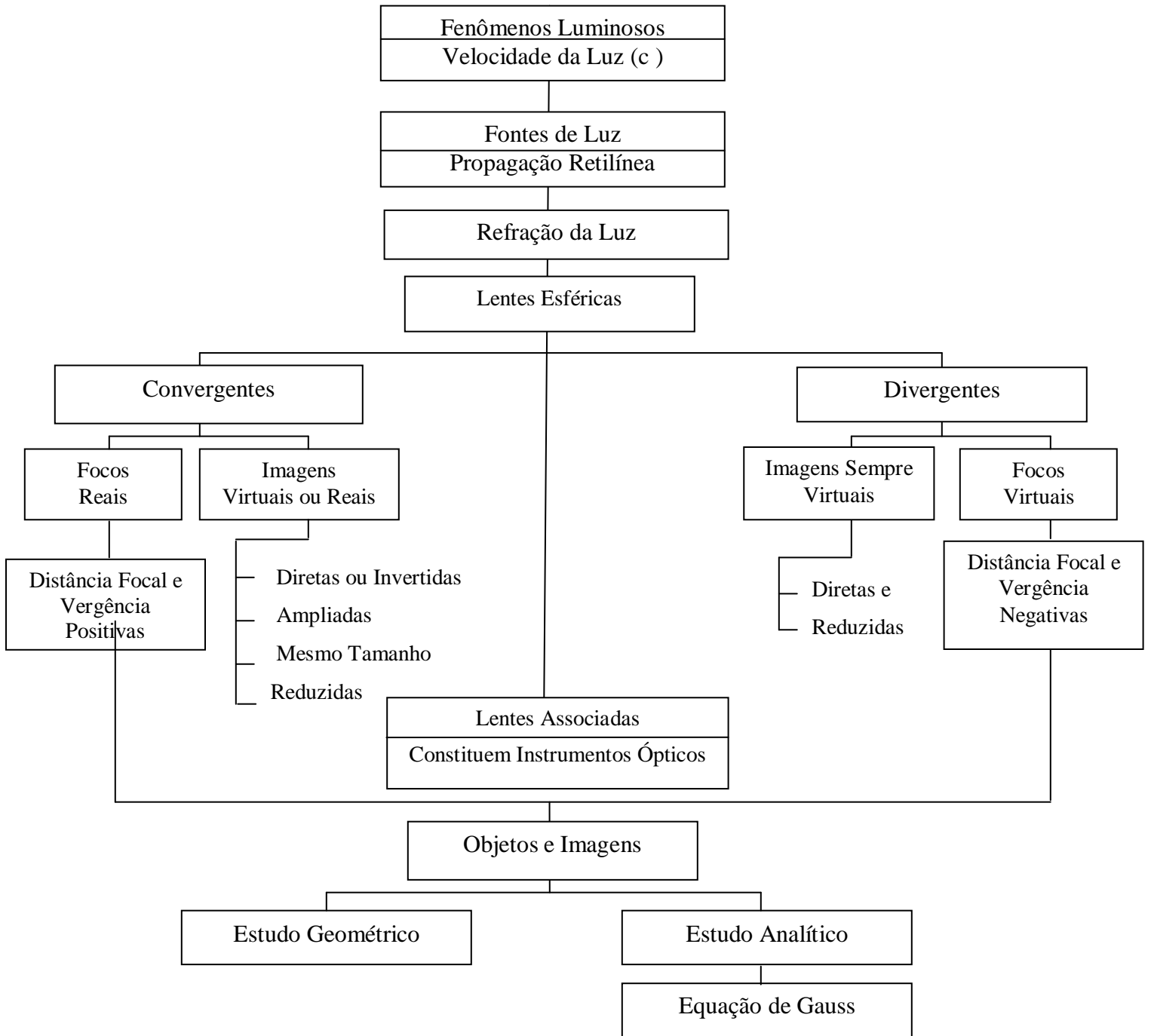


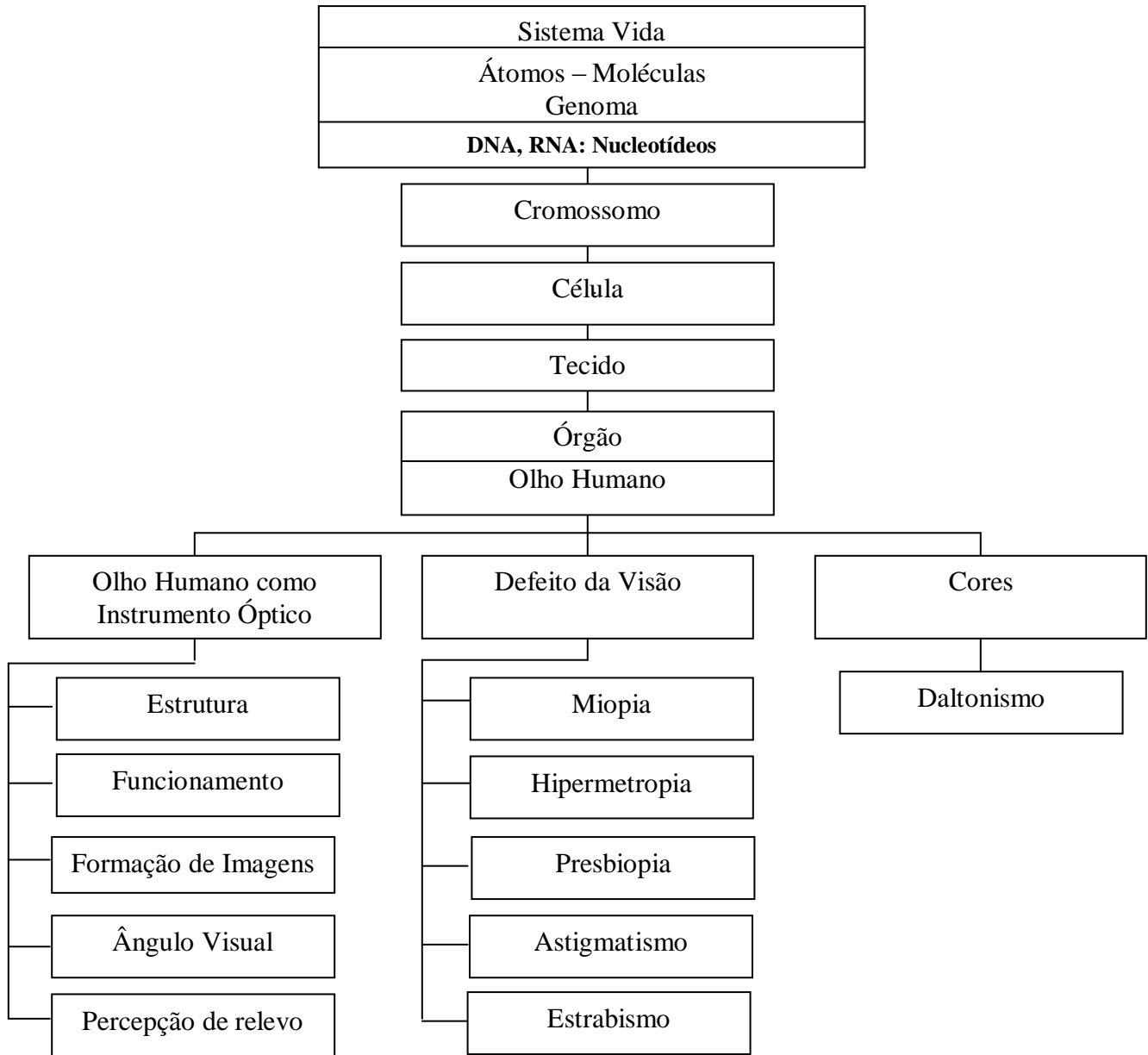


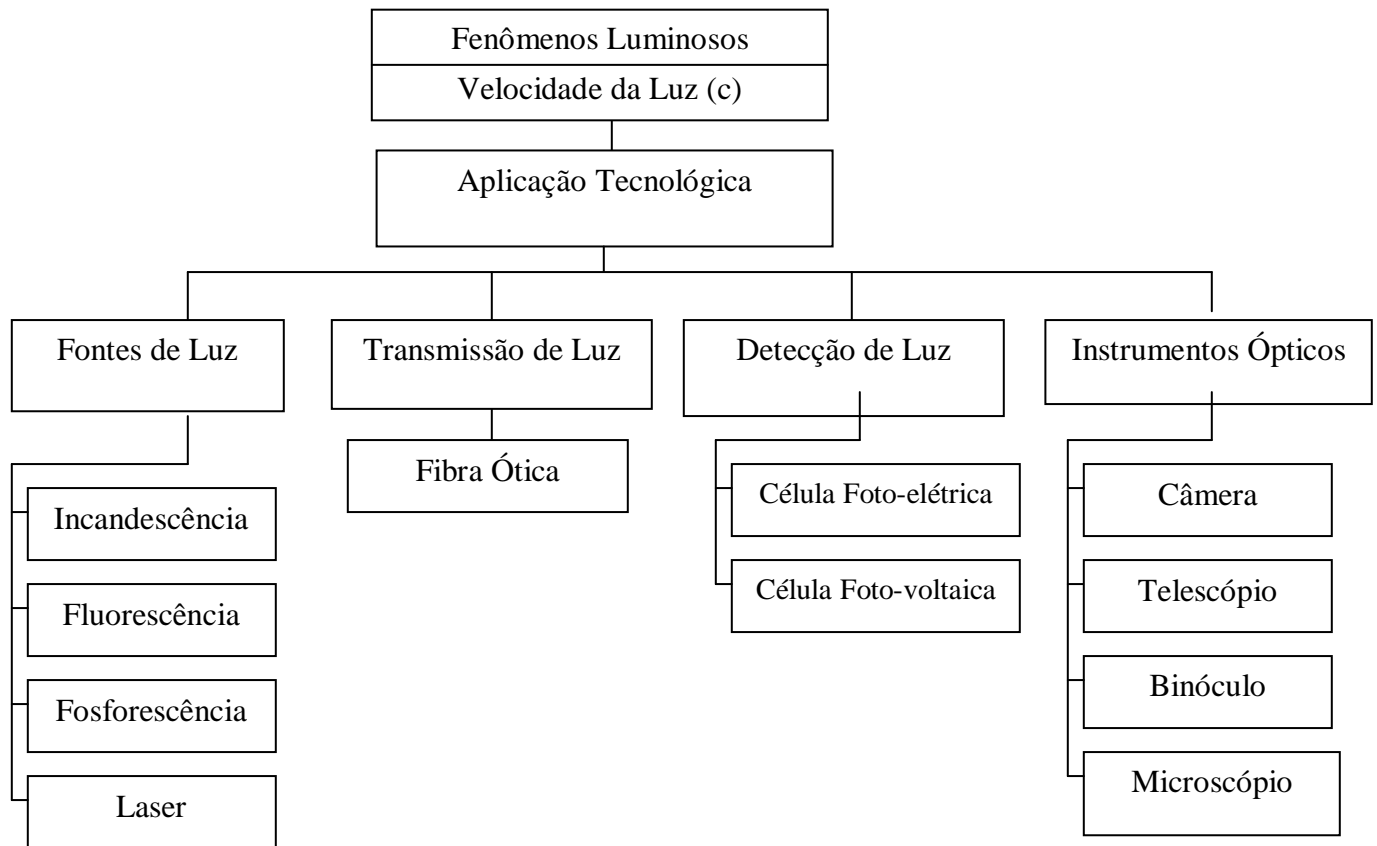


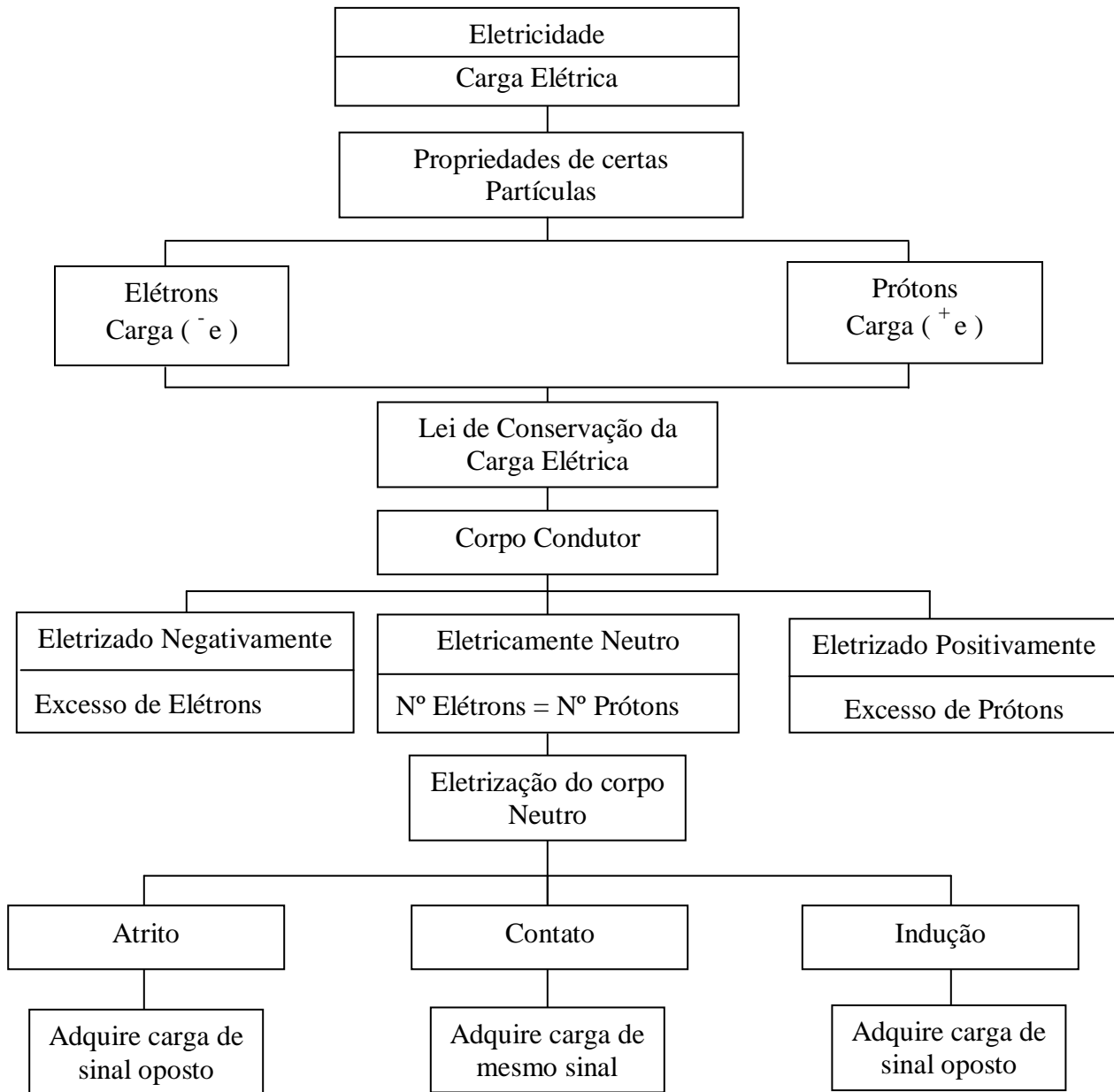


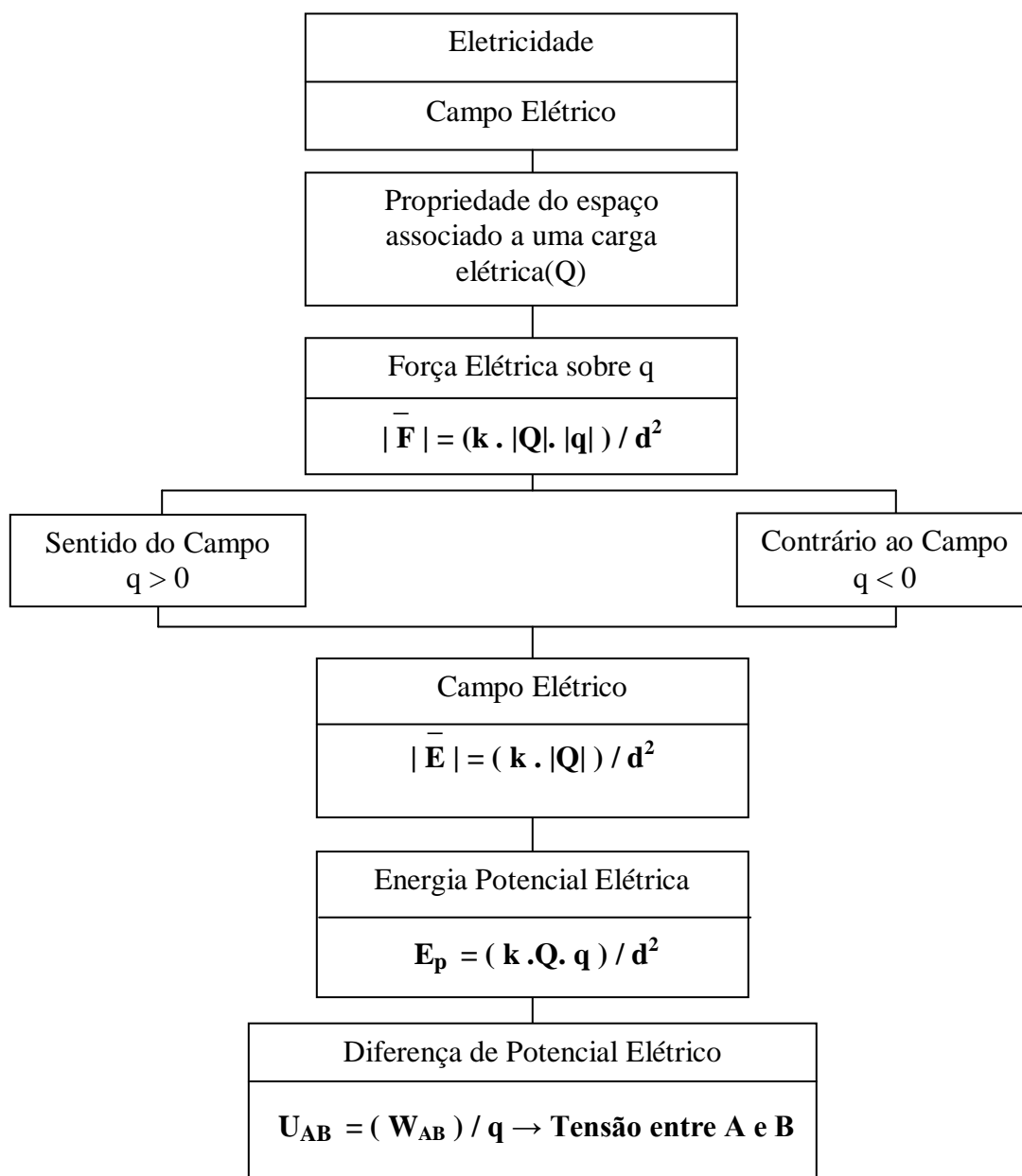


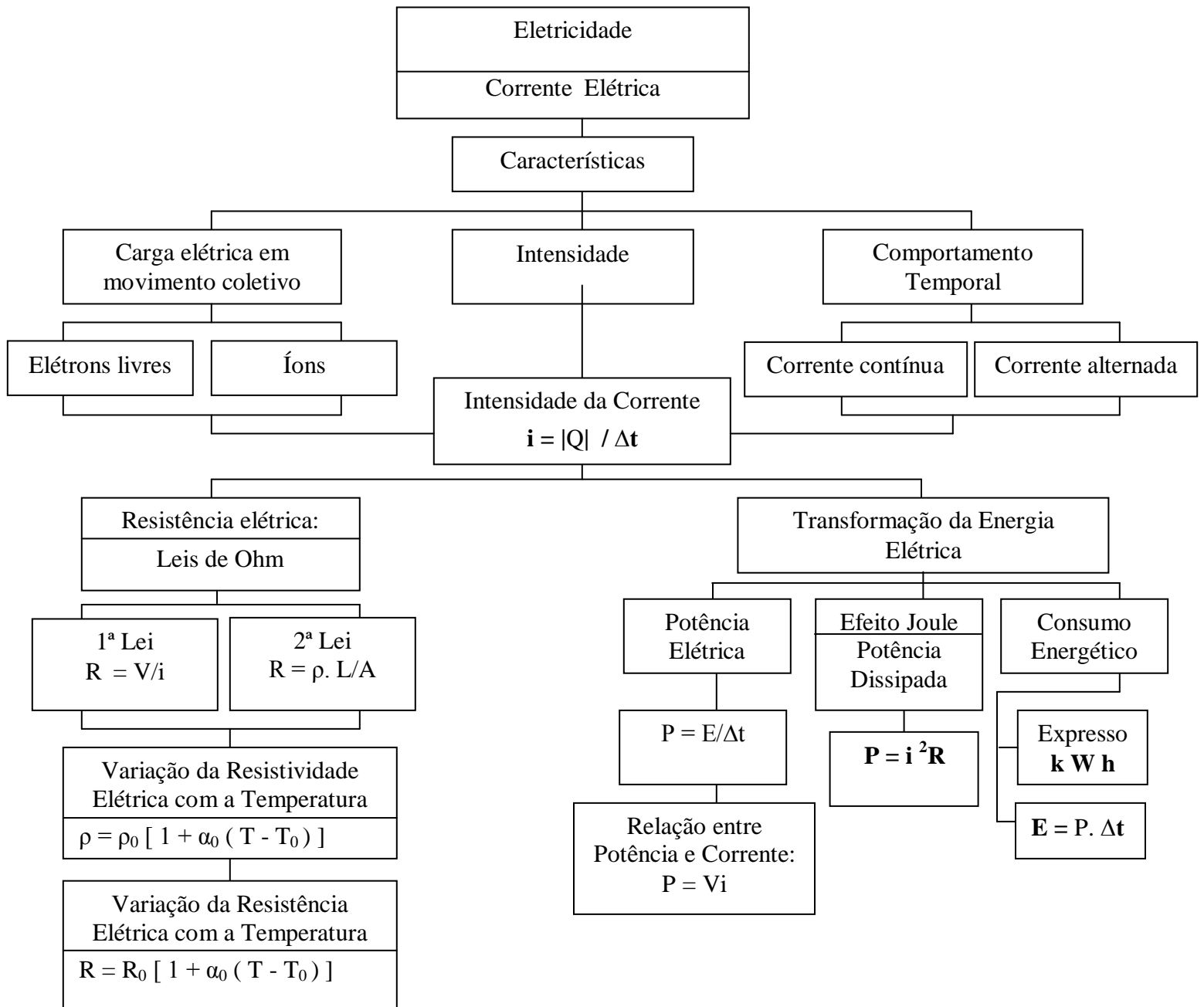


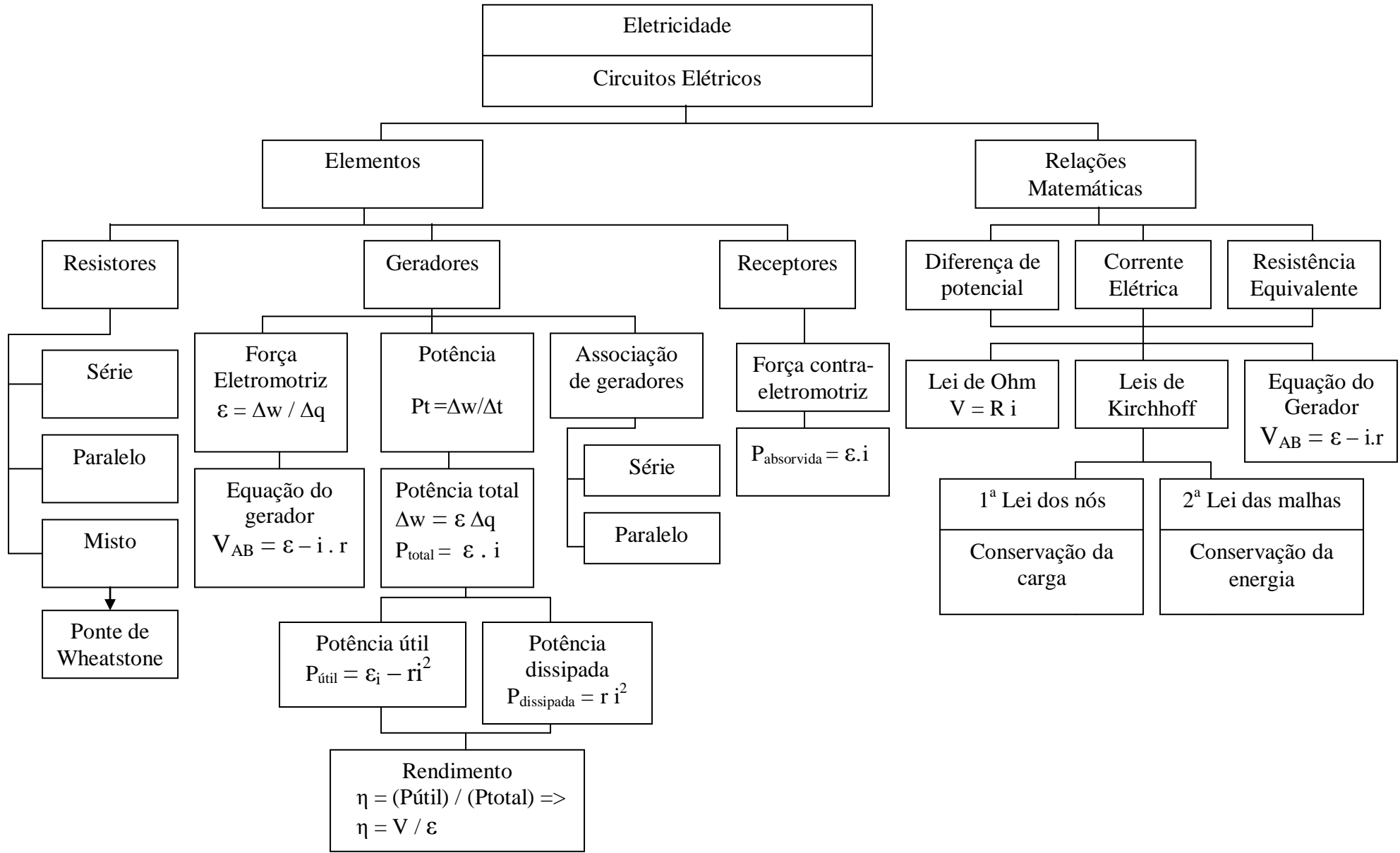


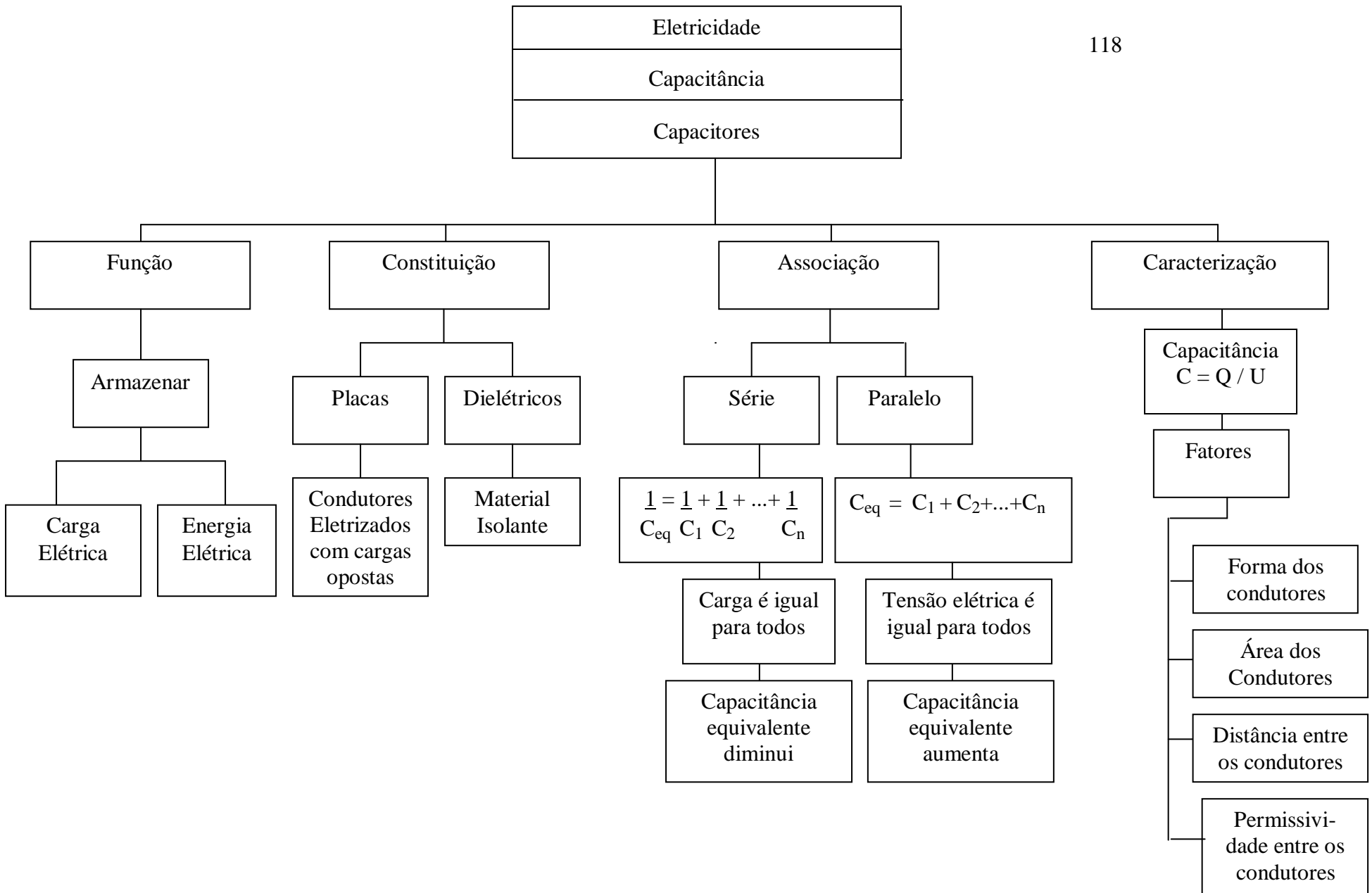


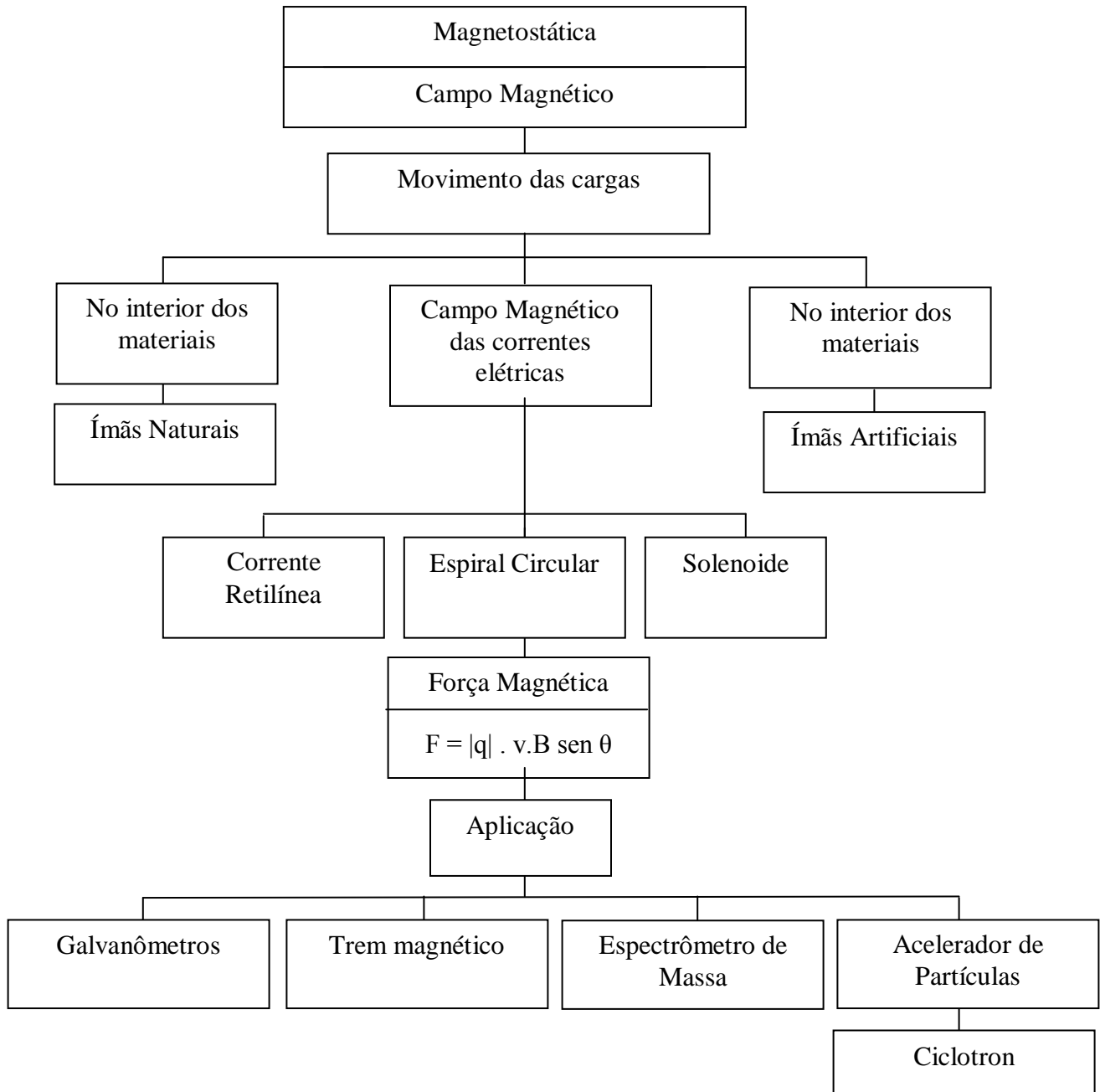


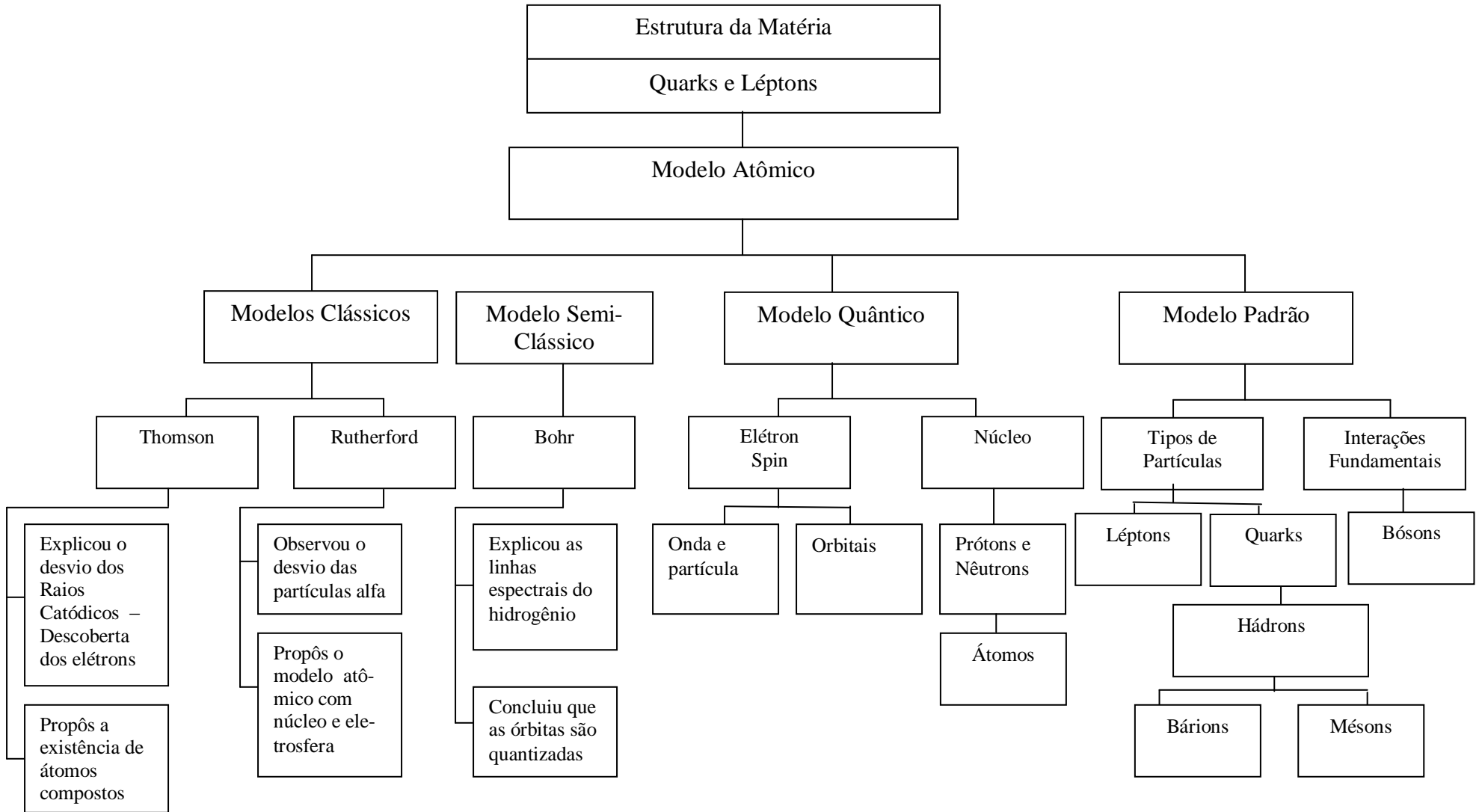


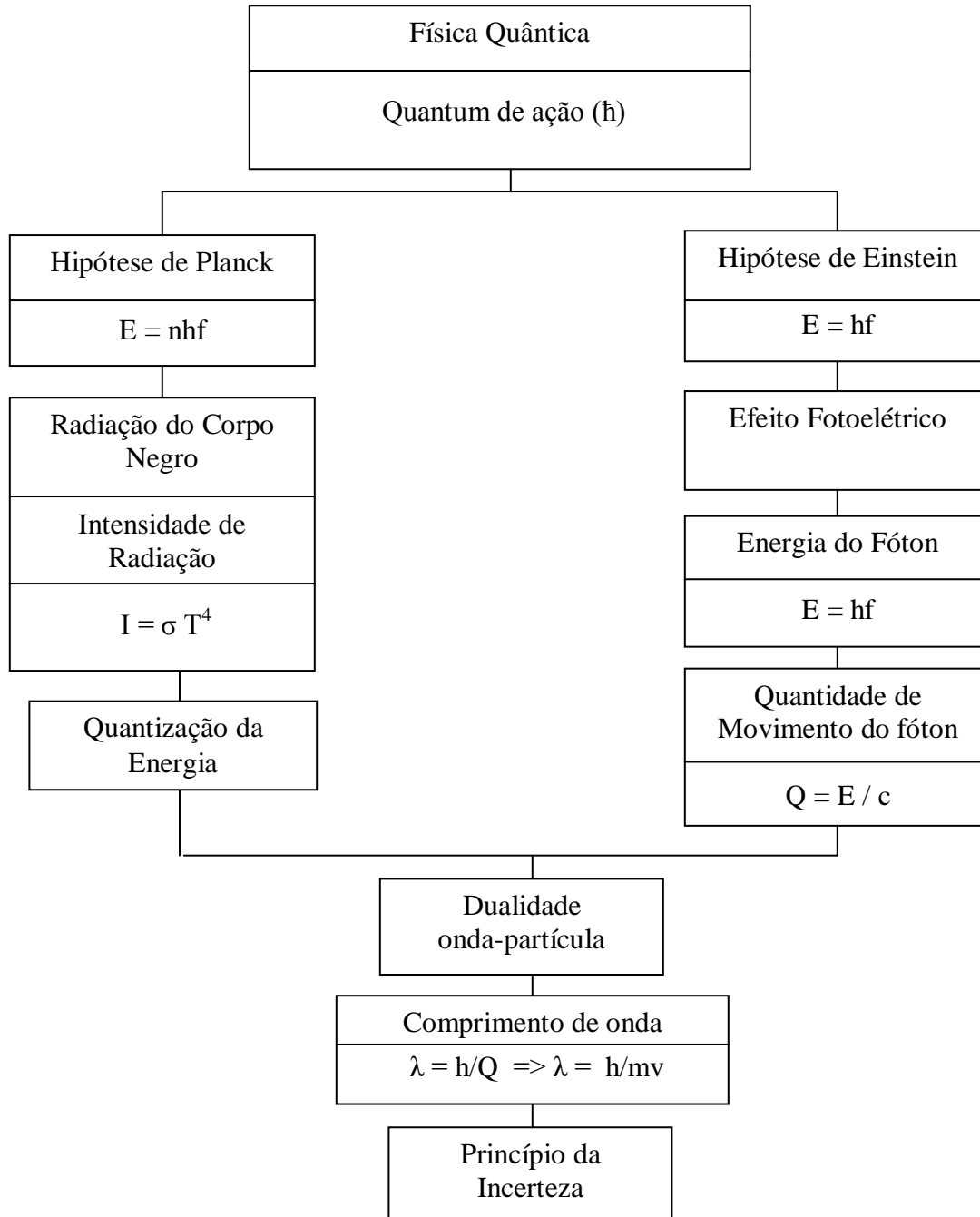


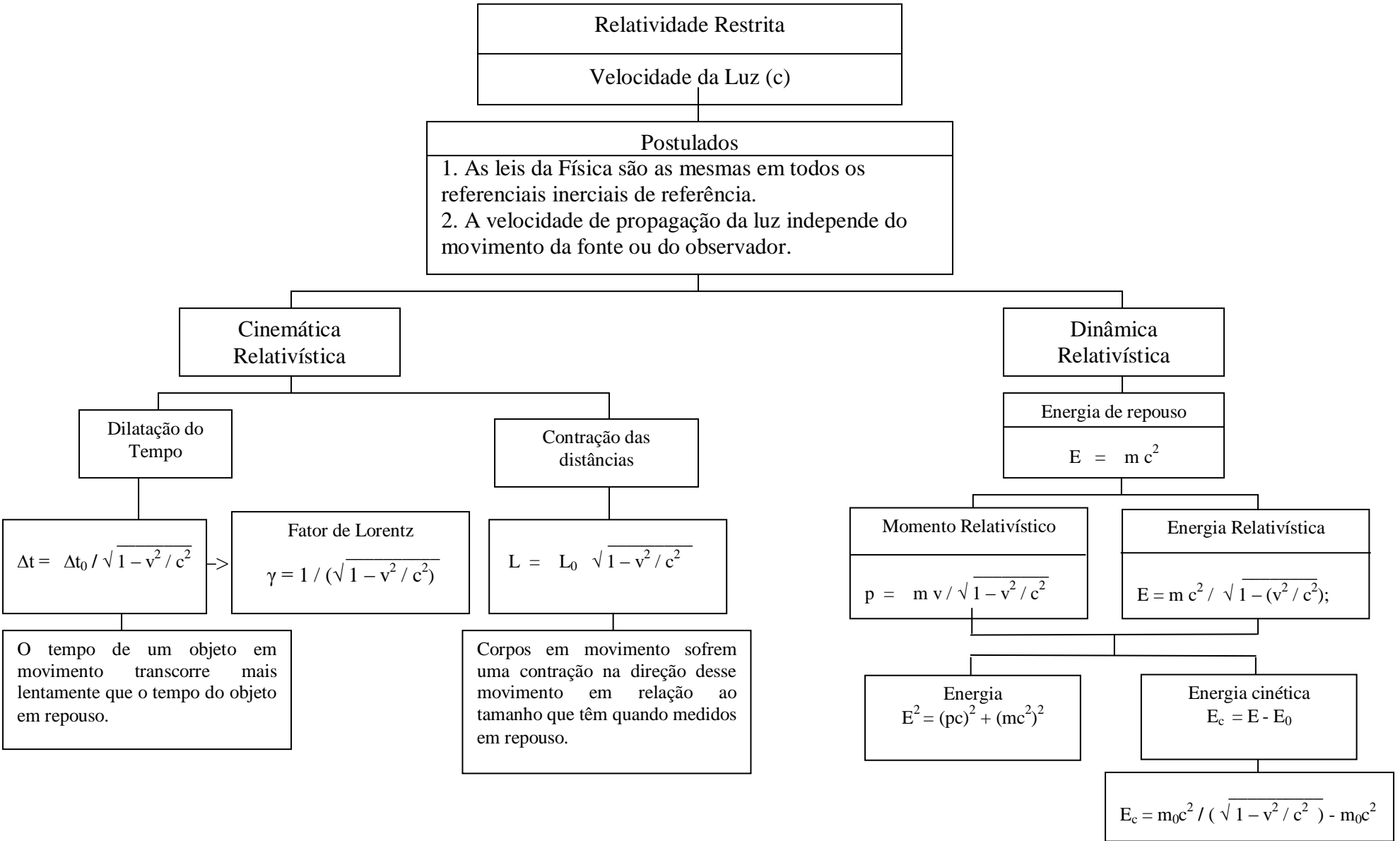












Apêndice 4

Atividades de Estudos

Atividade de Estudo: Concepção do número natural a partir do domínio do conceito de grandeza para estudantes do ensino fundamental

A confecção dos programas escolares não só supõe a relação entre os conteúdos da esfera do conhecimento, como também a compreensão das particularidades de sua estrutura como forma de reflexo da realidade, a compreensão da natureza e a relação entre o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e o conteúdo dos conhecimentos assimilados.

Um importante componente da disciplina é o método de ensino, o qual está determinado pelo conteúdo e pelo programa da disciplina. Por exemplo, se o conteúdo da disciplina está estruturado em correspondência com o princípio de ascensão do abstrato ao concreto, o método de ensino empregado pelo professor será a atividade de estudo, em cuja realização os estudantes podem assimilar justamente este conteúdo.

O professor emprega um método semelhante quando, por exemplo, introduz no processo de ensino o sistema de tarefas de estudo, durante cuja solução ocorre nos estudantes à formação das correspondentes ações de estudo. O método em questão permite aos estudantes assimilar os conhecimentos teóricos segundo o princípio de ascensão do pensamento abstrato ao concreto – ou segundo o movimento do pensamento do geral ao particular.

A condição da organização correta da atividade de estudo é a apresentação aos estudantes da tarefa de estudo cuja resolução requer deles a experimentação com o material de estudo. A tarefa de estudo não pode ser resolvida sem transformação do objeto. Sua condução é feita pelo professor, porém, a resolução da tarefa de estudo é feita pelo estudante.

Para concretizar o que foi descrito, será utilizada uma aplicação interdisciplinar da disciplina de matemática para estudantes do ensino fundamental, segundo o princípio de ascensão do abstrato ao concreto, descrita a seguir.

Formar nos estudantes de classes iniciais a ideia de concepção do número natural a partir do domínio do conceito de grandeza é uma tarefa especial. O principal objetivo da matemática é levar os estudantes a compreender o mais claramente possível a concepção de número natural. Tal concepção deve ser assimilada no ensino fundamental. Isto significa que, desde o começo do ensino, é necessário ensinar aos estudantes o fundamento geral de todos os tipos de números naturais. A assimilação da ideia de concepção do número natural deve começar pelo domínio do conceito de grandeza. A multiplicidade de qualquer objeto se converte em grandeza quando são estabelecidos os critérios que permitem determinar se A é igual a B , maior que B ou menor que B . A orientação geral destas relações permite à criança realizar uma comparação diferencial das grandezas apresentadas materialmente. Mesmo antes da assimilação do conceito de número, ele pode fixar os resultados desta comparação com a ajuda de fórmulas, expressas por meio de letras, tais como: $a = b$; $a > b$; $a < b$; e realizar muitas de suas transformações, por exemplo: $a + c > b$; $a = b - c$; $a + c = b + c$; etc., apoiando-se nas correspondentes propriedades das relações mencionadas.

A possibilidade de organizar as ações reais para transformar as grandezas supõe a introdução do correspondente material didático no ensino fundamental. Para este estudo introdutório é prevista a assimilação, por parte dos estudantes, do fundamento do conceito de grandeza.

As propriedades das grandezas mostram-se evidentes quando o homem opera com medidas reais de comprimentos, volumes, pesos, intervalos de tempo, entre outras, tudo isto expresso por meio de números. A base do ensino da matemática está na concepção de número natural. Para elucidar esta concepção, tratam-se as seguintes tarefas de estudo para as classes iniciais do ensino fundamental.

- a) Introduzir os conhecimentos de grandeza: formação do conceito abstrato de grandeza matemática;
- b) Demonstrar aos estudantes a relação “múltiplo de grandezas” como forma geral do número: formação do conceito abstrato de número e da compreensão da inter-relação fundamental entre seus componentes (o número é derivado da relação múltiplo de grandezas);
- c) Introdução gradativa dos estudantes no conhecimento dos diferentes tipos particulares de números (naturais, fracionários, negativos): formação dos conceitos sobre estes números como uma das manifestações da relação “múltiplo geral de grandezas” em determinadas condições concretas;
- d) Demonstração aos estudantes do caráter unívoco da estrutura da operação matemática (se o valor dos elementos da operação é conhecido, é possível determinar univocamente o valor do terceiro elemento): formação da compreensão sobre a inter-relação dos elementos nas ações aritméticas fundamentais.

As tarefas de estudo acima descritas estão encadeadas de forma lógica para proporcionar um melhor entendimento do conteúdo a aprender. Assim sendo, é possível identificar que a primeira delas exige dos estudantes a diferenciação, mediante determinadas ações por meio de objetos, de três relações entre os objetos (“igual”, “maior”, “menor”); em seguida, os estudantes são levados a fixar estas relações por meio de fórmulas expressas com a ajuda de letras, o que permite passar a estudar as propriedades das relações de igualdade e desigualdade em sua “forma pura” (muitas vezes torna-se difícil para o estudante do ensino fundamental compreender que as letras constantes das fórmulas representam quantidades, da mesma forma que os algarismos). Ao estudar as condições da passagem da desigualdade à igualdade e suas respectivas propriedades, tais como o caráter transitivo, os estudantes, logo após se familiarizarem com a forma geral do número, deduzem as propriedades da série numeral.

O conteúdo da segunda tarefa de estudo visa permitir que os estudantes dominem a forma geral do número por meio da definição da relação “múltiplo de grandezas”, uma das quais atua como grandeza inicial e a outra como sua medida (noção de escala de grandeza).

Durante o desenvolvimento da terceira e da quarta tarefa de estudo, o professor cria situações nas quais se exige dos estudantes a realização prática de uma série de medidas. Ao realizar tais medições surge para o estudante a necessidade de estabelecer a relação permanente entre a dimensão da medida seguinte e a anterior. O registro dos resultados das medições tem a forma de número posicional, o que, dependendo do valor da relação permanente das medidas, pode referir-se a qualquer sistema de cálculo, como por exemplo, o decimal, no caso em que esta relação é múltipla de dez, ou um sistema de medidas (padrão), em que o número por si só não representa a medida, necessitando estar associado à medida correspondente. Assim, o procedimento descrito permite, ainda, no ensino fundamental, introduzir o conceito de número significativo.

Porém, em algumas situações, a medida pode não caber no objeto de forma a conter um número inteiro de vezes, caso em que o resultado das ações de medição é representado por meio de um número “quebrado” (não inteiro, fracionado).

A posterior modificação da área de estudo do objeto na qual atuam os estudantes – a qual pode ser, por exemplo, a familiarização com grandezas vetoriais, lhes permite, durante o cumprimento das ações de medição, designar seus resultados com a ajuda do número positivo ou negativo. A solução de problemas geométricos ligados à análise de posição e forma das figuras favorece aos estudantes o desenvolvimento das representações espaciais elementares e a capacidade de raciocinar.

Ao resolver a tarefa de estudo que os leva a compreender a inter-relação entre os elementos das operações aritméticas de soma e subtração, as crianças inicialmente se familiarizam com as

correspondentes operações com grandezas, fixando-as em esquemas gráfico-espaciais e em fórmulas expressas com letras. Em seguida, durante a construção de segmentos, as crianças compreendem uma propriedade da operação, o caráter unívoco de sua estrutura, o que leva ao entendimento da seguinte consequência: se os valores da operação de dois elementos são conhecidos, por meio destes é possível determinar sempre o valor do terceiro elemento.

Cabe ressaltar que tal processo de familiarização dos estudantes com a inter-relação dos elementos das ações aritméticas se diferencia substancialmente do ensino tradicional, durante o qual as crianças aprendem inicialmente o procedimento para determinar um componente qualquer, por exemplo, da ação de somar, e formulam a regra correspondente (“para encontrar a primeira parcela da soma, se deve subtrair da soma a segunda parcela conhecida”), regra que deve ser aplicada imediatamente em seguida para completa assimilação na solução dos problemas de texto. Tal procedimento é adotado em relação a outros componentes da ação aritmética.

O processo de ensino apresentado é substancialmente diferente do ensino tradicional, pois, neste caso, as crianças são capazes de transformar qualquer situação argumental inicial nas quantidades correspondentes dos chamados problemas de texto.

Ou seja, por meio do conhecimento e utilização das grandezas, é possível aos estudantes construir, com base na igualdade dada, vários tipos de equação. Os próprios estudantes estabelecem que a quantidade de tais equações é igual à quantidade de elementos incluídos na igualdade: ($x + a = c$, $a = c - x$, $x = c - a$). As crianças então são capazes de construir os problemas de texto como casos particulares de expressão de algumas regras gerais.

A formação de habilidades e hábitos para efetuar cálculos ocorre tendo como base a assimilação prévia, pelos estudantes, das leis e propriedades gerais de ações aritméticas. Em geral, os estudantes examinam inicialmente a possibilidade de utilizá-las em cálculos de diferentes tipos e somente após passam a executar os problemas concretos de cálculo.

Os estudantes resolvem todas as tarefas por meio das ações de estudo; em primeiro lugar, estas consistem na transformação dos dados do problema, visando separar a relação que constitui a base do procedimento geral para sua resolução – por exemplo, a relação “múltiplo de grandezas” como base geral do conceito de número. A segunda ação é a modelação desta relação e a terceira, a transformação do modelo com o objetivo de estudar a relação. Esta terceira ação de estudo tem importância substancial no processo geral de assimilação dos conhecimentos teóricos, pois permite aos estudantes compreender a especificidade da orientação em um plano ideal peculiar – o modelo.

O programa da matemática inclui o estudo de elementos de geometria. Quando é possível, o material geométrico se liga com o estudo dos números e com as ações aritméticas. Assim sendo, nas aulas devem ser realizados também exercícios propriamente geométricos. Com base no desenho, no recorte, as crianças aprendem a reconhecer as figuras geométricas e a se familiarizam com suas propriedades.

A transformação do modelo é realizada pela criança em duas direções. No início, os estudantes constroem o modelo durante ou depois das manipulações com o material em forma de objeto. Logo em seguida, ocorre o inverso, ou seja, segundo o modelo dado, a criança deve realizar as correspondentes manipulações. Por exemplo, o professor escreve uma fórmula nova na qual se conserva a designação anterior do objeto medido, porém, muda a letra que designa a medida. Os estudantes devem realizar as correspondentes mudanças nas situações do objeto e depois realizar a medição em novas condições.

Além dos modelos expressos com letras, os modelos gráfico-espaciais cumprem um importante papel na formação dos conceitos matemáticos. Sua particularidade essencial é que reúnem o sentido abstrato com a concretização em forma de objetos. Falando estritamente, a abstração da relação matemática pode ser produzida com a ajuda das fórmulas expressas por letras. Porém, nelas se fixam unicamente os resultados das ações realizadas real ou mentalmente com os objetos, ao passo que as

representações espaciais – por exemplo, segmentos ou retângulos, têm uma grandeza visível (extensão), o que permite aos estudantes realizar transformações reais, cujos resultados, não só podem supor, como também observar.

Cabe assinalar que justamente o material abstrato é adequado para o planejamento e a solução da tarefa de estudo, relacionada à assimilação do procedimento geral da ação. Ao mesmo tempo é justa a afirmação inversa: o material abstrato adquire significado para a aprendizagem somente nas condições da tarefa de estudo.

É característico que no ensino fundamental tradicional a aparição do material abstrato (em particular, os símbolos expressos por letras) está vinculada com a familiarização da aprendizagem de algum tema.

No processo de ensino proposto, tal material é introduzido logo no início do trabalho escolar. Assim, os símbolos servem, no primeiro caso, como meio para fixar as propriedades de um determinado material, descobertas pelas crianças no processo de solução de muitos problemas concretos. No segundo caso, o material abstrato, introduzido relativamente cedo, serve como meio para que os estudantes “captem” os fundamentos da ação com objetos.

Continuando a examinar a terceira ação de estudo – transformação do modelo – mostrando como os estudantes assimilam o caráter unívoco da estrutura da operação matemática. Propõe-se aos estudantes das classes iniciais que eles representem, em forma de segmentos isolados de uma reta, cada elemento da igualdade: $a + b = c$. Ao realizar esta tarefa, os estudantes descobrem que a dimensão do segmento desenhado em último lugar (sendo que a ordem em que se desenha os segmentos pode ser qualquer uma), não pode ser arbitrária, pois o mesmo depende das dimensões dos outros dois segmentos (a e b). Desta forma, os estudantes das séries iniciais descobrem uma propriedade fundamental das estruturas matemáticas: seu caráter unívoco.

Posteriormente, durante o cumprimento da quarta ação de estudo, os estudantes passam do exame das especificidades gerais que a propriedade assinalada das estruturas matemáticas apresenta ao exame de suas manifestações particulares. Assim, da propriedade geral da dependência unívoca dos elementos da operação matemática, é possível deduzir-se uma consequência particular que tem aplicação prática: para saber as características numéricas dos elementos da operação, será necessário calcular ou medir diretamente somente dois deles; o terceiro pode ser determinado realizando as operações formuladas com os valores dos dois primeiros.

A passagem do geral ao particular se realiza, não somente concretizando o conteúdo das abstrações iniciais, mas também substituindo os símbolos expressos por letras pelos símbolos numéricos concretos. É importante assinalar que esta passagem se realiza como estruturação autêntica do concreto a partir do abstrato, tendo como base as regras estabelecidas.

Quando a criança já dominou o esquema inicial do procedimento geral da ação com objetos, indispensável para solucionar a tarefa de estudo, aparece em primeiro plano a ação de controle, cuja função principal é assegurar que este procedimento tenha todas as operações indispensáveis para que o estudante resolva com êxito várias tarefas concretas particulares.

Após estas considerações, apresenta-se a seguir as correspondentes ações de estudo das tarefas descritas acima. Estas ações permitem resolver a tarefa dada e estão dirigidas a que as crianças busquem, encontrem e estudem a relação “múltiplo de grandezas”, cuja fixação no modelo designa, justamente, o número (em princípio o número natural, ainda que alguns tipos de números suponham a presença de condições especiais para realizar a comparação “múltiplo” e a construção de seu modelo).

a) Transformação do objeto de estudo. Durante a realização desta primeira ação de estudo – os estudantes realizam uma transformação com objetos das grandezas, nas quais se explicita o caráter múltiplo da relação. Aqui a criança encontra uma certa grandeza (medida), com ajuda da qual se pode estabelecer o caráter múltiplo das duas grandezas iniciais que exigem uma comparação diferencial. Por

exemplo, as grandezas A e B não podem ser comparadas diretamente (os segmentos não podem ser superpostos diretamente um sobre o outro). Os dados da tarefa são transformados pelo estudante de maneira tal que encontre uma certa grandeza “ c ”, cujo emprego lhe permite determinar quantas vezes “cabe” nas grandezas iniciais A e B . A busca de quantas vezes a grandeza “ c ” cabe nas grandezas A e B permite à criança determinar sua relação “múltiplo”, a qual pode ser registrada com a ajuda da fórmula: A/c e B/c (a linha que separa as letras significa múltiplo).

b) A segunda ação de estudo – modelo. Está relacionada com a modelação do processo de separação da relação múltiplo e de seu resultado. No caso dado, esta modelação se realiza na unidade das formas com objetos, gráficos e letras. No começo, a relação “múltiplo” pode ser expressa com ajuda de palitos reais ou desenhados (“medida”), que indicam o resultado tanto da “colocação” separada de medidas como de todas as “colocações” semelhantes (quantas vezes a medida dada está contida na grandeza através de sua relação “múltiplo”).

Então este resultado pode ser expresso em forma verbal, em forma de numerais (“uma, duas, três,..., n vezes”). Então, as fórmulas da relação “múltiplo” e da relação diferencial adquirem o seguinte aspecto:

$$A/c = 4; B/c = 5; 4 < 5; A < B.$$

Em geral estas fórmulas podem escrever-se assim:

$$A/c = K; B/c = M; K < M; A < B.$$

Desta forma, o modelo (formulado com a ajuda de letras) do processo e do resultado da diferenciação da relação “múltiplo” aparece, em geral, assim: $A/c = N$. Graças a esta fórmula geral do modelo, as crianças podem diferenciar e fixar qualquer relação “múltiplo particular de grandezas” expressa no correspondente número concreto (por exemplo, com os valores dados A e c , a relação se expressa com o número 4).

De acordo com as correlações destes mesmos números (ou seja, segundo as propriedades do número como modelo da relação “múltiplo”), é possível resolver a tarefa inicial de comparação diferencial.

c) Transformação do modelo – a terceira ação de estudo consiste em uma transformação tal do modelo da relação encontrada que permita estudar suas propriedades gerais. Assim, a modificação da medida “ c ” com a mesma grandeza inicial A leva à mudança do número concreto que representa sua relação.

Se por exemplo,

$$A/c = K \text{ e } b < c; \text{ então: } A/b > K \text{ etc.}$$

A assimilação pelas crianças do conteúdo e das consequências desta ação tem uma grande importância quando se familiarizam com o mundo dos números e constitui uma característica da solução da tarefa de estudo, na qual certas propriedades gerais de números se estudam antes de conhecer a diversidade de suas manifestações particulares.

d) Construção de um sistema de tarefas particulares a resolver por um procedimento geral – a quarta ação de estudo está dirigida a concretizar o procedimento geral para revelar a relação “múltiplo” e para resolver tarefas particulares; estas supõem a busca e a fixação de números concretos que caracterizam as relações de grandeza bem determinadas (por exemplo, achar a característica numérica de uma ou outra grandeza contínua ou discreta em relação à medida dada). Esta ação permite às crianças dizer o princípio geral de obtenção do número com as condições particulares de cálculo dos conjuntos ou a

medição de objetos contínuos. Comprova-se que a criança compreendeu o número quando consegue passar livremente de uma para outra medida na definição da característica numérica do mesmo objeto concreto (uma grandeza física e ela mesma pode ser correlacionada com os mais diferentes números concretos).

Desta forma, os estudantes resolvem a tarefa de estudo inicial por meio da construção do procedimento geral para obter o número e, ao mesmo tempo, assimilam seu conceito. A partir desse momento, eles podem aplicar este procedimento e o conceito correspondente nas mais diferentes situações da vida que requerem a determinação das características numéricas dos objetos.

Quando o estudante já dominou o esquema do princípio do procedimento geral da ação com objetos, indispensável para solucionar tarefas de estudo, aparece em primeiro plano a ação de controle.

A quinta ação de estudo é a de controle, que permite às crianças, conservando a forma geral e o sentido das quatro ações anteriores, modificar sua composição operacional em dependência das condições particulares de sua aplicação, das particularidades concretas do material (graças a isto as ações se convertem em habilidades e hábitos).

A sexta ação de estudo é a avaliação, em todos os estados de solução da tarefa de estudo orienta as demais ações para o resultado final: a obtenção e o emprego do número como meio especial de comparação das grandezas.

O controle se liga estreitamente à avaliação, sendo esta dirigida a evidenciar se o estudante está preparado para passar a resolver uma nova tarefa de estudo, a qual exige um novo procedimento de solução – a avaliação determina em particular o grau de formação do procedimento geral de solução da tarefa anterior.

Portanto, a nova tarefa não é completamente nova; isto ocorre somente em uma parte de seus dados ou condições, a qual, ao ser separada pelos estudantes, com a ajuda da avaliação, não determina a impossibilidade de resolver a tarefa pelo procedimento anterior, mas sim, também estabelece a forma como está ligada à dificuldade surgida. Assim, a avaliação estabelece a insuficiência do procedimento geral da ação que dispõe o estudante, o orienta a buscar um novo procedimento geral de solução da tarefa de estudo surgida e não a obtenção de um ou outro resultado parcial de sua solução. Quando se forma nos estudantes o procedimento geral de solução de tarefas de estudo, lhes é proposto o emprego deste para solucionar tarefas de caráter prático.

Foram descritas brevemente as ações de estudo que permitem aos estudantes assimilar o conceito de número sobre a base da generalização teórica. Quando são tratados conceitos como este nas classes iniciais facilita sobremaneira o entendimento e aplicação destes conhecimentos em graus mais avançados e com maior nível de profundidade.

Atividade de Estudo: Queda dos Corpos

A descrição das tarefas de estudo e sua aplicação estão vinculadas ao caráter sistêmico decorrente do método estrutural-funcional de organização do conteúdo da disciplina e do curso. Para tanto, utiliza-se o fenômeno de queda livre de um macro – corpo como objeto de estudo do conteúdo do movimento mecânico envolvendo força gravitacional.

A queda livre de um corpo é um fenômeno caracterizado quando um corpo interage com a terra sob efeito da gravidade. Para que isto ocorra é necessário que o corpo seja submetido a um movimento vertical, por exemplo, quando se observa a queda de duas bolas: uma bola de aço de massa m_1 ou uma bola de vidro de massa m_2 [$m_1 > m_2$].

A tarefa de estudo está estruturada para que sejam respondidas as seguintes perguntas:

- 1) por que os corpos, independentemente de suas massas, podem cair com acelerações praticamente iguais?
- 2) em que condições os corpos de maior massa caem com maior aceleração?

A primeira ação de estudo a ser realizada é a transformação teórica do objeto de estudo que considera o fenômeno de queda livre das duas massas, bem como as observações empíricas realizadas, em que parte considerável de observadores dirá que a bola de aço de massa m_1 cairá primeiro. Essa resposta tem três causas fundamentais. A primeira decorre da experiência empírica, a qual nos indica, em muitas ocasiões, que os corpos mais pesados caem com maior aceleração (por exemplo: uma pedra chega ao solo com mais velocidade que uma folha de papel). A segunda explica-se pelo fato de que, ao levarem em conta a segunda lei de Newton, os observadores desconsideram a relação entre aceleração e massa inercial, privilegiando unicamente o vínculo entre aceleração e força de gravidade. Por último, também desconsideram a análise das condições em que é possível desprezar a ação do ar sobre o corpo.

A generalização de partida, inicialmente superficial, mas não totalmente incorreta, consiste em supor que os corpos caem com acelerações dependentes de suas massas em quaisquer condições. O erro está na generalização exagerada do conhecimento empírico e em considerar relações essenciais envolvidas no fenômeno, como o vínculo entre massa e aceleração. Assim, para elucidar esta concepção é necessário comprovar essas relações e as condições em que é realmente válida a ideia inicial dos observadores.

As correspondentes ações de estudo das tarefas descritas permitem resolver a tarefa dada e estão dirigidas a que os estudantes reflitam, encontrem e estudem as relações que envolvem a natureza do movimento de queda livre de um objeto e a construção de seu modelo.

A primeira tarefa deverá considerar que sobre um objeto em queda livre atuam a força de gravidade F_g , a força de resistência do ar R e a de empuxo F_E do ar. Levando-se em conta o caso mais simples de queda de corpos, supondo que a influência do ar seja insignificante; isso implica que: $R = 0$ e $F_E = 0$.

Então, em conformidade com a segunda lei de Newton, a aceleração do corpo se calcula mediante a fórmula: $a = (F_g / m)$.

Quanto maior é a massa m dos corpos, mais fortemente são atraídos pela Terra e, como bem pensaram os observadores, maior é a força de gravidade F_g e o movimento tende a ser mais acelerado. Ao mesmo tempo, no entanto, a inércia dos corpos e a tendência a diminuir a aceleração se incrementam. Supondo-se que ambas as tendências contrárias se encontram equilibradas, a aceleração não aumenta nem diminui ao variar a massa.

Na segunda tarefa, serão analisadas as novas relações envolvidas no fenômeno: a influência da força de empuxo sobre o corpo e da resistência do meio durante a queda.

A segunda ação de estudo – modelação – esta relacionada com o modelo de queda livre e de seu resultado. No caso dado, esta modelação se realiza com as relações entre força de empuxo, força de resistência do ar e a força de gravidade que a estão submetidos os objetos com suas diferentes massas durante a queda.

Em relação à primeira tarefa de estudo, é possível chegar a essa conclusão mediante a seguinte linha de raciocínio:

- Supondo-se que a influência do ar é desprezível, ou seja, $\mathbf{R} = 0$ e $\mathbf{F}_E = 0$, e levando-se em conta somente a ação da gravidade, $\mathbf{F}_g \neq 0$;
considera-se que a força de gravidade \mathbf{F}_g é diretamente proporcional à massa m do corpo sobre o qual se exerce a ação da força de gravidade $\mathbf{F}_g = \mathbf{g} \cdot m$, onde \mathbf{g} é um fator de proporcionalidade;
- Substituindo-se na igualdade $\mathbf{a} = (\mathbf{F}_g / m)$ a expressão $\mathbf{F}_g = \mathbf{g} \cdot m \Rightarrow \mathbf{a} = \mathbf{g}$. As massas se simplificam e a aceleração de queda livre é numericamente igual a \mathbf{g} ;
- Obtém-se, desse modo, a explicação da razão pela qual os corpos, independentemente de suas massas, podem cair com acelerações praticamente iguais. Para isso, levam-se em conta dois fatores: a ação do ar não é significativa e a força de atração gravitacional é diretamente proporcional à massa do objeto.

Na segunda tarefa de estudo, a influência da força de empuxo sobre o corpo e da resistência do meio durante a queda pode ser expressa por: $\mathbf{a} = \mathbf{g} - (\mathbf{F}_E + \mathbf{R}) / m$.

O termo $(\mathbf{F}_E + \mathbf{R})/m$ da fórmula acima aponta para a reconstrução mais completa da situação. Essa fórmula permite afirmar que, quando a massa dos corpos é suficientemente elevada, a influência do ar chega a ser insignificante e os corpos podem cair com acelerações praticamente iguais. Corpos relativamente pequenos e de elevada densidade podem ter, como as massas m_1 e m_2 utilizadas na experiência, a massa que torne desprezível a ação do ar. Assim, se as bolas têm uma densidade suficientemente grande, é possível desprezar a influência do meio ao estudar a queda desses corpos.

A terceira ação de estudo consiste em uma transformação do modelo – experimentação ou simulação – das relações encontradas que permitem estudar suas propriedades particulares.

Inicialmente restringe-se a análise ao caso comum de corpos cujas massas foram medidas adequadamente sem considerar a força de empuxo \mathbf{F}_E , ou seja, à situação em que é possível fazer abstração de tal força. Sejam dois corpos de massas m_1 e m_2 , sobre os quais atuam respectivamente as forças \mathbf{R}_1 e \mathbf{R}_2 de resistência do ar. Então, em conformidade com a expressão $\mathbf{a} = \mathbf{g} - (\mathbf{F}_E + \mathbf{R})/m$; o corpo 1 terá maior aceleração que o corpo 2 se for verdadeiro que: $m_2 \mathbf{R}_1 < m_1 \mathbf{R}_2$.

Supondo-se que o corpo mais pesado tenha massa m_1 . Este cairá com maior aceleração se sua massa e a resistência \mathbf{R}_2 do ar sobre o corpo mais leve forem relativamente elevadas. Mas essa afirmação ainda precisa de maior clareza: os estudantes desconhecem o que determina o valor mais ou menos elevado da força \mathbf{R} . Por isso, é indispensável que examinem os múltiplos fatores dos quais depende a resistência do ar, a saber: a velocidade e a forma do corpo, a área de sua seção transversal perpendicular à direção do movimento, a densidade e a viscosidade do meio.

Considere-se agora a proporcionalidade direta entre a força de resistência \mathbf{R} e a área S da seção transversal do corpo, perpendicular à direção do movimento. Então, de acordo com a expressão $m_2 \mathbf{R}_1 < m_1 \mathbf{R}_2$, obtém-se: $m_2 S_1 < m_1 S_2$.

Agora é possível assinalar em quais circunstâncias um corpo mais pesado que outro cai com maior aceleração. Isso ocorre quando sua massa e a área da seção transversal do corpo mais leve são relativamente grandes. Da fórmula $m_2 S_1 < m_1 S_2$, também se pode deduzir que dois corpos de mesma massa, mas com diferentes seções transversais, podem cair com velocidades significativamente distintas. Ao serem soltas da mesma altura duas folhas de papel de mesmo tamanho, uma aberta e a outra em formato de bola, a segunda chegará ao solo primeiro.

Supondo agora que o corpo mais leve é o de massa m_1 – com base na expressão:

$m_2 S_1 < m_1 S_2$ –, é possível indicar em quais condições o objeto mais pesado cairá com menor aceleração que o mais leve. Em condições que impedem desprezar a resistência do ar, tal fenômeno tem lugar quando a área da seção transversal do objeto mais leve é suficientemente pequena. Essa previsão pode ser comprovada simplesmente deixando cair juntos dois lápis colocados sobre uma folha de papel e, ao mesmo tempo, um terceiro livre. Os resultados dessa experiência contradizem a ideia empírica inicial dos observadores: os corpos de maior massa devem cair com maior aceleração.

Por meio da transformação das múltiplas relações ocorridas, tendo como apoio as descrições dos modelos e a experimentação, obtém-se uma nova ideia do fenômeno estudado, mais completa e profunda, que pode ser generalizada da seguinte forma:

- Quando a massa m dos corpos é relativamente grande, a influência do ar é desprezível e os corpos caem com a aceleração g independente de m . Esta última afirmação só é possível se a força de gravidade F_g é diretamente proporcional à massa m ;
- O corpo de massa maior cai com maior aceleração quando é suficientemente grande a área da seção transversal (perpendicular à direção do movimento) do corpo mais leve;
- O corpo de massa maior cai com menor aceleração quando é suficientemente grande a área de sua seção transversal perpendicular à velocidade.

Quando os observadores afirmaram inicialmente que o corpo de maior peso cairia com maior aceleração que o de menor peso, omitiram que, nos fenômenos da vida cotidiana (conhecimento empírico), a aceleração a_1 do corpo mais pesado (com massa m_1) é visivelmente maior que a aceleração a_2 do corpo mais leve (com massa m_2), quando não é possível desprezar a resistência do ar e se cumpre a condição $m_2 S_1 < m_1 S_2$. Em outras circunstâncias, pelo contrário, o corpo mais leve poderia cair com maior ou praticamente igual aceleração que o mais pesado.

A nova imagem construída acerca da queda livre dos corpos tem, no entanto, suas limitações:

- Na análise realizada, não foi fundamentada de modo sólido a suposição de que a força da gravidade é diretamente proporcional à massa dos corpos. Admitiu-se essa ideia ante a necessidade de explicar a queda de corpos com acelerações independentes da massa. Resulta contraditório que se utilize um só invariante (a massa) para expressar ao mesmo tempo duas tendências opostas do movimento: de um lado, a tendência na direção do incremento da aceleração ($F_g \sim m$); de outro, na direção de sua diminuição [$a \sim (1/m)$];
- Examinou-se somente a dependência da força de resistência do meio em relação à área da seção transversal do corpo, sem considerar a relação dessa força com a velocidade e a forma do corpo, a viscosidade e a densidade do fluido.

A análise das limitações no estudo realizado sobre a queda dos corpos conduz a uma reflexão sobre o conceito estudado, a um maior aprofundamento em diferentes aspectos das tarefas examinada e a formular novas questões de aprendizagem:

Encontrar novas formas para fundamentar que a força de gravidade é diretamente proporcional à massa dos corpos atraídos;

- Solucionar a contradição surgida, quando se expressa ao mesmo tempo, com um só invariante (a massa), duas tendências opostas do movimento: na direção do incremento da aceleração e na direção de sua diminuição. Solucionar isso nos conduz à introdução dos conceitos de massas inercial e gravitacional e ao estudo da equivalência entre essas duas grandezas;
- Precisar como a força de resistência depende do meio (de sua densidade e viscosidade) e da forma e velocidade do corpo.

A assimilação pelos estudantes do conteúdo e das consequências desta ação de estudo tem uma grande importância quando se familiarizam com os fenômenos de queda livre e constitui uma característica da solução da tarefa de estudo, na qual as propriedades particulares desta esfera do conhecimento da física se estudam.

A quarta ação de estudo está dirigida a concretizar o procedimento geral para revelar as relações particulares do movimento de queda livre de um objeto nas condições da tarefa de estudo, na qual certas propriedades gerais de movimento de um objeto se estudam e para resolver tarefas particulares; estas supõem a busca e a fixação de movimentos concretos que caracterizam o movimento mecânico. Esta ação permite aos estudantes dizer o princípio geral de obtenção das grandezas envolvidas no movimento do objeto com condições particulares.

Desta forma, os estudantes resolvem a tarefa de estudo inicial por meio da construção do procedimento geral para obter as relações entre força de empuxo, força de resistência e força gravitacional e ao mesmo tempo, assimilam seu conceito. A partir desse momento, eles podem aplicar este procedimento e o conceito correspondente nas mais diferentes situações da vida que requerem a determinação das características do movimento de um objeto nas condições estudadas.

A quinta ação de estudo é a de controle, que permite aos estudantes, conservando a forma geral e o sentido das quatro ações anteriores, modificar sua composição operacional em dependência das condições particulares de sua aplicação, das particularidades concretas do material de estudo – graças a isto as ações se convertem em habilidades e hábitos.

A sexta ação de estudo é a avaliação, em todas as etapas de solução da tarefa de estudo, orienta as demais ações para o resultado final: a obtenção e o emprego dos conceitos de força de empuxo, força de resistência e força gravitacional que atua em um objeto em movimento de queda livre.

O controle se liga estreitamente à avaliação, sendo esta dirigida a evidenciar se o estudante está preparado para passar a resolver uma nova tarefa de estudo, a qual exige um novo procedimento de solução – a avaliação determina em particular o grau de formação do procedimento geral de solução da tarefa anterior.

A assimilação através da tarefa de estudo proporciona um conhecimento da essência e das particularidades do fenômeno. A transformação, a modelação e a experimentação evidenciam as características essenciais dele, proporcionando um saber mais completo sobre o objeto de estudo e exigindo do estudante uma participação mais ativa no processo de aprendizagem.

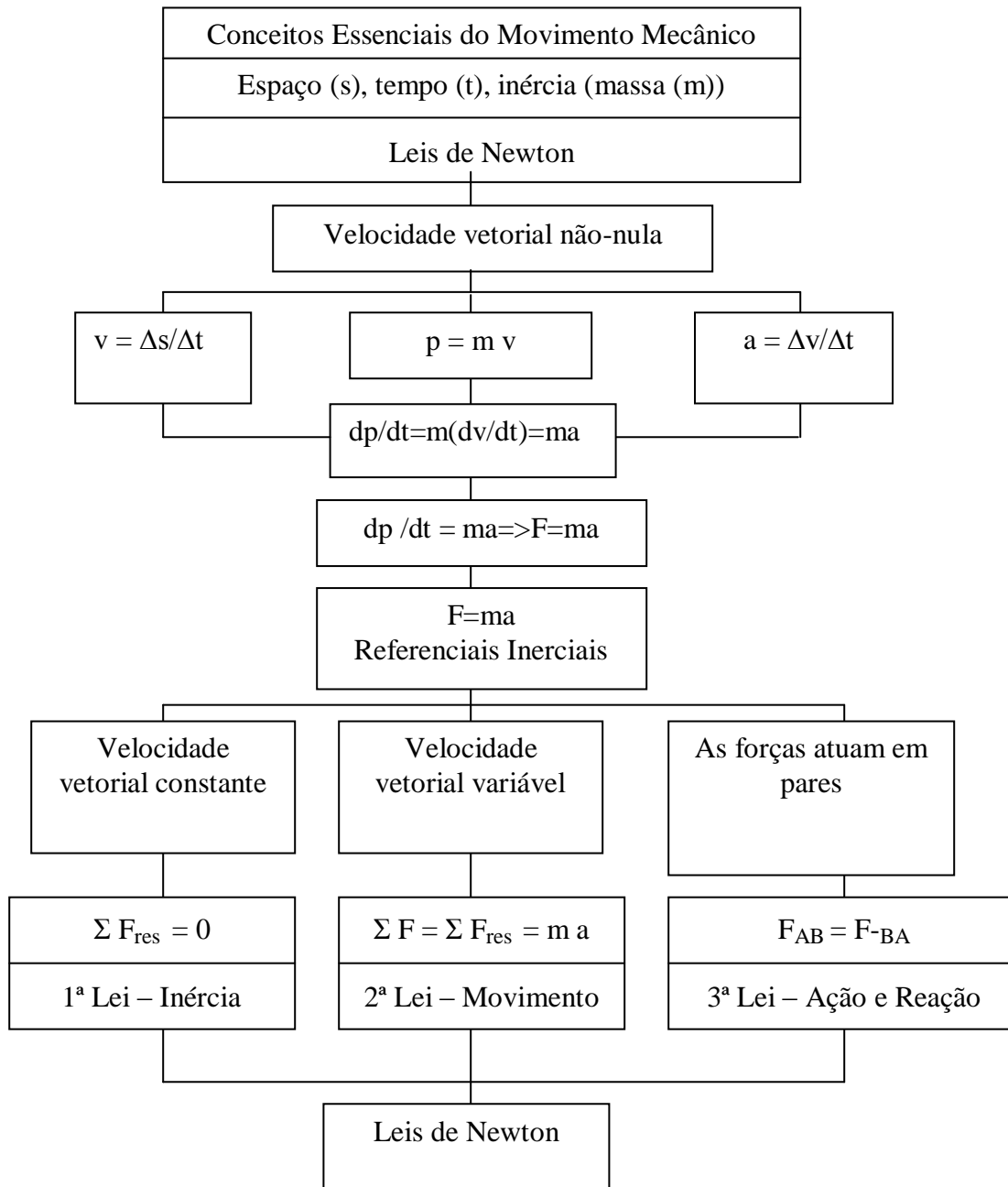
Atividade de Estudo: Leis de Newton

Nome: _____ Data: _____

A base do ensino da mecânica clássica está na concepção de conceitos de espaço, tempo e inércia (massa) necessários para compreensão das leis que a fundamentam o movimento mecânico.

O desenvolvimento do conteúdo a partir dos invariantes inicia-se com um conceito principal geral que caracteriza este conteúdo, no caso específico das leis de Newton: espaço, tempo, e inércia (massa) são os conceitos gerais. A partir destes conceitos essenciais aplica-se a dedução para encontrar a relação principal. Esta relação principal é utilizada para analisar tarefas de estudo específicas desse conteúdo, como exemplifica o esquema lógico estrutural-funcional descrito a seguir.

Esquema lógico estrutural-funcional das leis de Newton



A realização de uma atividade de estudo e sua aplicação estão vinculadas ao caráter sistêmico decorrente do método estrutural-funcional de organização do conteúdo da disciplina, bem como da resolução das ações de estudo. Para elucidar esta concepção, trata-se a seguinte tarefa de estudo.

Suponha que seus livros de Física e História estejam empilhados um sobre o outro em sua mesa, com o livro de História em cima do de Física. Os livros de História e Física pesam 14N e 18N, respectivamente. Indique cada força em cada livro mediante uma notação de duplo índice e determine o valor de cada uma dessas forças.

Ações de Estudo

a) Transformação teórica do objeto de estudo

A primeira ação de estudo tem como objetivo a transformação teórica do objeto, ou seja, a interpretação das particularidades da tarefa e a análise lógica do seu conteúdo para encontrar as propriedades essenciais que estão sujeitas a lei e das relações que existem entre os objetos.

De acordo com a segunda lei de Newton aplicada ao livro de história temos:

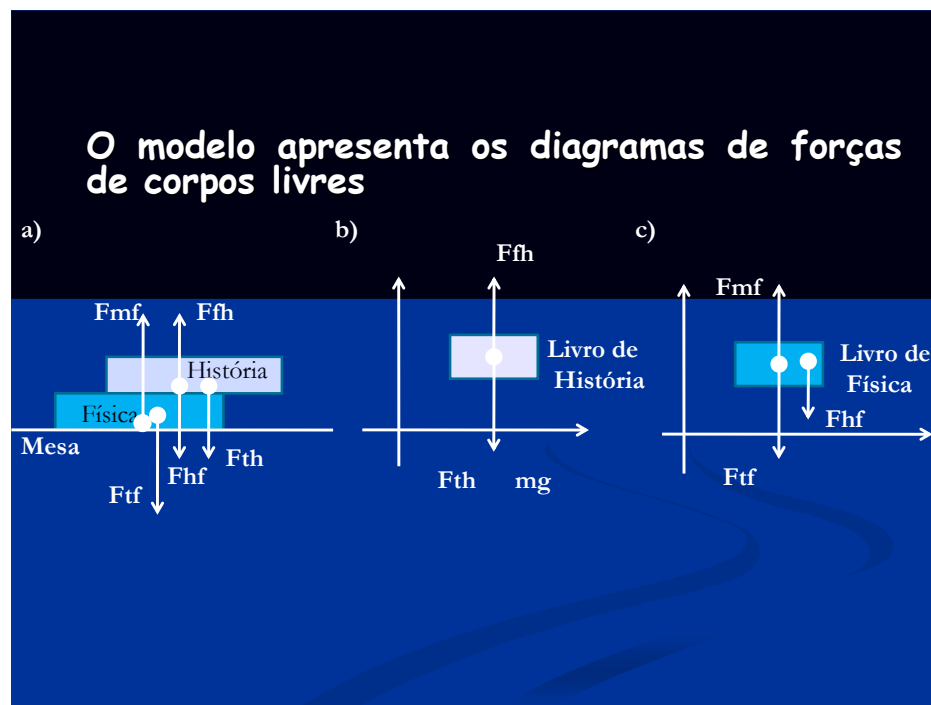
$F_{fh} + F_{th} = 0$ ou $F_{fh} = -F_{th}$; as forças são iguais e opostas.

Por outro lado, a terceira lei de Newton aplicada à interação entre os livros de física e de história se escreve: $F_{hf} = -F_{fh}$; estas forças são também iguais e opostas.

As duas forças, na terceira lei de Newton, nunca ocorrem no mesmo diagrama de corpos livre, porque tal diagrama mostra forças que atuam sobre um único objeto, e o par ação-reação na terceira lei de Newton atua sempre sobre objetos diferentes.

b) Modelo do Objeto de Estudo

A segunda ação visa encontrar as relações essenciais dos objetos que constitui o meio de uma transformação das condições da situação material proposta e da construção de um modelo que fixe essas relações.



c) Transformação do Modelo

A terceira ação tem por objetivo estudar as propriedades das relações anteriormente levantadas, o que se dá através da transformação dos modelos e da experimentação.

Como o peso do livro de História é igual à força exercida pela Terra, F_{th} ;

$$F_{th} = (-14\text{N})\mathbf{j}$$

Além da Terra, o livro de História interage somente com o livro de Física. Como a aceleração do livro de História é zero, a força resultante sobre ele é zero - 1ª Lei:

$$F_{fh} + F_{th} = 0; F_{fh} = -F_{th}. \Rightarrow F_{fh} = -[-(14\text{N})\mathbf{j}]$$

Sobre o livro de Física atuam três forças:

F_{tf} , F_{hf} e F_{mf} : $F_{tf} = -(18\text{N})\mathbf{j}$. Pela 3ª Lei: $F_{hf} = -F_{fh}$, de modo que $F_{hf} = -(14\text{N})\mathbf{j}$. A 1ª Lei aplicada ao livro de Física: $\sum F = 0$, temos: $F_{mf} + F_{tf} + F_{hf} = 0$, ou $F_{mf} = -F_{tf} - F_{hf} = 0$, resultado:

$$F_{mf} = -[-(18\text{N})\mathbf{j}] - [-(14\text{N})\mathbf{j}] = (32\text{N})\mathbf{j}.$$

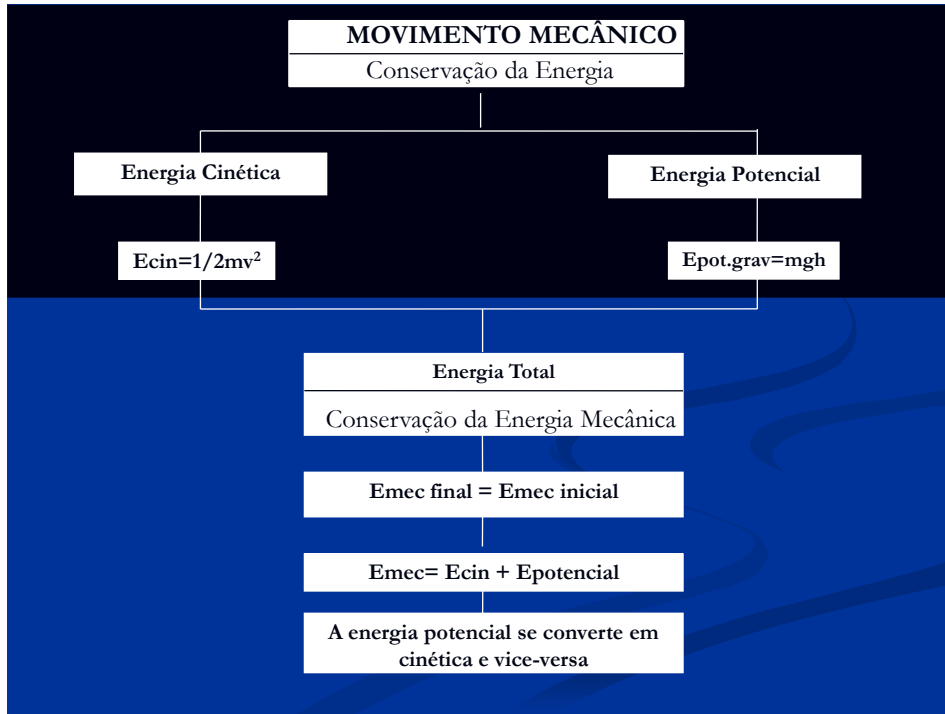
Atividade de Estudo: Conservação da Energia Mecânica

Nome: _____ Data: _____

A conservação da energia mecânica esta associada à energia cinética e potencial de um corpo em movimento. A energia cinética depende da velocidade do corpo e a energia potencial da posição do corpo. Quando um corpo esta em movimento, submetido apenas a forças conservativas (como o peso e a força elástica) sua energia cinética transforma-se em potencial e a energia potencial transforma-se em cinética, porém a soma dessas energias permanece constante.

Quando existem forças dissipativas, como por exemplo, força de atrito, elas realizam trabalho que não são incorporados aos corpos na forma de energia potencial. Quando existem estas forças, a energia mecânica diminui ao final de um processo de trocas de energia. Quando não há forças dissipativas e são conservativas as forças que realizam trabalho, a energia mecânica permanece constante, o que significa que uma diminuição de energia potencial acarreta um aumento da energia cinética ou vice-versa. Esta relação da conservação da energia mecânica é utilizada para analisar tarefas de estudo específicas conforme esquema lógico estrutural-funcional, a seguir.

Esquema lógico estrutural-funcional da conservação da energia mecânica



Para esclarecer estas questões sobre a lei da conservação da energia mecânica trata-se a seguinte tarefa de estudo.

● Uma pequena esfera de massa “m” desliza, com atrito desprezível, ao longo de um trilho em forma de laço. A esfera parte do repouso no ponto $h=4R$ acima da parte mais alta do trilho. A tarefa de estudo tem como objetivo determinar:

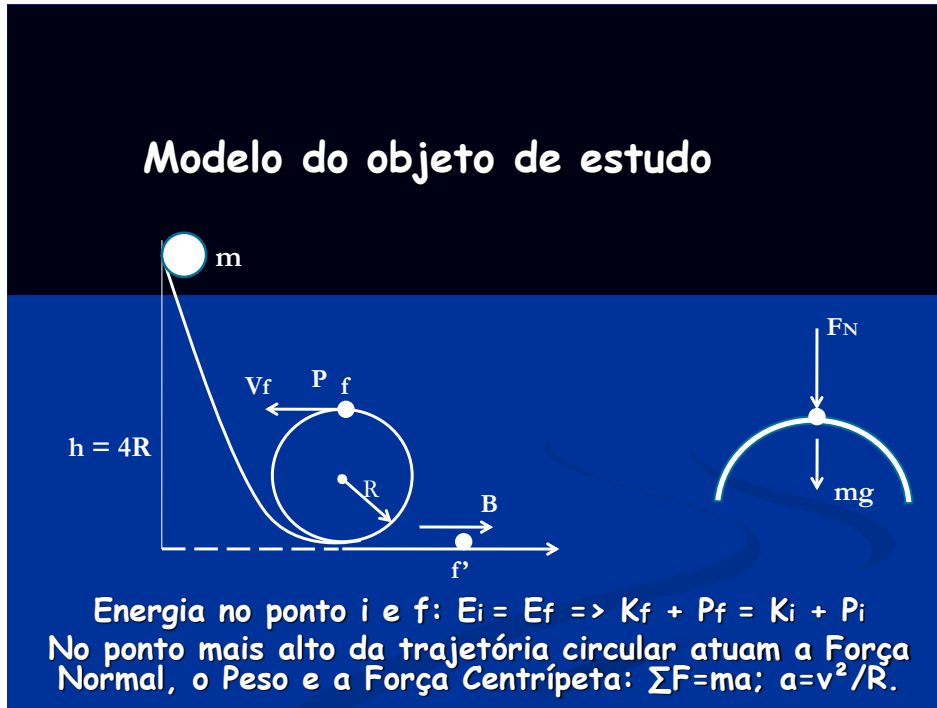
- Qual a velocidade da esfera no ponto mais alto da parte circular do trilho?
- Qual é a força normal exercida sobre a esfera nesse ponto?
- Qual é a altura mínima h necessária para assegurar que a esfera não caia do trilho no ponto f ?

Ações de Estudo

a) Transformação Teórica do Objeto de Estudo

Qualquer que seja o deslocamento infinitesimal da esfera ao longo do trilho, a força normal não realiza trabalho, porque é perpendicular ao deslocamento. Desprezando os efeitos do atrito, vemos que apenas o peso da esfera realiza trabalho, e é uma força conservativa neste movimento. Se a energia é conservada para o sistema, então a quantidade total de energia no sistema permanece a mesma, embora parte possa variar de tipo ou de forma. Assim, a energia mecânica do sistema (E) é a soma da energia cinética (K) e da energia potencial (P)”: $E=K+P$. A expressão da conservação da energia mecânica, pode escrever-se simplesmente como: $E_f=E_i$.

b) Modelo do Objeto de Estudo



c) Transformação do Modelo ou Experimentação

●c1) No ponto i, a velocidade v_i é zero e $h=4R$. No ponto f, $h=2R$; deve-se determinar a velocidade v_f . Aplicando a lei de conservação da energia:

$$K_f + P_f = K_i + P_i \text{ ou } \left(\frac{1}{2}\right)mv_f^2 + mg(2R) = 0 + mg(4R).$$

$$\text{A energia cinética no ponto f é então } \left(\frac{1}{2}\right)mv_f^2 = 2mgR \Rightarrow v_f = \sqrt{4gR}.$$

●c2) No ponto f, a força normal exercida pelo trilho e o peso da esfera são dirigidos para baixo, conjuntamente essas forças dão a força centrípeta de módulo: $(mv^2)/R$. Pela segunda lei de Newton, $\Sigma F = ma$: $F_n + mg = (mv^2)/R$. Sabemos que: $\left(\frac{1}{2}\right)mv_f^2 = 2mgR$ ou $mv_f^2 = 4mgR \Rightarrow (mv_f^2)/R = 4mg$.

Substituindo este valor na força normal: $F_n = mv^2/R - mg = 4mg - mg = 3mg$. Quanto mais baixo o ponto de liberação, menor é a velocidade no ponto f e menor é a força normal exercida pelo trilho

●c3) Aplicando a segunda lei de Newton ($\Sigma F = ma$) no ponto f, significa que: $F_n + mg = (mv^2)/R$. Quando v tem um valor tão pequeno que o corpo está prestes a sair do trilho, a força normal F_n é zero. Sob estas circunstâncias, tornando $F_n = 0$ em: $F_n + mg = mv^2/R$ acha-se o valor de $v^2 = gR$ ou $v = \sqrt{gR}$. De acordo com a lei de conservação da energia: $0 + mgh = \left(\frac{1}{2}\right)mv^2 + mgR$ ou $v^2 = 2g(h-2R)$. Um objeto partindo da altura "h" atinge uma velocidade dada por esta expressão no ponto f. Mas se "h" for a altura mínima requerida para assegurar que o objeto permaneça no trilho, esta velocidade, de acordo com: $v^2 = gR$, deve também ter o valor \sqrt{gR} . Dessa forma, igualando: $v^2 = gR = v^2 = 2g(h-2R)$ encontramos o valor de h: $h = 5R/2$.

Atividade de Estudo: Calorimetria

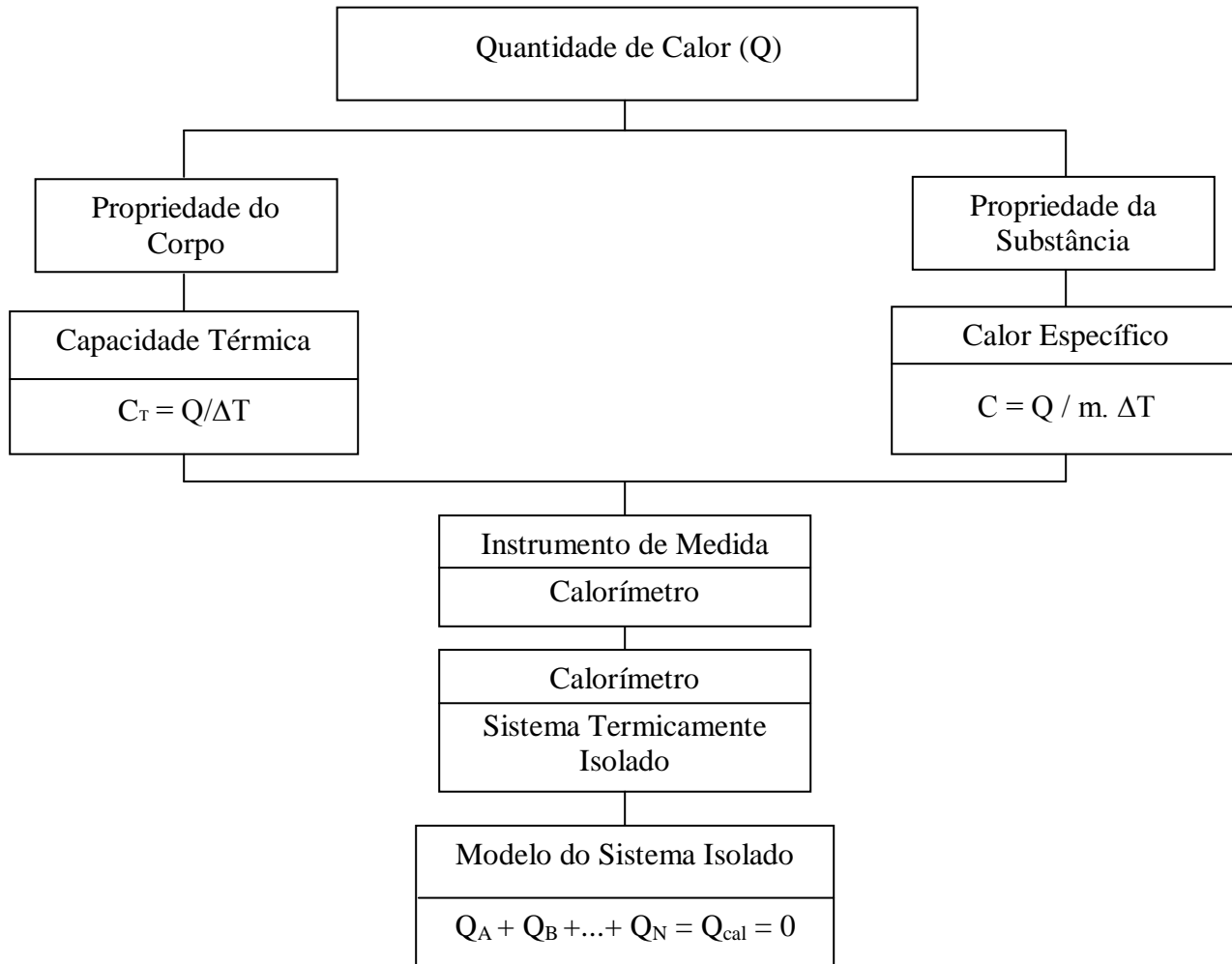
Nome: _____ Data: _____

Quando colocamos em contato dois ou mais corpos que se encontram em diferentes temperaturas, observamos que após certo intervalo de tempo, todos atingem uma temperatura intermediária entre as temperaturas iniciais. Neste processo ocorreu uma transferência de energia térmica dos corpos que estavam com maior temperatura para aqueles de menor temperatura. Esse processo de transferência de energia térmica entre corpos que se encontram em diferentes temperaturas denomina-se calor, ou seja, calor é a transferência de energia térmica entre corpos que se encontram com temperaturas diferentes.

Neste processo de transferência de calor que não ocorre mudança de estado, a capacidade térmica ou calorífica de um corpo ou uma quantidade de líquido é dada pela variação da quantidade de calor quando sofre uma variação de temperatura. Outra relação importante neste fenômeno é o calor específico da substância por ser a medida numérica da quantidade de calor que acarreta uma variação unitária de temperatura na unidade de massa da substância. Estas relações se generalizam na quantidade de calor cedido ou absorvido por um corpo ou uma substância como sendo proporcional à sua massa m , ao seu calor específico c e a variação da temperatura ΔT , ou seja: $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$.

Para contextualizar este fenômeno, realizar a seguinte atividade de estudo para explicar a transferência de calor entre substâncias com base na lei da conservação da energia. Os aspectos considerados são: o calor é a energia transferida de um sistema para outro em virtude da diferença de temperatura. O calor não se conserva, mas é uma forma de energia, é a energia a grandeza que se conserva. Dessa forma, considere uma garrafa térmica que contém 250g de café a 90°C. Adiciona-se ao café 20g de leite a 5°C. Qual será a temperatura do líquido depois de estabelecido o equilíbrio? Suponha que não há perda de calor na garrafa térmica.

Esquema lógico estrutural funcional do fenômeno de Calorimetria



Ações de Estudo

a) Transformação Teórica do Objeto de Estudo

Quando um corpo recebe calor, a sua temperatura se eleva. A quantidade de energia térmica Q necessária para elevar a temperatura de um corpo é proporcional à variação da temperatura e a massa do corpo: $Q = C\Delta T = mc\Delta T$, em que C é a capacidade calorífica, que se define como a energia térmica necessária para elevar de um grau a temperatura do corpo. A grandeza c é o calor específico, a capacidade calorífica da unidade de massa da substância do corpo: $c = C/m$. A medida de energia térmica, a caloria, define-se como a quantidade de energia térmica necessária para elevar de um grau Celsius a temperatura de um grama de água. A caloria (cal) = 4.184J. Neste processo de troca de calor entre as substâncias devemos levar em conta o seu calor específico.

b) Modelo do Objeto de Estudo

O processo de transmissão ou troca de calor que ocorre entre o café e o leite é por convecção, o calor ganho ou perdido por um corpo de massa m e calor específico c , cujo estado não varia, é, para uma variação Δt de temperatura: $\Delta Q = mc\Delta t$.

Água, café e leite, todos tem o mesmo valor de c , 1.000cal/g. °C.

A lei da conservação da energia nos permite escrever:

$$\text{Calor perdido pelo café} = \text{Calor ganho pelo leite}$$

$$(mc\Delta T)_{\text{café}} = (mc\Delta T)_{\text{leite}}$$

c) Transformação do Modelo

Se a temperatura final da mistura é t , então:

$$\Delta t_{\text{café}} = 90^{\circ}\text{C} - t; \Delta t_{\text{leite}} = t - 5^{\circ}\text{C}.$$

$$\text{Substituindo na equação do modelo: } (mc(90^{\circ}\text{C} - t))_{\text{café}} = (mc(t - 5^{\circ}\text{C}))_{\text{leite}}.$$

Cancelando c e substituindo os valores, temos:

$$(250\text{g})(90^{\circ}\text{C} - t) = (20\text{g})(t - 5^{\circ}\text{C}) \Rightarrow t = 83,7^{\circ}\text{C}.$$

Atividade de Estudo: Calorimetria

Nome: _____ Data: _____

A descrição da Atividade de Estudo e sua aplicação estão vinculadas ao caráter sistêmico decorrente do conteúdo a aprender. Para tanto, utiliza-se o fenômeno associado ao conceito de calor latente de fusão (L_f) como objeto de estudo da calorimetria. A atividade de estudo está estruturada para que seja realizada a seguinte tarefa de estudo.

Determinar a temperatura resultante, t , quando 150g de gelo 0°C é misturado a 300g de água a 50°C .

a) Transformação Teórica do Objeto de Estudo

O calor latente de fusão (L_f) de um sólido cristalino é a quantidade de calor necessária para fundir a unidade de massa do sólido, a temperatura constante. Também, é igual à quantidade de calor liberado pela unidade de massa do sólido derretido, quando este se solidifica, a esta mesma temperatura. O calor de fusão da água, a 0°C , é cerca de 80cal/g.

b) Modelo do Objeto de Estudo

Os problemas de calorimetria envolvem a troca de energia calorífica entre objetos inicialmente quentes e objetos inicialmente frios. Como a energia deve ser conservada, podemos sempre escrever que pela lei de conservação da energia:

Calor ganho pelo gelo = Calor perdido pela água.

Isto supõe que nenhuma energia calorífica é perdida pelo sistema.

c) Transformação do Modelo do Objeto

Da conservação de energia: Calor ganho pelo gelo = Calor perdido pela água, temos:

(Calor para derreter o gelo) + (Calor para aquecer o gelo derretido) = Calor perdido pela água.

$$(mL_f)_{\text{gelo}} + (mc\Delta T)_{\text{gelo derretido}} = (mc\Delta t)_{\text{água}}$$

$$(150\text{g})(80\text{cal/g}) + (1\text{cal/g}\cdot^\circ\text{C})(150\text{g})(t - 0^\circ\text{C}) = (1\text{cal/g}\cdot^\circ\text{C})(300\text{g})(50^\circ\text{C} - t)$$

$$t = 6,7^\circ\text{C}$$

Oscilações

Recebe o nome de oscilação ou de movimento oscilatório ou vibratório o movimento (ou mudança de estado) que em maior ou menor grau se repete com o tempo. Por sua natureza física, as oscilações podem ser muito diversas. Entre elas figuram as oscilações mecânicas (movimentos pendulares, movimento dos êmbolos dos motores de combustão interna, vibrações de cordas, lâminas, etc.)

As oscilações se chamam periódicas quando os valores das grandezas físicas que variam durante elas se repetem ao longo de intervalos de tempo iguais. O período de oscilações T é o intervalo mínimo de tempo ao longo do qual se repete os valores de todas as grandezas físicas que caracterizam o movimento oscilatório; durante este período se realiza uma oscilação completa, ou seja, é o tempo correspondente a um ciclo e sua unidade é o segundo. A frequência, f , é o número das oscilações completas que se cumpre na unidade de tempo: $f = 1/T$. A unidade SI de frequência é o hertz (H), onde $1 \text{ hertz} = 1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclo/s} = 1 \text{ s}^{-1}$. A frequência angular, ω , é 2π vezes a frequência: $\omega = 2\pi f$. Ela representa uma taxa de variação de uma grandeza angular que é sempre medida em radianos, portanto possui unidades de rad/s.

A amplitude do movimento designado por A , é o módulo máximo do vetor deslocamento do corpo a partir da posição de equilíbrio, isto é, o valor máximo de $|x|$ ou $|y|$. A unidade de A no SI é o metro. O ciclo é uma oscilação completa, ou seja, de A até $-A$ e retornando ao ponto A .

Atividade de Estudo

Deduzir e interpretar a equação que caracteriza o movimento do oscilador harmônico simples (OHS) e suas variantes da posição, da velocidade e da aceleração, cuja aceleração for proporcional ao seu deslocamento e tiver direção oposta a este movimento.

a) Transformação teórica

Considere um sistema constituído por uma massa m e uma mola de constante elástica k (sistema massa-mola) em equilíbrio estável sendo perturbado na sua posição— alongando ou comprimindo, ao deslocar-se da sua posição de equilíbrio adquire movimento e passa a oscilar em trajetória retilínea. Devemos adotar como referencial o eixo- x quando a massa desliza sem atrito em uma base plana, por exemplo, ou y quando oscila na posição vertical e colocar a origem na posição do seu centro de massa quando o sistema está em repouso. Em situações reais sempre existe alguma dissipação de energia devido ao atrito entre a massa e a superfície, e neste caso o oscilador é dito *amortecido*. Para fins deste estudo consideraremos um oscilador sem atrito.

b) Modelo do objeto de estudo

O modelo de um oscilador harmônico simples (OHS) é representado pelo sistema massa-mola, conforme Figura 1. Uma das extremidades da mola é presa em um ponto fixo enquanto a outra é presa a uma massa que pode deslizar sobre uma superfície plana sem atrito.

Quando oscila, o corpo passa contínua e alternadamente de posição de abscissa positiva para posição de abscissa negativa. A origem desse movimento está na força \mathbf{F} , força elástica restauradora produzida pela mola e seu módulo varia conforme a lei de Hook: $F = -kx$. O movimento oscilatório do sistema massa-mola é retilíneo e o sentido se inverte periodicamente, caracterizando assim, o movimento harmônico simples – MHS. Quando a massa se afasta da distância x em relação à posição de equilíbrio, a mola exerce sobre ela uma força $-kx$, conforme a lei de Hooke: $F = -kx$. O sinal

negativo indica que o sentido da força elástica restauradora, exercida pela mola sobre a massa é sempre oposto ao sinal da abscissa x .

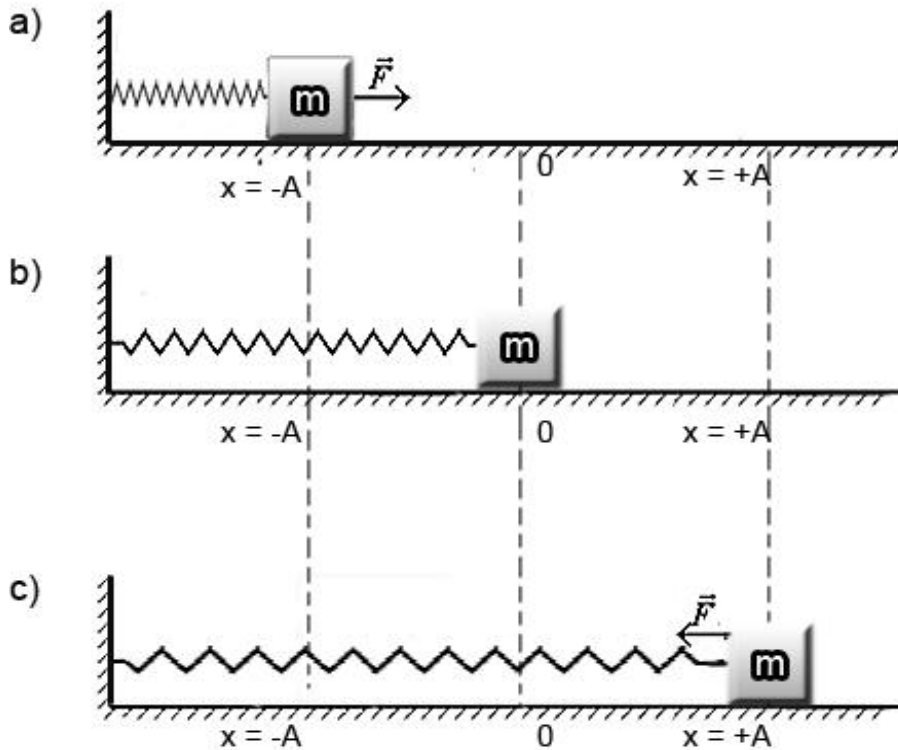


Figura 1. Descrição do diagrama de forças no sistema massa-mola. (a) posição de compressão máxima, a mola faz força para voltar ao seu comprimento de equilíbrio; (b) posição de equilíbrio; (c) posição de distensão máxima, a mola faz força para voltar ao seu comprimento de equilíbrio. Em (a) e (c) a força é sempre na direção oposta ao deslocamento.

O modelo de Movimento Harmônico Simples (MHS) é definido como o movimento retilíneo do corpo de massa m preso na extremidade de uma mola hookeana sujeita à ação de força resultante elástica restauradora. Desta forma, sendo F_R a força elástica restauradora, descrita pela lei de Hook: $F_R = -kx$ e pela segunda lei de Newton: $F_R = ma$, podemos escrever em módulo e sentido que: $ma = -kx$. Assim, podemos obter a expressão do módulo e o sentido da aceleração no MHS, dada por: $a = -(k/m)x$, ou seja, aceleração do corpo em função da elongação.

A aceleração é proporcional ao deslocamento da massa e tem o sentido oposto ao do deslocamento. Considera-se este resultado como a expressão fundamental do MHS, que permite a dedução das demais funções desse movimento, bem como possibilita definir se o movimento é MHS.

c) Transformação do modelo

Uma grandeza física s que oscila periodicamente terá em função do tempo t a forma: $s = s_0 + x(t)$, onde: s_0 é uma constante e $x(t)$ é uma função periódica do tempo: $x(t+T) = x(t)$. O tipo mais simples de

oscilações periódicas são as harmônicas (ou senoidais). Neste caso: $x=A\sin(\omega t+\varphi_0)$ ou $x=A\cos(\omega t+\varphi_1)$, onde: A, ω, φ_0 e φ_1 são grandezas constantes, sendo $A>0$, $\omega >0$ e $\varphi_1= \varphi_0 - (\pi/2)$. A grandeza A , é igual ao valor absoluto máximo de x , e se chama amplitude de oscilação. As expressões $\varphi=\omega t+\varphi_0$ e $\varphi=\omega t+\varphi_1$ definem o valor de x em um instante t se chama fase de oscilação.

No instante em que começa a ser medido o tempo ($t=0$), a fase é igual à fase inicial φ_0 e φ_1 . A grandeza ω chama-se frequência cíclica, circular ou angular: $\omega=2\pi/T=2\pi f$.

O significado físico de fase no MHS é muito importante para o entendimento do fenômeno que ocorre quando o ponto material não descreve ângulos, porém a fase é expressa em ângulos por associação ao MCU. Assim, quando a fase do ponto material P ao deslocar-se em movimento circular para a esquerda for $\varphi_1=\pi/2$ radianos, o segmento de reta que liga a posição $P1$ à origem do referencial forma um ângulo de 90° com o eixo- x . O ponto Q projeção de P sobre o diâmetro, nesse instante está passando pela origem no sentido negativo do eixo- x . Embora não descreva ângulo, é possível associar ao ponto material em MHS um ângulo ou fase a cada instante, correspondente à fase do movimento circular do ponto P . Dessa forma, quando Q passa pela extremidade à esquerda da trajetória, P está em 2 ($P2$), a fase é $\varphi_2=\pi$ e quando Q passa pela origem O , no sentido positivo do eixo- x , P está em 3 ($P3$), a fase é $\varphi_3=3\pi/2$. Quando Q passa pela extremidade à direita da trajetória, P está 4 ($P4$), a fase é $\varphi_4=2\pi$.

Desta forma, estabelecemos como referencial para o movimento harmônico simples de Q o eixo x , que coincide com o diâmetro horizontal da circunferência, orientado para a direita. Assim, a projeção do raio que passa por P é a abscissa x de Q . Como o raio da circunferência é igual à amplitude do MHS, $R=A$, podemos escrever: $\cos\varphi=x/A$ ou $x=A.\cos\varphi$. Como no MCU, $\varphi=\varphi_0+\omega t$, a função de posição do MHS fica: $x=A.\cos(\omega t+\varphi_0)$, conforme, Figura 2.

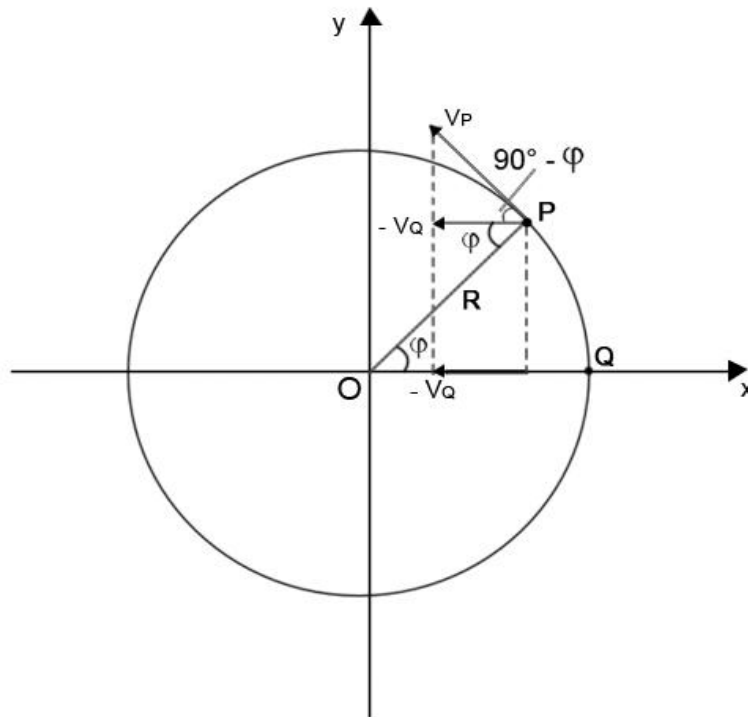


Figura 2: Relação entre o MCU e MHS.

Para encontrar a velocidade no MHS, considere a velocidade v_Q do ponto Q que se desloca para a esquerda em MCU tendo como referencial o eixo x orientado para a direita. A velocidade v_Q do movimento harmônico simples de Q pode ser obtida projetando-se sobre o eixo x a velocidade v_P do

ponto **P**. O ângulo de v_P com a horizontal é $(90^\circ - \varphi)$. Portanto v_Q projeção de v_P sobre o eixo x é em módulo: $v_Q = -v_P \cos(90^\circ - \varphi)$.

O sinal negativo é colocado porque o sentido de v_Q é sempre oposto ao sentido do eixo x . Pela trigonometria, $\cos(90^\circ - \varphi) = \sin \varphi$, então a expressão da velocidade torna-se, em módulo: $v_Q = -v_P \sin \varphi$; sabe-se que no MCU $\varphi = \varphi_0 + \omega t$, substituindo este valor na expressão anterior temos: $v_Q = -v_P \sin(\varphi = \varphi_0 + \omega t)$.

Finalmente da expressão $v = \omega R$ do MCU, podemos escrever como: $v_P = \omega R$ e $R = A$; substituindo-se estes valores na função da velocidade em relação ao tempo descrita acima, temos: $v_Q = -v_P \sin(\varphi = \varphi_0 + \omega t)$ agora denominada apenas de v , obtemos: $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0)$.

A função da aceleração pode ser encontrada a partir da expressão: $a = -\omega^2 x$; sendo $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$, obtemos:

$$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0).$$

As equações cinemáticas do MHS são: $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$; $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0)$; e $a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0)$.

Atividade de Estudo: Movimento Harmônico Simples

Considere o sistema constituído de um bloco de massa m preso a uma mola e fixo na outra extremidade. Neste sistema ideal o atrito é desprezível e a massa da mola é pequena em comparação com a massa do bloco. Suponhamos que o bloco tenha uma massa m e que a constante da mola seja k . O bloco é puxado para o lado de modo que a mola sofre uma distensão de x e então é liberado a partir do repouso em $t=0$. Determinar a frequência angular ω , o período T e a frequência (f).

a) Transformação Teórica do Objeto de Estudo

Um movimento é considerado oscilatório quando um corpo se movimenta, periodicamente, em torno de sua posição central, conhecida como posição de equilíbrio. O Movimento Harmônico Simples – MHS é um movimento periódico de um corpo em torno de um ponto de equilíbrio quando o corpo é submetido a uma força restauradora. A aceleração desse movimento é dirigida para a posição de equilíbrio, e sua intensidade é proporcional à distância em relação à posição de equilíbrio.

As grandezas frequência angular, frequência e período são características e relevantes de um movimento oscilatório. Assim, a frequência angular (ω) representa uma taxa de variação de uma grandeza angular que é sempre medida em radianos. A frequência (f) de um movimento oscilatório é o número de oscilações completas do corpo em certo intervalo de tempo. O período (T) de um movimento oscilatório é o intervalo de tempo necessário para que o corpo realize uma oscilação completa.

Além da frequência angular, da frequência e do período, a amplitude é outra grandeza importante do movimento oscilatório; a amplitude de um movimento oscilatório é a medida da maior distância do corpo em relação à posição de equilíbrio.

Para o sistema da massa presa a uma mola e fixa em outra extremidade, a força resultante sobre o bloco é devida à mola, ou seja, $\sum F = F_R = -kx_i$. O bloco é deslocado para a direita e $\sum F$ é dirigido para a esquerda; quando o bloco está na posição de equilíbrio, $\sum F = 0$.

Quando o bloco está se deslocando para a esquerda, $\sum F$ é dirigido para a direita. Se o bloco é deslocado do equilíbrio e liberado em seguida, executa MHS.

b) Modelo do Objeto de Estudo

Seja x a coordenada do bloco em MHS; então: $x = A \cdot \cos(\omega t + \phi)$. Neste sistema ideal, o bloco desliza ao longo da superfície horizontal com atrito desprezível, de modo que a força exercida pela superfície é igual ao peso do bloco, e a força resultante sobre o bloco é a força F_R devida à mola: $F_R = -kx$, que é força restauradora linear, linear por ser linearmente proporcional ao deslocamento x , e é dirigida em oposição ao deslocamento. Como a força da mola é a força resultante sobre o bloco e da segunda lei de Newton $\sum F = ma$, conclui-se: $-kx = ma_x \Rightarrow a_x = -(k/m)x$ (equação fundamental do MHS).

c) Transformação do modelo do Objeto de Estudo

Um objeto está em movimento harmônico simples-MHS se sua coordenada varia senoidalmente com o tempo (como uma função seno ou cosseno). Seja “ x ” a coordenada de um objeto em MHS; então: $x = A \cdot \cos(\omega t + \phi)$; $v = -\omega A \cdot \sin(\omega t + \phi)$ e $a = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \phi)$.

Da equação fundamental do MHS: $a_x = -(k/m)x$, substituindo os valores de “ x ” deslocamento e da “ a_x ” aceleração, obtemos:

$$-\omega^2 A \cos(\omega t + \phi) = -k/m(A \cdot \cos(\omega t + \phi)) \Rightarrow \omega^2 = -k/m \text{ ou } \omega^2 = k/m \Rightarrow \omega = \sqrt{k/m}.$$

Isto significa que o bloco executa um MHS e a frequência angular é: $\omega = \sqrt{k/m}$.

O movimento no MHS se repete após um determinado intervalo de tempo chamado período T. O objeto percorre um ciclo completo do seu movimento durante o tempo T.

Assim, para um ciclo completo, a fase $(\omega t + \varphi)$ aumenta de 2π rad enquanto o tempo “t” aumenta de T, ou: $\omega(t+T) + \varphi = (\omega t + \varphi) + 2\pi \Rightarrow \omega t + \omega T + \varphi = (\omega t + \varphi) + 2\pi$ ou $\omega T + (\omega t + \varphi) = (\omega t + \varphi) + 2\pi \Rightarrow \omega T = 2\pi$ ou $T = 2\pi/\omega$.

O período T é inversamente proporcional a ω ; quanto maior a frequência angular, menor o período e mais rapidamente o objeto completa um ciclo.

A frequência é: $f = 1/T = 1/(2\pi/\omega) = \omega/2\pi = 1/2\pi (\sqrt{k/m})$.

Sistema Oscilante Vertical: Massa-Mola

Quando um corpo está pendurado preso à extremidade de uma mola fixada num suporte, além da força da mola, age sobre o corpo o seu peso – mg . Se escolhermos como positiva a direção para baixo, a força da mola sobre o corpo é $F=-ky$, em que y é a diferença entre a posição da extremidade da mola esticada pelo peso do corpo e a posição da mola não esticada pelo peso (posição inicial), conforme Figura 1 a seguir.

A posição de um sistema massa-mola vertical apresenta três situações:

- Posição de equilíbrio sem o corpo;
- Posição de equilíbrio com o corpo, a mola estica de $y_0=mg/k$;
- Posição de oscilação em torno do ponto de equilíbrio com o deslocamento $y'=y-y_0$.

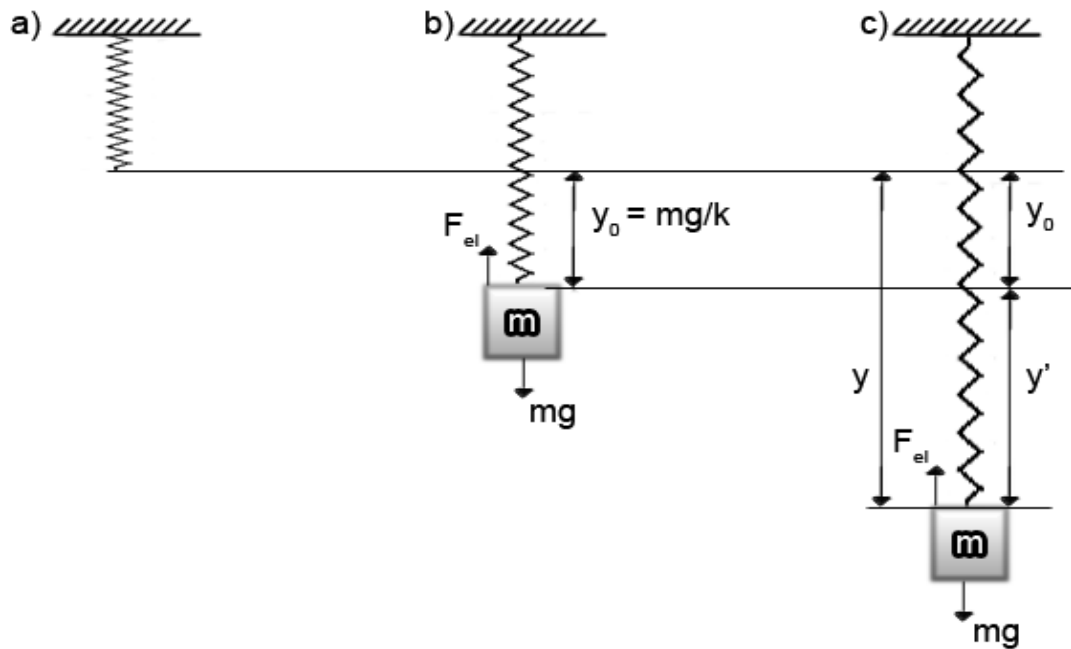


Figura 1. Oscilador vertical massa-mola

O ponto de equilíbrio está deslocado de $y_0 = mg/k$; sendo a elongação: $y' = y - y_0$, para uma posição arbitrária, temos: $mg - ky = ma \Rightarrow mg - k(y' + (mg)/k) = ma \Rightarrow a = -(k/m)y'$. Como vimos, no sistema massa-mola, a massa m oscila presa à mola de constante elástica k , e a aceleração do sistema é dada pela expressão: $a = -(k/m)y$ ou $a = -\omega^2 y$ (movimento circular).

Observando as expressões acima concluímos que $\omega^2 = k/m$. A frequência angular do sistema é: $\omega^2 = k/m$ ou $\omega = \sqrt{k/m}$. Sabemos que $\omega = 2\pi f$ e $T = 1/f$; podemos obter as expressões do período e da frequência do oscilador massa-mola. $T = 2\pi\sqrt{m/k}$ e $f = (1/2\pi)\sqrt{k/m}$.

A frequência e o período do oscilador massa-mola não dependem da amplitude da oscilação, mas apenas da constante elástica da mola e da massa do corpo.

Atividade Experimental

Considere o sistema constituído pelos elementos do *Kit* experimental: uma base de plástico, uma haste de plástico e uma régua de plástico e uma “caixinha” com duas molas e quatro arruelas iguais e um gancho. A massa do gancho é muito menor que a de uma arruela (OBFEP 2012). As respostas destas atividades encontram-se no site: www.obfep.org.br – provas de 2012.

A haste encaixa na base formando um conjunto no qual você deverá realizar os procedimentos experimentais e realizar as atividades de estudo.

Monte a haste na base. Fixe uma das extremidades da mola no topo da haste (há um pequeno orifício) e na outra extremidade pendure o gancho. As arruelas devem ser colocadas no gancho e irão provocar uma elongação na mola. A régua de plástico será utilizada para determinar a elongação da mola. Iremos denominar como **elongação da mola** o valor x determinado como a distância entre os extremos da região helicoidal(circular) como indicado no esquema geral abaixo.

Será definida uma unidade de massa como sendo uma arruela (Au). Defina uma das molas sendo Mola 1 e a outra como Mola 2 e utilize esta definição até o final do seu experimento.

A base orientadora para a realização destas atividades é do segundo tipo, conforme Capítulo 1. Esta base orientadora da ação constitui um guia para resolver um tipo específico de problema. Oferece um esquema pré-elaborado de orientações e o estudante atua como simples executor, sem realizar uma atividade produtiva e criativa.

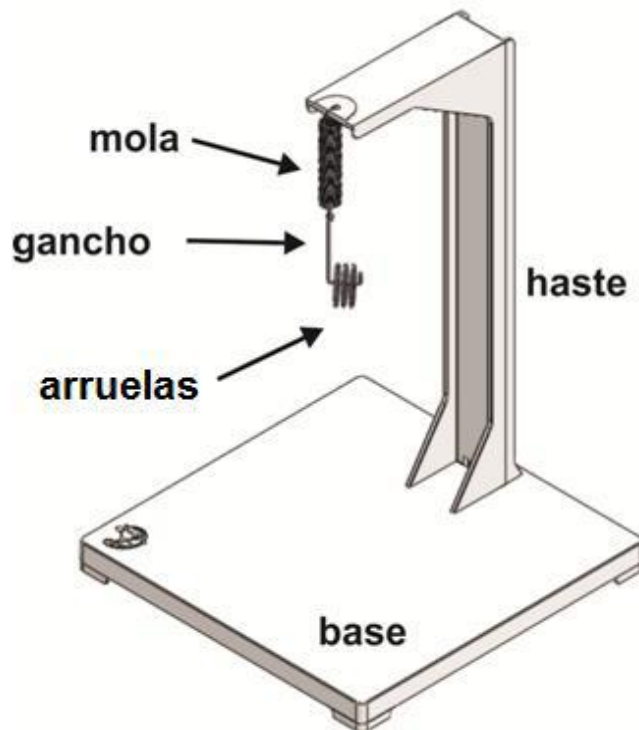


Figura 1. Esquema geral base e haste

Atividade Experimental 1

Nome: _____ 9a.Série. Data: _____

Usando o procedimento experimental descrito acima e realizando as tarefas de estudo a seguir, pergunta-se: Qual das molas é menos elástica? Justifique sua resposta.

Atividade 1

- Para cada uma das molas meça o comprimento livre da mola, ou seja, o valor de x sem nenhuma tensão aplicada na sua extremidade. Anote os valores para cada mola.
- Para cada mola (uma de cada vez) montada na extremidade da haste como indicado no procedimento experimental, meça os valores de x (em cm) ao se acrescentar uma unidade de massa (Au) de cada vez até completar as quatro. Anote os valores experimentais obtidos na Tabela 1 modelo abaixo.

Massa(Au)	X1(cm)-Mola1	X2(cm) - Mola 2
1		
2		
3		
4		

1Au=uma arruela, 2Au=duas arruelas.

Tabela 1. Medidas da massa e do comprimento

Atividade 2

- Usando os valores experimentais da tabela da Tarefa de Estudo 1 item b) construa dois gráficos, um para cada mola, da massa (em unidades de Au) como função da elongação x . Trace para cada gráfico a reta que melhor representa o comportamento dos pontos experimentais.
- Obtenha a partir dos gráficos:
 - Os valores de x_1 e x_2 (em cm) para o valor de massa = 0 Au. Expresse os resultados em cm.
 - Os valores da relação de proporcionalidade entre a massa e a elongação para ambas as molas. Expresse os resultados em unidades de (Au/cm).

Responda à pergunta inicial:

Atividade Experimental 2

Nome: _____ Série 1e 2. Data: _____

Determinar o valor da constante de proporcionalidade entre a massa e a elongação do sistema com duas molas conectadas.

Atividade 1

- a) Para cada mola (uma de cada vez) montada na extremidade da haste como indicado no esquema geral base haste, meça os valores de x (em cm) ao se acrescentar uma unidade de massa (Au) de cada vez até completar as quatro. Anote os valores experimentais obtidos na Tabela 2 modelo abaixo.

Massa(Au)	X ₁ (cm)-Mola 1	X ₂ (cm)-Mola 2
1		
2		
3		
4		

1Au = uma arruela, 2Au = 2 arruelas.

Tabela 2. Medidas da massa e do comprimento

- b) Usando os valores experimentais da tabela do item anterior construa dois gráficos da Massa (em unidades de Au) como função da elongação das molas. Trace para cada gráfico a reta que melhor representa o comprimento dos pontos experimentais.
- c) Obtenha a partir dos gráficos:
- c₁) O valor de x_1 e x_2 para massa = 0Au.
 - c₂) O valor da relação de proporcionalidade entre a massa e a elongação. Expresse os resultados em unidades de (Au/cm).

Atividade 2

- a) Monte as duas molas uma conectada à outra. Repita o procedimento do item a) da Tarefa de Estudo 1. Anote os valores experimentais obtidos na Tabela 3 modelo abaixo.

Massa(Au)	(X ₁ + X ₂)cm
1	
2	
3	
4	

1Au=uma arruela, 2Au = duas arruelas

Tabela 3. Medidas da massa e do comprimento

- b) Determine a partir da tabela anterior item a) o valor da constante de proporcionalidade entre a massa e a elongação para o sistema com duas molas conectadas. Expresse o resultado em unidades de (Au/cm).
- c) Compare o resultado do item b) desta tarefa com os resultados do item c) da questão da Tarefa de Estudo 1 anterior. Tire suas conclusões. _____

Responda à pergunta inicial: _____

Atividade Experimental 3

Nome: _____ Série 3. Data: _____

A partir da análise dos resultados das tarefas de estudo a seguir realizadas, determine o valor da constante elástica K de um sistema com N molas idênticas de constante elástica k conectadas verticalmente.

Atividade 1

- a) Para cada mola (uma de cada vez) montada na extremidade da haste como indicado no esquema geral base e haste, meça os valores de x (em cm) ao se acrescentar uma unidade de massa (Au) de cada vez até completar as quatro. Anote os valores experimentais obtidos na Tabela 4 modelo abaixo.

Massa(Au)	X_1 (cm)-Mola 1	X_2 (cm)-Mola 2
1		
2		
3		
4		

1Au = uma arruela, 2Au = 2 arruelas.

Tabela 4. Medidas da massa e do comprimento

- b) Usando os valores experimentais da tabela do item a) construa dois gráficos da Massa (em unidades de Au) como função da elongação das molas. Trace para cada gráfico a reta que melhor representa o comprimento dos pontos experimentais.
- c) Obtenha a partir dos gráficos:
- c₁) O valor de x_1 e x_2 para massa = 0Au.
 - c₂) O valor da relação de proporcionalidade entre a massa e a elongação. Expresse os resultados em unidades de (Au/cm).

Atividade 2

- a) Monte as duas molas uma conectada à outra. Repita o procedimento do item a) da Tarefa de Estudo 1. Anote os valores experimentais na Tabela 5 modelo abaixo.

Massa(Au)	$(X_1 + X_2)$ cm
1	
2	
3	
4	

1Au=uma arruela, 2Au = duas arruelas

Tabela 5. Medidas da massa e do comprimento

- b) Determine a partir da tabela do item a) anterior o valor da constante de proporcionalidade entre a massa e a elongação para o sistema com duas molas conectadas. Expresse o resultado em unidades de (Au/cm).

Responda à pergunta inicial

Atividade Experimental 4

Nome: _____ Data: _____

Estudar o movimento harmônico simples (MHS) observando o movimento de um sistema massa-mola e verificar os parâmetros que influem no seu movimento de oscilação.

Atividade 1

Considere o sistema constituído pelos elementos do *Kit* experimental: uma base de plástico, uma haste de plástico e uma régua de plástico e uma “caixinha” com duas molas e quatro arruelas iguais de 8g de massa e um gancho. A massa do gancho é muito menor que a de uma arruela. A haste encaixa na base formando um conjunto no qual você deverá realizar os procedimentos experimentais e realizar as atividades de estudo, conforme Figura 5: esquema geral.

Será definida para cada arruela 8g de massa. Defina uma das molas sendo Mola 1 e a outra como Mola 2 e utilize esta definição até o final do seu experimento.

- a) Meça o comprimento da Mola 1;
- b) Monte um sistema massa-mola como na Figura 5 esquema geral e acople duas arruelas (16g) à extremidade da mola;
- c) Meça o novo comprimento da Mola 1;
- d) Use estes dados para calcular a constante elástica da Mola 1.

Atividade 2

Determine a frequência de oscilação de um sistema massa-mola usando a Mola 1 e amplitude inicial de 2cm.

- a) Faça o sistema montado anteriormente, na Tarefa de Estudo 1, oscilar com amplitude inicial de 2cm;
- b) Meça o tempo de 10 oscilações;
- c) Determine a frequência de oscilação experimental;
- d) Calcule a frequência de oscilação teórica;
- e) Determine o erro percentual. $E\% = |(f_{teórica} - f_{experimental}) / (f_{teórica})| \times 100$

Atividade 3

Determine a frequência de oscilação de um sistema massa-mola usando a Mola 1 e a amplitude de 1cm.

- a) Repita os procedimentos da Tarefa de Estudo 2 usando uma amplitude de 1cm.

Atividade 4

Determine a frequência de oscilação de um sistema massa-mola usando a Mola 1 e a massa de 8g.

- a) Repita os procedimentos da Tarefa de Estudo 2 com uma massa de 8g.

Atividade 5

Determine a frequência de oscilação de um sistema massa-mola usando a Mola 2.

- a) Determine a constante elástica da Mola 2 seguindo o procedimento da Tarefa de Estudo 1 para a Mola 1;
- b) Repita as Tarefas de Estudo 2,3 e 4 para a Mola 2.

Com base nas Tarefas de Estudo realizadas pergunta-se:

- a) Por que medimos o tempo de oscilação 10 vezes?
- b) A frequência de oscilação depende da amplitude inicial? Justifique.
- c) A frequência depende da massa do corpo preso à mola? Justifique.
- d) Ao alterarmos a mola, estaremos alterando também a frequência? Justifique.
- e) Diga, então, quais são os parâmetros que influem na frequência de oscilação do MHS.

Atividade de Estudo: Pêndulo Simples

Determinar o período e a frequência de oscilações do pêndulo simples de comprimento ℓ onde a aceleração da gravidade local é g .

a) Transformação Teórica do Objeto de Estudo

Um pêndulo simples é um corpo ideal que consiste de uma massa suspensa por um fio inextensível, de massa desprezível sob a ação da gravidade. Quando afastado de sua posição de equilíbrio e solto, o pêndulo oscilará em um plano vertical descrevendo movimento periódico e oscilatório, desta forma, podemos determinar o período do movimento. O estudo do pêndulo simples requer que o deslocamento do fio que suporta a massa pendular forme ângulos pequenos com a vertical ($\theta < 5^\circ$); dessa forma a trajetória do pêndulo será aproximadamente retilínea e o movimento poderá ser considerado harmônico simples. Assim, é possível obter as expressões da frequência e do período de oscilações do pêndulo simples de comprimento ℓ num lugar onde a aceleração da gravidade é g .

b) Modelo do Objeto de Estudo

O modelo do oscilador pêndulo simples é representado na Figura 1. O modelo representa um pêndulo simples de comprimento ℓ , de massa m presa num ponto O .

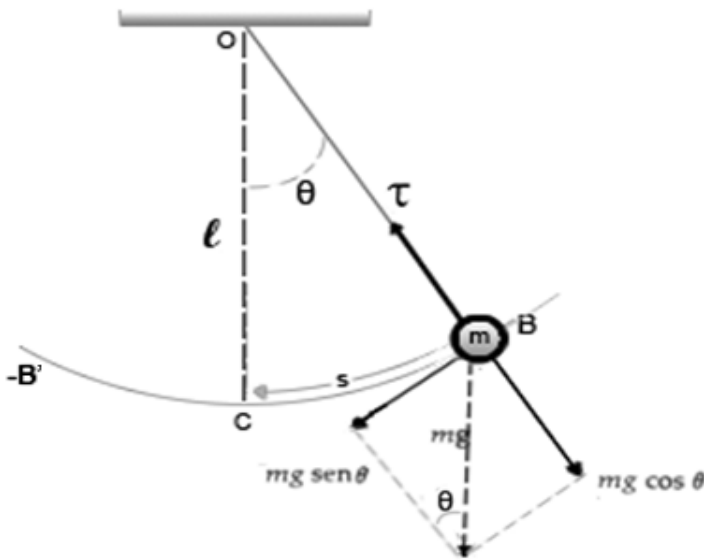


Figura 1. Modelo do oscilador pêndulo simples

Neste modelo, o fio faz um ângulo θ com a vertical oscilando entre B e a posição simétrica B' . As forças que atuam em m são o peso $m \cdot g$ e a tração do fio τ . O movimento será em torno de um arco de círculo de raio ℓ ; por isto, escolheremos um referencial em que um dos eixos seja radial e o outro tangente ao círculo. O peso $m \cdot g$ pode ser decomposto numa componente radial de módulo $m \cdot g \cdot \cos \theta$ e numa componente tangencial $m \cdot g \cdot \sin \theta$. A componente radial da resultante é a força centrípeta que mantém a partícula na trajetória circular. A componente tangencial é a força restauradora F_R que se opõe ao aumento de θ .

A força restauradora é proporcional ao $\text{sen}\theta$, o que não caracteriza um movimento harmônico simples. Porém, se o ângulo θ for suficientemente pequeno ($\theta < 5^\circ$), $\text{sen}\theta$ será aproximadamente igual a θ em radianos, e o deslocamento ao longo do arco será $x = \ell \cdot \theta$, para ângulos pequenos, ele será aproximadamente retilíneo. Para pequenos deslocamentos, a força restauradora é proporcional ao deslocamento e tem o sentido oposto; esta é a condição para se ter o movimento harmônico simples.

Por isto, supondo $\text{sen}\theta = \theta$, obteremos:

$F_R = -m \cdot g \cdot \text{sen}\theta = -m \cdot g \cdot \theta = -m \cdot g \cdot (x/\ell) = -(m \cdot g/\ell)x$ e pela segunda lei de Newton:

$-m \cdot g/\ell = m \cdot a \Rightarrow a = -(x/\ell)g$. Do MHS, $a = -\omega^2 x \Rightarrow -\omega^2 x = -(x/\ell)g \Rightarrow \omega^2 = g/\ell$, substituindo-se $\omega = 2\pi/T$ nesta equação temos: $(2\pi/T)^2 = g/\ell \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\ell/g}$.

$$T = 2\pi\sqrt{\ell/g} \text{ (Período de Oscilações)}$$

$$f = 1/T \Rightarrow f = (1/2\pi)\sqrt{g/\ell} \text{ (Frequência de Oscilações)}$$

c) Transformação do Modelo

O Pêndulo Simples, através da equação acima, também fornece um método simples para medições do valor da aceleração da gravidade g , ou seja: $g = 4\pi^2 \ell / T^2$. Note que o período T , é independente da massa m , do objeto suspenso. Analisando a equação do período de pêndulo simples podemos concluir que:

- o período de oscilação não depende da massa do pêndulo;
- quanto maior for o comprimento do pêndulo, maior será seu período;
- em lugares onde a aceleração da gravidade é alta, o período será pequeno.

Atividade Experimental 5

Nome: _____ Data: _____

Determinar o valor da aceleração da gravidade local, utilizando os conceitos associados ao pêndulo simples.

Atividade

- a) Montar o pêndulo usando o conjunto; base, haste, arruela de 8g, linha de 30cm de comprimento, régua e transferidor;
- b) Fazer o pêndulo oscilar em um plano vertical com amplitude igual a 5cm ou ângulo de ($\theta < 5^\circ$);
- c) Medir o tempo para o pêndulo realizar dez oscilações completas (utilizar o relógio de pulso). Repetir este procedimento cinco vezes; anotar estes valores na Tabela 1;
- d) Repetir o procedimento c) com duas arruelas e registrar na Tabela 2;
- e) Repetir o procedimento c) e d) utilizando um fio com o comprimento inicial de 15cm e colocar os valores na Tabela 3.

Determinar o período ($T = \Delta t/n$) e a frequência ($f = 1/T$) para as seguintes situações:

- a) Massas diferentes e comprimentos do pêndulo iguais;
- b) Massas iguais e comprimentos diferentes do pêndulo.

Coloque os valores encontrados nas Tabelas 1 e 2 e calcule os valores médios do período e frequência para cada situação.

Calcule a aceleração da gravidade, g , utilizando o valor médio do período encontrado na Tabela 1.

As arruelas serão amarradas por uma linha na haste. Uma vez fixado o peso das arruelas (uma, duas), deixar um comprimento l entre o centro da arruela e o ponto amarrado na extremidade com 30cm de extensão, constituindo-se num pêndulo simples.

Com o pêndulo oscilando pede-se aos alunos que relacionem as variáveis envolvidas no fenômeno, tais como: o período de oscilação, o comprimento do fio, a massa de cada arruela de 8g, o ângulo entre o fio e a vertical.

Procedimento para medir o período de oscilações:

Medir o tempo de 10 oscilações, 5 vezes. Contar o número de vezes em que o pêndulo vai e volta, e cronometrar este tempo. As 5 medidas não devem discordar muito entre si e a média dessas 5 medidas deve ser utilizada. Este tempo médio deve ser dividido por 10, que são as 10 oscilações; do resultado temos com boa precisão o valor do período de uma oscilação, mesmo tendo-se utilizado o relógio de pulso.

A assimilação do fenômeno requer atenção especial das variáveis principais: comprimento do fio; massa da arruela e o ângulo (θ) entre a vertical e o deslocamento inicial do fio. Apesar do período só depender do comprimento do fio, geralmente os alunos acreditam que a massa da arruela influencia o período. É conveniente estabelecer que o ângulo seja $\theta \leq 5^\circ$.

Anotar os dados experimentais conforme Tabela-1.

m(g)	l (cm)	T1(s)	T2(s)	T3(s)	T4(s)	T5(s)	$T=(T1+T2+T3+T4+T5)/5$ (s)	$t(s)=T/10$

Tabela 1. Tempo médio de oscilações

Anotar os dados experimentais conforme Tabela-2.

m(g)	l (cm)	T1(s)	T2(s)	T3(s)	T4(s)	T5(s)	$T=(T1+T2+T3+T4+T5)/5$ (s)	$t(s)=T/10$

Tabela 2. Tempo médio de oscilações

Anotar os dados experimentais conforme Tabela-3.

m(g)	l (cm)	T1(s)	T2(s)	T3(s)	T4(s)	T5(s)	$T=(T1+T2+T3+T4+T5)/5$ (s)	$t(s)=T/10$

Tabela 3. Tempo médio de oscilações com uma arruela

m(g)	l (cm)	T1(s)	T2(s)	T3(s)	T4(s)	T5(s)	$T=(T1+T2+T3+T4+T5)/5$ (s)	$t(s)=T/10$

Tabela 4. Tempo médio de oscilações com duas arruelas

Calcular e justificar o erro percentual de g mediante a fórmula:

Ciência, Tecnologia & Sociedade

Discutir sobre a ciência e tecnologia como necessidade humana de desenvolver soluções para problemas concretos de forma a contribuir para o progresso socioeconômico e cultural da sociedade.

- Ciência é o conjunto de atividades que visam observar, experimentar, explicar e relacionar os fenômenos da natureza, criando leis, teorias e modelos, que nos permitam prever novos resultados científicos.
- Tecnologia – transforma ou industrializa as descobertas da ciência de modo a fabricar bens acessíveis à sociedade.
- A sociedade contemporânea torna-se, cada vez mais, dependente dos produtos científico-tecnológicos. Isto impõe a necessidade de entender e poder manejar com habilidade estes produtos gerados pelo conhecimento da ciência e da tecnologia;
- É de responsabilidade das instituições de ensino, pesquisa e tecnologia desenvolver e divulgar o conhecimento científico-tecnológico, de forma a contribuir para o progresso socioeconômico e cultural.

Exemplo de contribuição técnico-científica.

As oscilações, além de explicar fenômenos físicos da natureza e suas regularidades, torna compreensível o entendimento de modelos teóricos e aplicados, como por exemplo, as oscilações microscópicas dos átomos ou elétrons, em condutores percorridos por corrente alternada, na estrutura cristalina dos sólidos, bem como em grandes estruturas de pontes, edifícios e no sistema de suspensão dos automóveis, entre outros.

A concretização da aplicação do conceito de pêndulo simples se deu por volta de 1656, ou seja, a construção do primeiro relógio utilizando este princípio deve-se ao holandês Cristian Huygens. Sua pesquisa tinha como foco resolver um problema fundamental na navegação marítima, que era a determinação da longitude em qualquer lugar no oceano.

Atividade de Estudo: Movimento Periódico

Nome: _____ Data: _____

Um dos principais objetivos do estudo das oscilações é levar o estudante a compreender o conceito de movimento harmônico simples e aplicar de forma inteligente em determinados contextos. Além disto, o movimento periódico tem sido aplicado no desenvolvimento de objetos tecnológicos, um caso particular é o pêndulo que tem sido utilizado em relógios de modo a regular o mecanismo dos ponteiros que se movem no mostrador.

Para aplicar conceitos físicos é necessário compreender que as propriedades físicas dos objetos mostram-se evidentes quando o homem opera com grandezas reais, por exemplo, variação de temperatura, dilatação dos corpos, etc. Neste contexto, a maioria das substâncias se expande com um aumento de temperatura e se contrai quando a temperatura diminui. Em geral a expansão térmica é pequena, porém pode ter efeito importante.

Para elucidar esta concepção, considere um relógio, cujo pêndulo executa uma vibração em 2 segundos, funciona com precisão a 25°C. A haste do pêndulo é de aço e o pêndulo pode ser considerado como simples.

Desta forma, determinar:

- a) Qual é a relação entre o encurtamento do pêndulo, quando a temperatura passa de 25°C a 15°C, e seu comprimento?
- b) Quantos segundos por dia o relógio adianta ou atrasa a 15°C.

As tarefas de estudo acima descritas estão relacionadas aos conceitos de dilatação térmica e o período de oscilação de um pêndulo simples necessário ao conteúdo físico a aprender. As correspondentes ações de estudo das tarefas descritas permitem resolver a atividade dada e estão dirigidas a que os estudantes interpretem o fenômeno físico envolvido, encontrem a relação da natureza do movimento térmico e do movimento harmônico simples do objeto, a construção de seu modelo e a transformação do modelo.

a) Durante a realização da primeira ação de estudo – transformação do objeto de estudo – os estudantes realizam uma interpretação das particularidades do fenômeno envolvido nas tarefas.

Assim, um pêndulo simples é constituído por um cordel de comprimento L que sustenta uma massa m . Quando o corpo é solto fazendo um ângulo inicial de θ com a vertical, o pêndulo oscila com certo período T . Determinar uma combinação simples destas grandezas que leva à dimensão e precisão correta do período, ou seja: $\sqrt{L/g}$. As relações entre o encurtamento do comprimento do pêndulo submetido a variação da temperatura, afetará a leitura no mostrador do relógio em decorrência da variação do comprimento L do pêndulo, adiantando ou atrasando o relógio.

b) A segunda ação de estudo – modelo ou modelagem da solução – esta relacionada com o modelo do fenômeno de dilatação e o período de oscilação do pêndulo. Esta modelagem se realiza com a inter-relação da variação linear do pêndulo e do período de oscilação. Quando um corpo absorve energia térmica, é possível que ocorram modificações de suas propriedades. Na variação de temperatura do corpo, pode haver expansão ou contração. Para um fio de comprimento L e temperatura t , submetido a uma variação de temperatura Δt , o comprimento se altera de ΔL , proporcionalmente ao comprimento

inicial e à variação de temperatura: $\Delta L = \alpha L_0 \Delta t$. O fator α é o coeficiente de expansão linear e depende do material.

Conhecendo o acréscimo de comprimento, $\Delta L = L - L_0$, a expressão do comprimento do pêndulo por causa da variação de temperatura pode ser escrita como: $L = L_0(1 + \alpha \Delta t)$

O período T de um sistema vibrante é o tempo necessário para o sistema completar um ciclo inteiro de vibração. É o tempo total para o movimento combinado de ida e volta. O pêndulo simples faz um movimento aproximadamente harmônico simples (MHS) se o ângulo de oscilação não for muito grande. O período de vibração para um pêndulo de comprimento L , em um lugar onde a aceleração da gravidade é g , é dado por: $T = 2\pi\sqrt{L/g}$.

c) A terceira ação de estudo consiste em uma transformação do modelo – experimentação ou simulação – das relações encontradas na modelagem que permitem estudar suas propriedades particulares. Assim, a inter-relação dos modelos de dilatação linear e do período do pêndulo simples fornecerá as relações procuradas para solucionar as tarefas apresentadas.

Desta forma:

a) Quando a temperatura desce até $t_0 = 15^\circ\text{C}$ a variação do comprimento da haste do pêndulo será: $\Delta L/L_0 = \alpha \Delta t$, ou, $\Delta L/L_0 = \alpha (t - t_0) = 12 \cdot 10^{-6} (25 - 15) = 12 \cdot 10^{-5} = 1,2 \times 10^{-4}$.

b) De acordo com a primeira parte da atividade de estudo, temos que $f = (1/2)$ vibrações/seg, donde concluímos que o período $T_1 = 2$ seg quando o comprimento for L_0 ; se a temperatura decresce de $\Delta t = 10^\circ\text{C}$, então o comprimento do pêndulo é $L = L_0(1 - \alpha \Delta t)$; neste caso, o período do pêndulo diminui até um valor T_2 e por conseguinte o relógio adiantará.

Calcular de quanto o relógio adianta:

$T_1 = 2\pi\sqrt{L_0/g}$ e $T_2 = 2\pi\sqrt{L/g}$, resulta:

$$T_1/T_2 = \sqrt{L_0/L} = \sqrt{1/(1 - \alpha \Delta t)} = \sqrt{1/(1 - 12 \cdot 10^{-6} \cdot 10)} = \sqrt{1/0,99988} = 1/0,99997.$$

Concluímos que: $T_2 = 0,99997 \cdot T_1 = 0,99997 \cdot 2 = 1,99994$ seg.

Logo o relógio adiantará por segundo de: $T_1 - T_2 = 0,00006$ seg e por dia: $T_1 - T_2 = 5,18$ seg. uma vez que o dia tem 86.400 seg.

A assimilação pelos estudantes do conteúdo apresentado e das consequências destas ações de estudo tem uma grande importância quando os estudantes se familiarizam com os conceitos do movimento harmônico simples e de dilatação dos sólidos, constitui uma característica da solução de tarefas particulares necessárias para assimilação de conceitos interdisciplinares.

Apêndice 5

Situações Lógicas

O conteúdo das situações lógicas utilizado engloba duas áreas: o da vida cotidiana e os conteúdos específicos, mais vinculados à ciência Física; estes dois tipos de conteúdo respondem à distinção que se faz na atividade cognitiva do homem, em relação ao conhecimento empírico e ao conhecimento teórico/científico.

No caso do conhecimento empírico cotidiano, este é próprio de todos os homens, pois tem lugar na prática social humana, para a qual não é necessária uma preparação especial, pois está muito vinculada à experiência individual e às tradições historicamente formadas, considerando que, neste modo de conhecer o mundo, a obtenção do conhecimento não vem de uma forma específica de atividade, mas sim, se mantém entrelaçada com as diferentes formas de ação prática.

Por outro lado, o conhecimento teórico não é dado diretamente ao homem, este revela a essência dos objetos e fenômenos e suas relações com o sistema de conhecimentos. Este tipo de conhecimento pode ser alcançado com uma preparação especial, para a qual se requer meios especiais que permitam penetrar nos objetos da natureza, descrevê-los, modificar seu comportamento e demonstrar sua essência e característica que refletem as leis que regem o desenvolvimento.

Desta forma, é necessário reconhecer o elevado rigor científico e complexidade do conteúdo da ciência Física, pois, considera-se que parte importante da dificuldade no aprendizado desta disciplina ocorre por deficiências na formação dos procedimentos lógicos do pensamento dos estudantes, aliado ao fato do ensino da Física não ser desenvolvido com sistemas didáticos cientificamente elaborados.

Em todas as situações lógicas existem tarefas de dois tipos: um primeiro tipo de tarefas, no qual o sujeito somente tem que avaliar a certeza da dedução exposta e fundamentar sua avaliação. Neste caso, o estudante, a partir de uma análise das premissas, deve avaliar se a conclusão apresentada está baseada nos elementos essenciais necessários, o que refletirá na argumentação de sua resposta.

O segundo tipo de tarefas, mais complexo, exige mais da atividade intelectual do estudante; neste caso, o indivíduo tem que chegar de modo independente à dedução a partir das premissas (que podem ser verdadeiras ou prováveis), e argumentar sua conclusão, o que exige uma reflexão sobre os elementos essenciais expostos nas premissas.

Em ambos os tipos de tarefas é possível argumentar, o que implica na abstração das características essenciais, para o envolvimento com o objeto concreto; com ele o estudante é induzido a fixar estas características em palavras que adquirem para ele um significado, ou seja, faz consciente o processo de conversão da lógica das ações em lógica dos conceitos.

Entende-se que uma forma de utilizar adequadamente os resultados da aplicação destes grupos de tarefas seria aplicá-las no início do curso (situações lógicas Tipo I), para saber o grau de conhecimento atual, no meio do curso (situações lógicas Tipo II) e no final do curso (situações lógicas do Tipo III), para saber o grau alcançado pelos estudantes à medida que o curso se realiza em relação ao desenvolvimento de habilidades lógicas do pensamento e em relação ao objeto de estudo.

Situações Lógicas do Tipo 1

Nome: _____ Data: _____

Este grupo de tarefas faz parte do estudo sobre o desenvolvimento do pensamento lógico dos estudantes e com isso a capacidade de generalização e de assimilação dos conhecimentos adquiridos.

Observe que são dois tipos de tarefas. No primeiro, é necessário avaliar se estão corretas ou não as conclusões e o porquê da sua resposta; no segundo, é necessário elaborar individualmente as conclusões, levando em conta as premissas dadas.

Refleta sempre antes de responder, procure ter a maior atenção possível.

Tarefas Tipo I

Avalie se as conclusões a que se chega se deduzem realmente das premissas que lhe antecedem. Fundamente sua resposta.

Parte A – Vida Cotidiana

1. Se um aluno é academicamente brilhante, tem média 5.

Este aluno tem média 3.

Logo, este aluno não é academicamente brilhante.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Fundamente: _____

2. Se tem 4 (quatro) patas e come erva é um animal.

Este ser tem 4 (quatro) patas e come erva.

Logo, este ser não é um animal.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Fundamente: _____

3. Se um homem tem febre está doente.

Este homem está doente.

Logo, este homem tem febre.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Fundamente: _____

4. Se um professor é exemplar, cumpre o seu plano de aula.

Luís é um professor exemplar.

Logo, Luís não cumpre o seu plano de aula.

Fundamente: _____

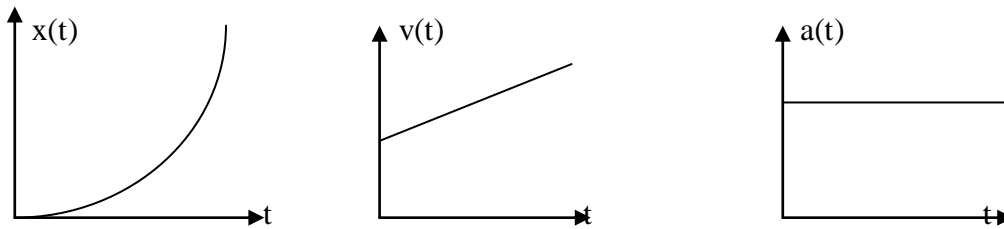
Parte B – Física

1. Consideremos o caso do movimento retilíneo com aceleração constante. Suponhamos que o intervalo Δt seja medido a partir do instante em que os ponteiros do relógio marcam zero. Então : $\Delta t = t_2 - t_1 = t_2 - 0 = t$.

No instante $t = 0$, $v_1 = v_0$; no instante t , $v_2 = v$.

Portanto, $a(t) = (v - v_0)/t$ ou: $v = v_0 + at$.

Sendo assim, os gráficos deste tipo de movimento podem ser:



A conclusão está correta ou incorreta: _____

Argumente: _____

2. Qualquer corpo lançado para cima (ou para baixo) sofre uma aceleração igual à de qualquer corpo que cai a partir do repouso. Uma vez em queda livre, todos os corpos terão uma aceleração para baixo, igual à aceleração da gravidade.

Uma criança, no topo de um edifício, joga uma bola para baixo.

Desprezemos a resistência do ar, e consideremos que a bola sai do repouso e o ponto de partida seja em $t_0 = 0$.

Então, para $t = 1s$, a velocidade é $v = -9,8 \text{ m/s}$ e a aceleração $a = - 4,90 \text{ m/s}^2$.

A conclusão está correta ou incorreta: _____

Argumente: _____

3. A terceira lei de Newton afirma que, quando há interação de (2) dois corpos, a força que o corpo 2 (dois) exerce sobre o corpo 1(um) é igual e oposta à força que o corpo 1(um) exerce sobre o corpo 2(dois).

Consideremos o caso de um corpo em repouso sobre uma mesa. Podemos afirmar que a força normal é igual à força que o corpo exerce sobre a mesa.

A conclusão está correta ou incorreta: _____

Argumente: _____

4. Se em um sistema mecânico existe uma força restauradora e desprezamos o atrito, então o corpo descreve oscilações livres.

Temos um corpo pequeno suspenso por um fio inextensível e de massa desprezível, de comprimento l que está fixo ao teto; afastamos o corpo da posição de equilíbrio de uma distância pequena e o soltamos. O valor dos efeitos do ar é desprezível.

O corpo realiza oscilações livres.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Argumente _____

5. Se em um sistema mecânico as oscilações se mantêm sob a ação de uma força periódica exterior ao mesmo, então se denominam oscilações forçadas.

Uma criança se mexe oscilando em uma rede e seu movimento tende a diminuir. Então se aplica uma força sobre ela.

A criança realiza oscilações forçadas.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Argumente: _____

6. Se existe uma força restauradora no sistema mecânico e o atrito não é desprezível, então as oscilações são amortecidas.

Temos um pêndulo simples que descreve oscilações e estudamos seu comportamento considerando que não têm valor importante os efeitos do ar.

Este sistema realiza oscilações amortecidas.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Argumente: _____

7. Se sobre um corpo a ação externa da força resultante é zero, então o corpo mantém seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme.

Uma esfera pequena se deixa cair na superfície de um líquido e começa a baixar aceleradamente devido à ação da força gravitacional na direção para baixo e à ação da força de atrito viscoso na direção para cima; se transcorrido um certo tempo, estas forças sobre a esfera se compensam.

Podemos concluir que: _____

Argumente _____

8. Os fenômenos de reflexão, refração, difração e interferência são próprios de todo tipo de ondas. O fenômeno de polarização permite diferenciar um tipo de outro (as longitudinais das transversais).

Considere que existe uma onda mecânica que produz em um obstáculo a difração e se refrata ao passar de um meio a outro.

O que podemos concluir com respeito ao caráter longitudinal ou transversal desta onda: _____

Argumente: _____

9. A força eletrostática entre duas partículas carregadas é diretamente proporcional ao produto da quantidade de carga de cada partícula e inversamente proporcional ao quadrado da distância.

Considere que a força de interação entre duas partículas A e B é inversamente proporcional ao quadrado da distancia entre elas.

Logo podemos concluir que: _____

Argumente: _____

Situações Lógicas do Tipo 2

Nome: _____ Data : _____

Apresentamos dois tipos de tarefas: uma em que é necessário avaliar se é adequada ou não a dedução a que se chega e fundamentar a conclusão obtida; outra em que é necessário, de forma independente, inferir a dedução a partir das premissas dadas em cada caso e argumentar a conclusão obtida.

É preciso levar em conta que a consequência das premissas é uma proposição que não pode ser falsa se as premissas são verdadeiras; as premissas podem ser afirmativas (da afirmação de uma base à afirmação de uma consequência) ou negativa (da negação de uma base à negação da consequência).

Estes conhecimentos podem proporcionar conclusões tanto verdadeiras como prováveis, portanto, é necessário primeiramente verificar se as premissas apresentadas são verdadeiras ou falsas.

Para realizar esta operação, analise se a afirmação que se coloca na primeira premissa se baseia nas características essenciais do conceito que se relaciona em tal juízo.

Para a solução das tarefas que aparecem a seguir, tenha como base o esquema que ilustra, as diferentes situações possíveis do raciocínio dedutivo.

1. Se a , então b se ocorre a	2. Se a , então b se ocorre não b	Verdadeiro
_____	_____	
Logo ocorre b	Logo ocorre não a	
3. Se a , então b se ocorre b	4. Se a , então b se ocorre não a	Provável
_____	_____	
Logo é provável que ocorre a	Logo é provável que ocorre não b	

Analise cada tarefa, procure identificar a que caso corresponde e verifique a adequação da dedução feita.

Quando tiver que inferir a dedução, apoie-se no esquema para orientar-se na análise das premissas.

Tarefas Tipo I

Parte A – Vida Cotidiana

1. Se dois ângulos têm um lado comum e suas medidas somam 180° são adjacentes.

Estes ângulos somam 180° .

Logo, são adjacentes.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Fundamente: _____

2. Um animal é classificado como mamífero se possui glândulas mamárias.

O cachorro é mamífero.

Logo, o cachorro possui glândulas mamárias.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Fundamente: _____

3. Se um conjunto tem 2 (dois) elementos é um par.

O conjunto A tem 2 (dois) elementos.

Logo, o conjunto A não constitui um par.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Fundamente: _____

Parte B – Física

4. Um corpo de um sistema mecânico descreve oscilações livres se no sistema estão presentes as características essenciais deste tipo de movimento (a, b).

a) Sempre que o corpo se afaste de sua posição de equilíbrio no sistema surge uma força dirigida para tal posição, a qual obriga o corpo a dirigir-se novamente na direção desta.

b) A força de atrito no sistema é desprezível.

Uma régua fina de um metro de comprimento está suspensa por um de seus extremos, se afasta da posição de equilíbrio por um ângulo pequeno e se solta. Os efeitos do atrito são desprezíveis. Nestas condições descreve oscilações livres.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Argumente: _____

5. Um corpo de um sistema mecânico realiza oscilações amortecidas se no sistema estão presentes as características essenciais deste tipo de movimento (a, b).

a) Sempre que o corpo se afasta de sua posição de equilíbrio, no sistema surge uma força dirigida para tal posição, a qual obriga o corpo a dirigir-se novamente na direção desta.

b) A força de atrito no sistema não é desprezível.

Um sistema corpo-mola consiste de uma mola fixa por um extremo e um corpo preso ao outro extremo capaz de deslocar-se, o sistema está sobre uma mesa horizontal. O corpo se afasta da posição de equilíbrio e se solta. Entre o corpo e a mesa e o corpo e o ar não existe um valor considerável de atrito.

Este corpo realiza oscilações amortecidas.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Argumente: _____

6. Um corpo de um sistema mecânico realiza oscilações amortecidas se no sistema estão presentes as características essenciais deste tipo de movimento (a, b e c):

a) O sistema é capaz de oscilar.

b) O atrito no sistema é não desprezível.

c) Sobre o sistema atua uma força periódica externa.

Temos um pêndulo simples oscilando e aplica-se uma força.

O sistema realiza oscilações forçadas.

A conclusão é correta ou incorreta.

Argumente: _____

Tarefas Tipo II

Parte A – Vida Cotidiana

1. Se um cigarro está aceso há fumo no ambiente.

Aqui há fumo no ambiente.

Logo: _____

Fundamente: _____

2. Se um líquido ferve a 100°C é água. Este líquido quando se eleva a temperatura a 100°C , ferve.

Logo: _____

Fundamente: _____

3. Se duas retas ao cruzar-se formam um ângulo reto (de 90°) são perpendiculares.

O ângulo que formam estas duas retas não é de 90° .

Logo: _____

Fundamente: _____

Parte B – Física

4. Um corpo mantém seu estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme se é verdade que:

a) A ação de outros corpos sobre ele é zero ou a ação resultante é zero.

Quando um paraquedista abre o paraquedas, a ação da Terra e do ar sobre ele, transcorrido certo tempo, se compensam, anulando-se o valor da ação externa sobre ele.

Podemos concluir que: _____

Argumente _____

5. A quantidade de movimento linear de um sistema se conserva se o mesmo está isolado; se não estiver, a força externa resultante deve ser zero.

Este sistema não está isolado e sobre ele atuam forças externas.

Então a quantidade de movimento linear se conserva.

Logo, podemos concluir com relação à quantidade de movimento linear: _____

Argumente: _____

6. De acordo com o Princípio da Homogeneidade dimensional, os termos em cada membro de uma equação física, que consiste da soma algébrica de diversos termos, devem ter a mesma dimensão.

Consideremos a equação: $v = v_0 + at$.

Uma vez que: $[v] = [v_0] = L/T$ e que a dimensão da aceleração é L/T^2 então :

Podemos concluir: _____

Fundamente: _____

7. A 1ª Lei de Newton afirma: todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar de estado por forças que atuem sobre ele.

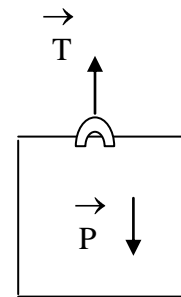
Analisemos o movimento de um elevador. Vejamos na figura as forças que atuam sobre ele:

→

P: força exercida pela Terra

→

T: força exercida pelo cabo de sustentação



Onde:

→

P = peso total (elevador + passageiros)

→

Considere que a força P, de sentido contrário ao do movimento, deve ser

→

equilibrada pela força T, para que a velocidade do elevador, uma vez iniciado o movimento, não aumente nem diminua.

Analise as três situações a seguir, e forneça a relação existente entre os

→ →

módulos de T e P (maior, menor ou igual) em cada um dos casos :

elevador parado

elevador iniciando a subida

elevador subindo com velocidade constante

→ →

Podemos concluir então que as relações entre T e P são: _____

Argumente: _____

8. É possível reconhecer se uma onda é transversal quando se cumpre a condição essencial que lhe é característica: “Produz o fenômeno de polarização”.

Uma onda se reflete em um edifício e é capaz de contornar (difratar-se, isto é sem se distorcer) em outro edifício de menor dimensão. Logo, podemos concluir com relação ao seu caráter longitudinal ou transversal: _____

Argumente: _____

9. A força de interação entre duas partículas em repouso é eletrostática, quando se cumprem as condições essenciais (a, b e c):

- a) F é proporcional ao valor do produto da quantidade de carga q_1 e q_2 de cada corpo ($F \propto q_1 q_2$);
- b) F é inversamente proporcional ao quadrado da distância (r) entre as partículas carregadas eletricamente ($F \propto 1/r^2$);
- c) F é uma força que atua sobre a reta que une os centros de cada partícula.

Considere que existem dois corpos A e B, sendo que a interação entre eles está sobre a reta que une os centros de cada partícula.

Logo, podemos concluir que: _____

Argumente: _____

Situações Lógicas Tipo 3

Nome: _____ Data: _____

Apresentamos dois tipos de tarefas: uma em que é necessário avaliar se é adequada ou não a dedução a que se chega e fundamentá-la e outra em que é necessário de forma independente, inferir a dedução a partir das premissas dadas em cada caso e argumentá-la.

É preciso levar em conta que a consequência das premissas é uma proposição que não pode ser falsa se as premissas são verdadeiras, e estas podem ser afirmativas (da afirmação de uma base à afirmação de uma consequência).

Estes conhecimentos podem proporcionar conclusões tanto verdadeiras como prováveis, portanto é necessário primeiramente verificar se as premissas apresentadas são verdadeiras ou falsas.

Para realizar esta operação analise se a afirmação que se coloca na primeira premissa se baseia nas características essenciais do conceito que se relaciona em tal juízo.

Tarefas Tipo I

Parte A – Vida Cotidiana

Avalie se as conclusões a que se chega se deduzem realmente das premissas que lhes antecedem. Fundamente sua resposta.

1. Se um trabalhador é exemplar, cumpre suas obrigações.

Luís é trabalhador exemplar.

Logo, Luís não cumpre suas obrigações.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Fundamente: _____

2. Se um desportista é campeão mundial é considerado de alto rendimento desportivo.

João não é considerado de alto rendimento desportivo.

Logo, João não é campeão mundial.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Fundamente: _____

3. Se chove haverá poças na rua.

Nestas ruas há poças.

Logo, choveu nestas ruas.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Fundamente: _____

Parte B – Física

4. Um corpo de um sistema mecânico realiza oscilações livres, se está submetido a uma força restauradora e o atrito é desprezível.

As forças que estão atuando no sistema em diferentes momentos do seu deslocamento são:

F_T - força de tração normal ao ponto de sustentação;

F_{gn} – componente normal da força de gravidade;

F_{gt} – componente tangencial da força de gravidade.

Este corpo descreve oscilações livres.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Argumente: _____

5. Um corpo de um sistema mecânico realiza oscilações forçadas, se é capaz de oscilar amortecidamente e se é aplicada a ele uma força periódica.

As forças que atuam sobre o sistema corpo-mola em movimento são:

Força elástica;

Força normal;

Força gravitacional;

Força de atrito e

Força aplicada constante.

O corpo realiza oscilações forçadas.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Argumente: _____

6. Se em um sistema mecânico as oscilações se mantêm sob a ação de uma força periódica exterior ao mesmo, então se denominam oscilações forçadas.

Uma criança se mexe oscilando em uma rede e seu movimento tende a diminuir. Não se aplica sobre ela uma força externa.

A criança realiza oscilações forçadas.

A conclusão é correta ou incorreta: _____

Argumente: _____

Tarefas Tipo II**Parte A – Vida Cotidiana**

1. Se uma mulher tem filhos é mãe.

Júlia é mãe.

Logo: _____

Fundamente: _____

2. Se uma jovem sabe vários idiomas é poliglota.

Helena conhece um idioma.

Logo: _____

Fundamente: _____

3. Se um homem pratica esportes sistematicamente, estará saudável.

Este homem está saudável.

Logo: _____

Fundamente: _____

Parte B – Física

4. Um corpo conserva seu estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme a menos que à ação de outros corpos não o obriguem a sair de tal estado. Isto constitui o enunciado da primeira lei de Newton.

Consideremos um corpo em movimento; as forças que atuam sobre ele são:

F aplicada = F atrito

F normal = F gravitacional.

Logo, podemos concluir que: _____

Argumente _____

5. As ondas podem ser classificadas de acordo com a direção de oscilação em relação à direção de propagação em: longitudinais e transversais.

O fenômeno da polarização é próprio somente das ondas transversais, pois consiste em deixar transmitir vibrações em uma e somente uma das direções transversais em relação à direção de propagação. Portanto, permite diferenciar um tipo de outro.

Uma onda avança em um meio e encontra outra refletindo-se e refratando-se.

Logo, é possível concluir em relação ao caráter longitudinal ou transversal destas ondas: _____

Argumente: _____

6. A força de interação eletrostática entre duas partículas em repouso carregadas eletricamente é diretamente proporcional ao produto das cargas $q_1 \cdot q_2$: ($F \propto q_1 \cdot q_2$) e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas ($F \propto 1/d^2$), ou seja:

$$F = (q_1 \cdot q_2) / d^2.$$

A força de interação entre dois corpos A e B (sem carga elétrica) é diretamente proporcional ao produto das massas m_1 e m_2 e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles e as forças diminuem em relação ao inverso do quadrado da distância entre as cargas e as massas.

Logo, podemos concluir que: _____

Argumente: _____

Apêndice 6

Guia Didático

Este guia didático tem como objetivo oferecer uma orientação do conteúdo essencial necessário para formar um sistema de habilidades a serem desenvolvidos pelos estudantes, quando da realização das atividades de estudo propostas. A completa assimilação dos conhecimentos apresentados neste guia proporcionará ao estudante um conhecimento essencial da Física, necessário para orientar-se na sua vida produtiva, mesmo que este não venha a ser um especialista que utilizará a física como ferramenta de trabalho, ou até mesmo prosseguir seus estudos em áreas nas quais esta disciplina seja fundamental para a formação de sua especialidade.

Compreendemos que o núcleo de conhecimento apresentado tem como base os conceitos essenciais a partir dos quais desenvolve-se o corpo de conhecimentos em correspondência com o quadro físico do mundo. Estes conceitos essenciais são: Espaço(e): comprimento (distância), Tempo(t): duração temporal, Inércia(massa); Energia(matéria); Temperatura(T); Carga elétrica(e); Luz(c): velocidade da luz e Quantum de ação(h). Estes conceitos formam a base de conhecimentos necessários para qualquer estudante orientar-se no aprendizado da Física.

Tal forma de desenvolver o conhecimento a partir deste conceito essencial aplica-se a dedução para encontrar uma relação principal. Esta relação principal é utilizada para analisar tarefas de estudo específicas desse conteúdo. Esta forma de tratar o conteúdo utilizando a lógica estrutural-funcional em conjunto com as ações da atividade de estudo propicia um ensino que além de consolidar a assimilação (aprendizagem), contribui para a formação de habilidades e hábitos de conduta, bem como para a aquisição de conhecimentos que podem ser generalizados e aplicados em outros contextos.

As atividades de estudos com base na experimentação deixam de ser orientações do tipo ilustração-explanação ou recepção-reprodução, cujos resultados são previamente conhecidos e que não favorecem ações produtivas e criativas do estudante. As atividades de estudo devem partir de tarefas que exijam a reflexão, a análise e o planejamento de ações necessárias para desenvolver habilidades do pensar e do aprender, bem como em relação ao objeto de estudo. É imprescindível que as atividades se apresentem como tarefas que envolvam a mobilização cognitiva e a participação ativa dos estudantes. Outro aspecto importante e necessário é o desenvolvimento de atividades que estabeleçam conexões entre contextos, bem como entre conceitos, leis físicas com objetos tecnológicos e conhecimentos de outras áreas que apresentem relevância científica e social. Estas conexões são estabelecidas a partir dos conceitos essenciais, que são os elos necessários para estabelecer a interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento, como, por exemplo, o conceito de temperatura é um conceito aplicável tanto na física, como na química, na biologia, na geografia, na área socioambiental, na área de eletroeletrônicos, etc.

Um aspecto importante no processo de aprendizagem é a mediação do professor, como intervenção intencional e planejada, para que o estudante desenvolva determinadas capacidades cognitivas, tais como:

- desenvolver a criatividade social, a civilidade, a solidariedade e a consciência social e política da responsabilidade pelo destino do seu país;
- criar no indivíduo a disposição para realizar o que é valioso socialmente, proporcionando oportunidades de análise e de soluções em contextos internos (locais) e externos (globais);

- educar para conviver e participar solidariamente, em ambiente de socialização, para o desenvolvimento humano sustentável que resulte na equidade socioeconômica e de proteção da natureza.

Dáí decorre que a função educativa da escola deva ser conduzida segundo as leis da vida social, sem fronteiras, sendo capaz de promover mudanças, sendo a escola uma instituição sociocultural de formação do homem em cidadão, capaz de criar novas formas de vida social, novas estruturas, novos tipos de atividades e valores sociais.

Nesta perspectiva, o ensino da física necessita contribuir para esta transformação, por meio dos seguintes objetivos educativos:

- consolidar nos estudantes a concepção científica do mundo a partir da compreensão do quadro físico do mundo;
- contribuir para o desenvolvimento do pensamento teórico científico e da capacidade de raciocínio, por meio de um modo de assimilação dos conteúdos em que predomine o enfoque sistêmico, além de cooperar para o desenvolvimento da capacidade de trabalho independente e a formação de habilidades lógicas do pensamento;
- permitir que o estudante articule o conhecimento físico com o de outras áreas do conhecimento científico e seja capaz de emitir juízo de valor a respeito das situações sociais que contenham aspectos físicos e/ou tecnológicos importantes;
- levar o estudante a atuar de acordo com a concepção do mundo mediante a aplicação da ciência física na constituição e no desenvolvimento de sua personalidade, assim como nos processos técnico-científicos que tenham lugar na sociedade e em sua transformação, mostrando habilidades e aplicando conhecimentos de forma inteligente;
- desenvolver no estudante a afetividade pela física, pelo trabalho, pelo estudo e pela investigação;
- contribuir para a autopreparação técnica, política e cultural, do estudante; para busca do rigor científico; para o estímulo à criatividade, à honestidade científica, à consciência social e política cidadã;
- contribuir para desenvolver valores éticos e estéticos que complementem a formação do estudante, o uso adequado da linguagem e da terminologia científica e a exatidão na expressão oral e escrita.

Outra característica essencial do processo de aprendizagem é a unidade de instrução e educação. Tal processo é fundamentalmente instrutivo; nele os estudantes se apropriam de conhecimentos e desenvolvem habilidades, hábitos, valores e modos de conduta. Ou seja, sempre que se instrui se educa. Desta forma, a função instrutiva da escola esta voltada para formar nos estudantes a capacidade de assimilar, de modo independente e criativo novos conhecimentos científicos. Assim, o ambiente escolar deve assegurar as devidas condições para formar nos estudantes os componentes do pensar teórico científico; tal capacidade supõe a existência, nesse ambiente, de um pensamento científico altamente desenvolvido. Neste contexto, os objetivos instrutivos do ensino de física são:

- identificar, definir, descrever, classificar, interpretar e demonstrar os fenômenos que dão origem aos conceitos e leis da física;
- identificar, demonstrar e generalizar conceitos e leis a partir dos conceitos essenciais em correspondência com o quadro físico do mundo;
- caracterizar qualitativa e quantitativamente o quadro físico do mundo situando cada uma das teorias que o descrevem mediante sua relação com o objeto e seu movimento característico, utilizando o formalismo matemático na formulação das leis e a indução-dedução como método fundamental para estabelecê-las e conhecer os modelos que permitam a descrição do objeto de estudo;
- criar algoritmos, elaborar e/ou utilizar programas de computação para processar dados, informações, cálculos, simulações de modelos físicos e controle de experimentos;
- interpretar e explicar resultados experimentais sobre a base de modelos e leis físicas.

Em síntese, a aplicação deste guia na escola deverá ocorrer em função do planejamento das atividades de ensino que cada escola define para os períodos letivos, respeitando, porém, a lógica do desenvolvimento cognitivo dos estudantes e a lógica do desenvolvimento do conhecimento da Física em correspondência com o quadro físico do mundo. Deseja-se que este guia seja uma orientação inicial da forma de aplicação do conteúdo da disciplina de Física para o ensino desta ciência no ensino médio e modelo para aprofundamento para o ensino superior. A elaboração deste guia leva em consideração a integração dos conteúdos científicos e o desenvolvimento dos processos de pensamento do estudante, a correspondência entre a análise de conteúdo e os motivos dos estudantes no processo de aprendizagem, bem como a fundamentação teórica necessária para que os professores desenvolvam os conteúdos da disciplina e da didática do ensino da Física de forma integrada e sistêmica.

A seguir são descritos os conteúdos com os conhecimentos e as habilidades desenvolvidas pelas correspondentes atividades de estudo.

I) MOVIMENTO MECÂNICO: CONCEITOS ESSENCIAIS: ESPAÇO, TEMPO E INÉRCIA (Massa)

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
I.1 Conceito Essencial	Espaço: comprimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que as partes do espaço não podem ser vistas ou diferenciadas entre si por nossos sentidos; por isso, utilizam-se medidas sensíveis ou observáveis para defini-lo. 2. Compreender que o movimento envolve mudança de posição (deslocamento), e o estudo do movimento requer algum método para identificar posições univocamente ou referencial. 3. Entender que uma grandeza escalar esta caracterizada pelo valor numérico e a pela unidade de medida; a grandeza vetorial caracteriza-se por uma direção, um sentido, um valor numérico e por uma unidade de medida. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabelecer a partir do quadro físico do mundo que a ciência Física é uma construção humana que envolve aspectos: científicos, experimentais, tecnológicos, ambientais, econômicos, históricos e sociais. 2. Demonstrar que o deslocamento é o valor algébrico da distância medida sobre a trajetória entre o móvel e a origem dos espaços – ponto de referência. 3. Estabelecer relação entre uma determinada grandeza, seu padrão e o grau de incerteza deste padrão em relação a uma medida, necessário para explicar os critérios de utilização de algarismos significativos.
	Tempo: duração	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que o tempo, como o espaço (posição), é um conceito relativo a um referencial. O tempo de um evento pode ser identificado apenas por referência a outro evento. 2. Saber que o Sistema de Posicionamento Global sigla em inglês (GPS) é um sistema de localização que utiliza 24 satélites, em orbita da Terra a uma altitude de 20.200km, que possibilita a determinação de posições precisas em três dimensões, velocidade e tempo durante 24 horas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabelecer o conceito de referencial a partir da condição de um objeto está em movimento relativo a outro quando sua posição, medida com relação ao segundo objeto, varia com o tempo. 2. Estabelecer parâmetros da medição do tempo, como a rotação da Terra em torno do seu próprio eixo determina-se o dia. O movimento de translação completa da Terra em torno do Sol determina-se o ano. Cada dia foi dividido em horas, minuto e segundos.
	Inércia (massa)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que a inércia é a propriedade da matéria relacionada com a tendência de um corpo permanecer em repouso ou em movimento uniforme. 2. Caracterizar que a massa de um corpo é uma medida da inércia do corpo e serve de medida de suas propriedades inerciais e gravitacionais. 3. Explicar que a massa é a propriedade intrínseca do corpo e que mede a resistência do corpo ao movimento, ou seja, é medida da inércia do corpo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que um corpo mantém sua velocidade vetorial constante no decorrer do tempo, em relação a um referencial adotado, diz-se que ele está em equilíbrio estático ou dinâmico em relação a esse referencial. 2. Demonstrar que equilíbrio é um conceito relativo, pois depende do referencial que se adota. 3. Determinar a relação entre colisões de automóveis quando os ocupantes usam cinto de segurança e quando não usam cinto de segurança. Com o impacto o automóvel para e os ocupantes por inércia tendem a continuar em movimento.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
I.2 Velocidade	Movimento uniforme	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar a velocidade de um objeto em movimento como uma relação entre os elementos essenciais: espaço (deslocamento) e tempo (intervalo de tempo). 2. Compreender que no movimento uniforme, um móvel mantém sua velocidade escalar constante e a velocidade escalar instantânea será igual a velocidade escalar média. 3. Representar graficamente a velocidade em função da distância percorrida e do tempo transcorrido de objetos em movimento uniforme. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar as características e a inter-relação dos conceitos de velocidade, espaço percorrido e tempo de deslocamento de um corpo em movimento uniforme. 2. Demonstrar a relação existente entre a velocidade instantânea e a velocidade média. 3. Demonstrar que a posição que se localiza um móvel em movimento uniforme depende do instante considerado, da posição inicial e da velocidade escalar que se desenvolve sobre a trajetória.
I.3 Aceleração	Movimento acelerado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar a aceleração escalar de acordo com o sentido da trajetória. 2. Compreender que no movimento uniformemente variado o móvel mantém sua aceleração escalar constante e permanecem iguais a sua aceleração escalar instantânea e a aceleração escalar média. 3. Interpretar as representações gráficas da velocidade em função do tempo. 4. Explicar o processo de pouso e decolagem das aeronaves considerando as velocidades inicial e final, sua aceleração e o tamanho da pista, por exemplo, para pistas pequenas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar como varia a velocidade de um objeto sujeito a uma aceleração constante e interpretar o conceito de velocidade e aceleração instantânea em um sistema de coordenadas. 2. Demonstrar que a velocidade escalar que um móvel desenvolve em determinado instante, se relaciona com a velocidade escalar inicial e com a aceleração escalar. 3. Demonstrar e representar graficamente a função horária $s=f(t)$ do movimento uniformemente variado. 4. Determinar a relação entre a velocidade, a aceleração e o deslocamento independente do tempo de um objeto em movimento.
I.4 Quantidade de movimento	1ª. Lei de Newton	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender a inércia como a propriedade da matéria, segundo a qual um corpo sob uma força resultante nula mantém-se em equilíbrio estático - repouso, ou dinâmico - movimento retilíneo uniforme, conservando a velocidade vetorial constante. 2. Interpretar um sistema de referência onde é válido o princípio da inércia é denominado referencial inercial. 3. Compreender a necessidade dos ocupantes de veículos usarem cinto de segurança, em caso de colisão, evitar riscos de acidentes. Quanto maior a velocidade, maiores são os riscos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formular as leis de Newton a partir dos invariantes espaço, tempo e inércia seguindo a lógica estrutural-funcional, ou seja, obter o particular a partir do geral. 2. Demonstrar que a resultante das forças que atuam sobre um corpo é igual à variação temporal da quantidade de movimento do corpo. 3. Determinar as intensidades das forças aplicadas a um ponto que corresponde ao equilíbrio do sistema e generalizar as leis de Newton para o caso estacionário – sistema de forças concorrentes.
	2ª. Lei de Newton	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que a aceleração de um corpo tem direção da força externa resultante que atua sobre ele, sendo proporcional ao módulo da força externa resultante e inversamente proporcional à massa do corpo. 2. Compreender que quando um corpo esta sujeito à ação de uma força resultante não-nula surge uma aceleração resultante com a mesma direção e o mesmo sentido da força resultante. As intensidades das duas grandezas são diretamente proporcionais à medida quantitativa da inércia do corpo ou massa inercial (m). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a aceleração de um corpo é proporcional ao módulo da força externa resultante - é a soma vetorial de todas as forças que atuam sobre o corpo e inversamente proporcional à massa do corpo. 2. Determinar que a força resultante e a aceleração apresentada por um corpo são proporcionais, por exemplo, um carrinho com uma criança sentada nele é empurrado por outra criança.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
I.4 Quantidade de movimento	3ª. Lei de Newton	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que, quando dois corpos interagem – força de contato, as forças sempre atuam aos pares de forças iguais, porém opostas. 2. Interpretar as forças de ação e reação que atuam no sistema pessoa-solo: como ação a força que a pessoa aplica no solo, empurrando-o para trás; como reação a força que o solo aplica na pessoas, empurrando-a para frente. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que as forças de contato que atuam aos pares em objetos distintos têm a mesma magnitude, mas diferem uma da outra pelo sentido: elas tem sentido oposto uma da outra e provocam em cada um deles um efeito, que será maior naquele que oferecer menor resistência (inércia/massa).
I.5 Força e Interação	Forças de Atrito	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que a superfície de um corpo ao escorrega sobre outro exerce uma força paralela às superfícies. Esta força tem sentido oposto ao seu movimento em relação ao outro corpo. 2. Compreender que as forças podem atuar entre superfícies em repouso relativo ou acontecer entre superfícies que têm movimento relativo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar a força de atrito e interpretar, além disso, os coeficientes de atrito estático e cinético, além de determinar o coeficiente de atrito estático entre duas superfícies. 2. Demonstrar o conceito de atrito em tecnologias envolvidas na confecção de sapatos, pneus, pisos, etc.
I.6 Força elástica	Forças de molas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar que a força exercida sobre uma mola é proporcional a deformação sofrida pela constante elástica da mola. 2. Compreender que a constante elástica de uma mola é uma propriedade que está associada a uma maior ou menor resistência a deformação. 3. Interpretar que as forças de contato, de apoio, de atrito e as forças de molas devem-se a forças moleculares resultantes de interações de natureza eletromagnéticas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a força exercida sobre uma mola quando esticada ou comprimida é diretamente proporcional a deformação sofrida. 2. Demonstrar o limite de elasticidade de uma mola como sendo a relação de proporcionalidade entre a força elástica e a deformação da mola. 3. Demonstrar o conceito de deformação elástica para realização de testes de conformidade para homologação de produtos, por exemplo, preservativos masculinos, materiais plásticos, etc.
I.7 Força e Interação	Queda dos corpos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Representar o modelo das forças que atuam num corpo em queda livre. 2. Identificar que se dois corpos quaisquer são abandonados, no vácuo ou no ar com resistência desprezível, da mesma altura, o tempo de queda é o mesmo para ambos, mesmo que eles possuam massas diferentes. 3. Caracterizar o movimento de queda livre, como uma particularidade do movimento uniformemente variado - movimento acelerado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar as relações que descrevem o movimento de queda livre de um corpo, desprezando-se a resistência do ar. 2. Determinar o que cairá com maior aceleração uma bola de aço de massa m_1 ou uma bola de vidro de massa m_2 ($m_1 > m_2$), considerando a resistência do ar. 3. Demonstrar os requisitos de qualidades na confecção de paraquedas, brinquedos de parques de diversão, etc.
I.8 Força a distância	Força Gravitacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar que a propriedade de um corpo responsável pela força gravitacional que ele exerce sobre outro é a sua massa gravitacional, enquanto a propriedade que responde pela resistência à aceleração é a massa inercial. 2. Interpretar que a aceleração da gravidade depende apenas da massa da Terra e não da massa do corpo, ou seja, todos os corpos soltos em queda livre, da mesma altura e ao mesmo tempo, caem juntos, desconsiderando-se a resistência do ar. 3. Explicar como as forças gravitacionais são responsáveis pelo movimento dos planetas, asteroides, cometas e satélites. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter a relação física da intensidade da força gravitacional entre dois corpos quaisquer como sendo diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa – lei da gravitação universal. 2. Estabelecer uma relação que comprove que a força peso dos corpos próximos à Terra e a força gravitacional existente entre a Terra e os corpos são as mesmas.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
I.9 Força e rotação	Força centrípeta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconhecer as grandezas essenciais do movimento circular uniforme: velocidade tangencial, raio, período, frequência e aceleração centrípeta. 2. Interpretar a 2ª Lei de Newton em situações envolvendo o movimento circular uniforme. 3. Aplicar o conceito de força centrípeta e aceleração centrípeta em situações concretas que envolvam trajetórias em movimento circular uniforme. 4. Explicar conceitos como: centrípeta e centrífuga envolvendo aplicações tecnológicas, por exemplo, máquinas de lavar, etc. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar as equações da aceleração centrípeta e da força centrípeta no movimento circular uniforme. 2. Demonstrar a velocidade necessária para um satélite permanecer em equilíbrio, considerando que a força que agirá no sistema Terra-satélite é a força gravitacional e é do tipo centrípeta. 3. Determinar o período da órbita de um satélite, considerando o espaço percorrido em uma volta e a velocidade do satélite, sendo estas relações funções da massa da terra e do raio da trajetória circular.
	Momento de uma força	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar como o efeito de uma força está relacionado à rotação do corpo e depende da força e da distância da linha de ação da força ao eixo. 2. Aplicar o conceito de momento de força em situações práticas envolvendo rotação em torno de um eixo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter o momento de uma força, em relação a um ponto como sendo o produto da intensidade da força pela distância do ponto à reta suporte da força.
I.10 Fluidos	Pressão	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que a pressão efetiva depende somente da densidade do fluido, da altura do fluido e da aceleração da gravidade, independente do formato e do tamanho do recipiente. 2. Interpretar que quando um corpo está imerso num fluido, por exemplo, a água, o fluido exerce, em cada ponto da superfície do corpo, uma força perpendicular a superfície. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a pressão exercida sobre uma superfície é o quociente da força aplicada perpendicularmente ou normal pela área da superfície. 2. Estabelecer a relação da pressão hidrostática ou pressão efetiva num ponto de um fluido em equilíbrio como a pressão que o fluido exerce nesse ponto.
	Pressão em líquidos em repouso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que a pressão exercida por um líquido sobre as paredes de um recipiente que o contém é tanto maior quanto maior for a profundidade do recipiente. 2. Reconhecer situações concretas onde a pressão varia com a altura da coluna que contém o líquido como, por exemplo, a coluna de água de um prédio, perfuração de petróleo em águas profundas, etc. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a pressão de um líquido com densidade constante aumenta linearmente com a profundidade. 2. Estabelecer a relação da diferença entre pressões de dois pontos de um fluido em equilíbrio, como sendo igual ao produto entre a densidade do fluido, a aceleração da gravidade e a diferença entre as profundidades dos pontos. 3. Demonstrar que nas barragens a base é mais espessa para suportar maiores pressões da água retida.
I.11 Forças em corpos imersos	Princípio de Arquimedes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que todo corpo imerso, total ou parcialmente, num fluido em equilíbrio, sujeito a um campo gravitacional, sofre a ação de uma força dirigida verticalmente para cima, cujo módulo é igual ao módulo do peso do fluido deslocado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar a expressão matemática do módulo do empuxo exercido por um líquido sobre um corpo nele imerso. 2. Demonstrar que o empuxo é uma força que resulta da diferença de pressão existente entre pontos de diferentes níveis no interior de um fluido.
I.12 Pressão atuante em líquidos	Princípio de Pascal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar o princípio da prensa hidráulica que consiste em dois vasos comunicantes, com êmbolos de áreas diferentes sobre as superfícies livres dos líquidos contidos nos vasos. 2. Demonstra que o aumento ou a diminuição na intensidade da força, a prensa hidráulica não pode modificar a quantidade de energia envolvida, devido ao princípio da conservação da energia. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a variação de pressão aplicada a um fluido contido em um recipiente fechado é transmitida integralmente a todos os pontos desse fluido.

II) ENERGIA – CONCEITO ESSENCIAL: MATÉRIA

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
II.1 Conceito essencial	Matéria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que a medida geral da matéria, em todas as suas formas, corresponde à energia e a constância de seu movimento se expressa na ciência pela lei da conservação da energia. 2. Explicar que todos os fenômenos da natureza têm existência própria, independente daquilo que pensamos deles. Portanto, possuem algo comum: são unidos em um conceito geral de matéria. 3. Interpretar que os constituintes elementares da matéria formam os estados de agregação constituídos por: massa, volume e densidade. 4. Explicar que a energia pode ser convertida de uma forma em outra, pode ser transmitida de uma para outra região, mas não se pode criá-la ou destruí-la. A energia total do sistema se conserva. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que os estados de agregação da matéria: sólido, líquido e gasoso são constituídos de massa, volume e densidade. 2. Elaborar quadro evolutivo do conhecimento da estrutura da matéria e o esquema lógico estrutural-funcional do modelo padrão com as partículas elementares Léptons: elétron, neutrino do elétron, múon, neutrino do múon, táuon e neutrino do táuon e Quarks: up(u), down(d), charm(c), strange(s), top(t) e bottom(b). quarks. 3. Caracterizar e interpretar a conservação da energia de um sistema.
II.2 Energia mecânica	Energia Cinética	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar que a energia cinética esta associada ao movimento de um corpo, ou seja, é a capacidade de realizar trabalho devido ao movimento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter e interpretar a energia cinética de um corpo em movimento. 2. Obter e interpretar o trabalho como a variação da energia cinética
	Energia Potencial Gravitacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar que a energia potencial gravitacional esta associada à configuração de um sistema à distância e a capacidade de realizar trabalho. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter e interpretar a energia potencial gravitacional de um corpo de massa m, como a medida da energia armazenada no corpo à altura h em relação ao solo.
	Energia Potencial Elástica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconhecer as propriedades de elasticidade, plasticidade e dureza associados aos corpos sólidos. 2. Aplicar o conceito de força elástica e energia potencial elástica em situações envolvendo molas ou outros corpos elásticos. 3. Explicar que um corpo elástico, quando deformado, comprimido ou esticado, possui uma energia potencial elástica associada a essas transformações. 4. Interpretar que a energia potencial elástica de uma mola depende do coeficiente de deformação produzida e das propriedades elásticas do material. 5. Reconhecer aplicações tecnológicas que ilustram a relação da força elástica e da energia potencial elástica. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar as equações do movimento harmônico simples para um sistema oscilante corpo-mola. 2. Obter as relações da força elástica e da energia potencial elástica de um sistema corpo - mola. 3. Demonstrar e interpretar a equação da energia potencial elástica armazenada no sistema corpo-mola pelo trabalho que a força exercida pela mola pode realizar.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
II.3 Energia Térmica	Aspectos socioeconômicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que a relação entre calor e energia contribuíram para modernização dos processos produtivos e consequentemente da história da humanidade. 2. Compreender a energia térmica como a energia cinética das partículas constituintes do sistema e está diretamente associada à variação de temperatura do sistema. 3. Compreender que a queima de combustíveis fósseis, para a produção de energia elétrica provoca poluição da atmosfera em virtude da produção de gases poluentes, principalmente o gás carbônico, com consequências para o aquecimento global através do efeito estufa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar um modelo explicativo da produção da energia térmica liberada em forma de calor utilizada para produzir energia elétrica. 2. Elaborar esquema de geração de energia elétrica utilizando o processo de transformação de combustíveis, queimados na câmara de combustão que aquece a água envolvida no processo termodinâmico transformando-a em vapor. Este vapor é conduzido a alta pressão por uma tubulação e faz girar as pás da turbina, cujo eixo está ligado a um gerador, obtendo-se a energia elétrica.
II.4 Energia Elétrica	Aspectos socioeconômicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que a geração da energia elétrica pode provir de uma fonte de energia mecânica direta, como a diferença de energia potencial gravitacional das barragens, ou do vento, ou de um ciclo termodinâmico, ou de uma fonte eletromagnética. 2. Explicar que a geração de energia das hidrelétricas ocorrem pela transformação da energia mecânica em energia elétrica devido às interações eletromagnéticas. 3. Compreender que a energia elétrica mediante a transformação adequada possibilita obter-se em outras formas finais de uso direto, como: luz, movimento ou calor, segundo a lei da conservação da energia. 3. Compreender a importância da geração, da transmissão, da distribuição e da economia da energia elétrica para fornecer o calor, a luz e a energia em geral para as atividades humanas. 4. Saber que a água é uma substância abundante na terra, porém em quantidade finita e dependente do regime climático. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar o quadro da evolução histórica do uso e da obtenção da energia elétrica, como fator de desenvolvimento tecnológico, econômico e social da humanidade. 2. Demonstrar a geração da energia elétrica através da energia potencial gravitacional, quando a água armazenada em um reservatório mais alto que a turbina, desce e adquire energia cinética que faz girar a turbina acoplada a um gerador de eletricidade, transformando energia mecânica em energia elétrica devido às interações eletromagnéticas. A energia elétrica gerada é transportada até o transformador e para a rede de transmissão. 3. Analisar diferentes tecnologias de geração de energia elétrica e os impactos para o meio ambiente. 4. Explicar que o desenvolvimento de uma nação está vinculada a uma adequada oferta de produção e distribuição de energia elétrica. 5. Identificar fontes de energia renováveis e não-renováveis, bem como as principais mudanças na matriz energética brasileira.
II.5 Energia eletromagnética	Aspectos socioeconômicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que a energia eletromagnética é emitida por uma fonte/corpo com a temperatura absoluta acima de zero absoluto. O sol é a principal fonte natural de energia eletromagnética. 2. Saber que para gerar energia elétrica a partir da energia eletromagnética em alta escala é necessário o desenvolvimento de tecnologia que viabilize economicamente esta transformação. 3. Explicar que o termo energia eletromagnética ou solar se refere ao uso da luz e do calor do Sol através de diferentes tecnologias em constante evolução, como o aquecimento solar, a energia solar fotovoltaica, a energia heliotérmica, a arquitetura solar e a fotossíntese artificial. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a Terra em seu movimento de translação ao redor do Sol, recebe energia eletromagnética por metro quadrado/regiões, viável para a produção de energia elétrica. 2. Demonstrar que usar as tecnologias de geração de energia eletromagnética acessíveis e inesgotáveis terá grandes benefícios para a sociedade e a natureza, implica aumento da segurança energética do país através da dependência de um recurso endógeno, aumentará a sustentabilidade, reduzindo a poluição e os custos ambientais decorrentes das mudanças climáticas.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
II.6 Energia Nuclear-Fissão	Aspectos- socioeconômicos	<p>1. Saber que para gerar a energia nuclear é necessária alta tecnologia para o enriquecimento do urânio, parte importante no processo, com alto custo da dependência tecnológica o que encarece o valor da energia gerada.</p> <p>2. Saber que à adoção desta matriz energética não renovável, produz lixo nuclear sem possibilidade de reutilização, o que contraria a sustentabilidade energética como política de desenvolvimento do país.</p>	<p>1. Demonstrar o princípio de fissão de um elemento de substância nuclear.</p> <p>2. Elaborar esquema para explicar o processo de geração de energia elétrica nas usinas termelétricas nucleares que utilizam geralmente urânio enriquecido como combustível, que é fissionado (quebrado) dentro do reator nuclear produzindo uma quantidade de calor. Esse calor, ao ser retirado do reator para resfriá-lo, é utilizado para produzir vapor d'água em uma caldeira apropriada. Em seguida, esse vapor é canalizado para acionar uma turbina a vapor que, por sua vez, aciona um alternador acoplado no mesmo eixo que produz energia elétrica.</p>
II,7 Energia Eólica	Aspectos- socioeconômicos	<p>1. Saber que a energia dos ventos é utilizada em barcos à vela, moinhos de ventos – para moer grãos, extrair água, etc.</p> <p>2. Compreender que correntes de ar em alta velocidade podem mover grandes pás. Essas pás, ao girarem movimentam o eixo acoplado a um gerador elétrico, produzindo eletricidade captada por uma central e depois distribuída para o consumo.</p> <p>3. Compreender os impactos causados pela instalação dos aero geradores tais como: emissão de ruídos, alteração de rotas migratórias de aves e modificação na paisagem.</p> <p>4. Interpretar o impacto socioeconômico do desenvolvimento de arquiteturas de prédios sustentáveis projetados para intensificar o efeito das correntes de vento, necessárias para instalações de turbinas eólicas que geram energia elétrica consumida no próprio edifício.</p>	<p>1. Elaborar um esquema para explicar o processo de geração de energia elétrica através dos aerogeradores, ou seja: o vento, ao atingir as pás do cata-vento, faz com que se inicie o movimento de rotação do cubo do rotor, o qual aciona o eixo principal de baixa velocidade. Este, por sua vez, aciona um eixo secundário de alta velocidade, ampliando seu movimento rotativo conectado a um gerador elétrico, produzindo eletricidade. A energia produzida é coletada e levada aos transformadores para consumo.</p> <p>2. Explicar a adequação da energia eólica no desenvolvimento de arquiteturas sustentáveis utilizando o potencial das correntes de ventos para projetar prédios com instalações de turbinas eólicas que geram energia elétrica consumida no próprio edifício.</p>

II.1) TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
II.1.1 Transformação da energia mecânica	Trabalho	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que quando um sistema mecânico faz trabalho sobre outro há transferência de energia entre os dois. 2. Explicar que uma forma de transferir energia mecânica de um sistema para outro é através da aplicação de uma força que produz um deslocamento, denominado trabalho da força. 3. Saber que a unidade de força no SI é Newton (N) que equivale a 1 kg.m/s^2 e a unidade de trabalho no SI é o Joule (J), que equivale a N.m. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que o trabalho realizado por uma força constante é o produto do módulo da força pelo módulo do deslocamento. 2. Demonstrar que o trabalho das forças que atuam sobre um corpo é igual a variação da energia cinética sofrida por esse corpo.
II.1.2 Transformação da energia térmica	Processos térmicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar o calor como a energia transferida entre sistemas termodinâmicos devida a uma diferença de temperatura. 2. Explicar que a energia térmica interna de um sistema está associada à energia de movimento aleatório das partículas do sistema. 3. Explicar que o aquecimento de um sistema pode ser realizado por dois processos: fornecendo calor ao sistema ou realizando trabalho sobre o sistema. 4. Interpretar processos termodinâmicos em que o fornecimento de calor a um sistema, ou corpo, pode produzir aumento de seu volume, resultando na realização de trabalho. 5. Compreender que o funcionamento de máquinas térmicas requer sempre troca de calor entre duas fontes, uma quente e uma fria. 6. Compreender que a conversão de energia térmica noutra forma de energia é dada pelo equivalente mecânico do calor. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar processos termodinâmicos em que o fornecimento de calor a um sistema, ou corpo, pode produzir aumento de seu volume, resultando na realização de trabalho. 2. Elaborar diagramas de processos termodinâmicos onde uma fonte quente fornece calor a um gás contido num cilindro fechado por um pistão móvel, destacando as situações em que ocorre realização de trabalho. 3. Elaborar um diagrama de fluxo de calor para explicar a transformação de calor em trabalho de uma máquina térmica. 4. Demonstrar que no sistema cilindro-fluido-pistão poderá representar uma máquina térmica se o pistão voltar à sua posição inicial para realizar a expansão novamente, em ciclos sucessivos. 5. Demonstrar que o rendimento de qualquer máquina térmica é sempre inferior a 100%.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
II.1.3 Transformação da energia elétrica	Geradores de energia elétrica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que as baterias e as pilhas produzem eletricidade através de reações eletroquímicas sem combustão, em que o suprimento dos reagentes é finito. 2. Conhecer os reagentes que são usados para converter energia química em energia elétrica, destacando-se as baterias de chumbo-ácido (utilizadas em veículos), pilhas de zinco-carbono (pilha seca comum), pilhas de zinco-dióxido de manganês (pilha alcalina), baterias de níquel-cádmio ou lítio (usadas em telefones celulares). 3. Reconhecer que uma reação química é reversível, quando a bateria ou pilha é recarregável, sendo chamada de secundária; caso contrário, a bateria ou pilha é chamada de primária, devendo ser descartada quando descarregada. 4. Reconhecer que o descarte das baterias contribui para poluição do meio ambiente. 5. Compreender o processo da geração de energia elétrica a partir de fontes hídricas com aproveitamento de desníveis no relevo geográfico para acumular grandes volumes de água dos rios através de barragens. 6. Identificar as fontes primárias convencionais e as fontes alternativas de geração de energia. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fazer um esquema mostrando os processos de geração de energia elétrica de fontes primárias convencionais e fontes de energia alternativas. 2. Demonstrar que a água represada é acelerada por gravidade, que aciona uma turbina hidráulica que converte a energia cinética da água em energia mecânica em um eixo, que, aciona um gerador de eletricidade - alternador, fornecendo tensão na forma alternada. 3. Elaborar um esquema do processo da geração de energia elétrica a partir de combustíveis fósseis que passa por um processo de combustão das substâncias em uma caldeira para a produção de vapor de água. Esse vapor é canalizado para uma turbina a vapor (também chamada de turbina de condensação) que gera energia mecânica em um eixo que, por sua vez, aciona um alternador que produz energia elétrica.

II.2) CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
II.2.1 Leis de Conservação	Conservação da energia mecânica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que sempre que houver variação da energia de um sistema, é possível explicar esta variação pelas transformações de energia no ambiente do sistema. 2. Interpretar que em um sistema conservativo a soma da energia cinética e energia potencial é conservada, ou seja, a energia existente antes da transformação é igual a energia obtida depois da transformação. 3. Compreender que a energia mecânica de um sistema conservativo é constante. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter a formulação dos conceitos de energia cinética e potencial de um sistema mecânico e analisar o processo de transmissão energética de um corpo a partir da energia potencial em cinética e vice-versa. 2. Demonstrar que a energia mecânica de um sistema permanece constante quando este se movimenta sob ação de forças conservativas e eventualmente de outras forças que não realizam trabalho.
	Conservação da quantidade movimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que se a força resultante externa exercida sobre um sistema é nula, então o momento do sistema é constante no tempo. 2. Saber que a conservação da quantidade de movimento é muito útil para uma perícia técnica avaliar uma colisão entre automóveis em um cruzamento de ruas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter a relação física da conservação da quantidade de movimento linear para um sistema de partículas. 2. Estabeleça uma relação que comprove a conservação da quantidade de movimento do sistema antes do choque e após o choque, por exemplo, uma colisão perfeitamente inelástica entre dois automóveis em um cruzamento de duas ruas.
	Colisões	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar que em uma colisão elástica a energia cinética total dos dois corpos se conserva e as únicas forças que atuam sobre o sistema são as forças de interação que são iguais e opostas. 2. Identificar que em uma colisão inelástica os objetos após a colisão se unem formando um só corpo e sua energia cinética não se conserva. 3. Compreender que na colisão de objetos medindo-se o momento linear de cada objeto antes da colisão, é possível aplicar a conservação do momento linear para estimar a velocidade e a direção do sistema dos corpos imediatamente após a colisão. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar as relações de uma colisão elásticas entre dois corpos e explicar o comportamento das suas respectivas velocidades. 2. Determinar as relações de uma colisão inelástica entre dois corpos e explicar o comportamento das velocidades iniciais e finais do sistema. 3. Elaborar um diagrama em função do tempo das velocidades de dois corpos que colidem.
II.2.2 Impulso	Impulso de uma força	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que o impulso da força resultante que atua sobre um corpo durante determinado intervalo de tempo é igual à variação da quantidade de movimento deste corpo nesse intervalo de tempo. 2. Interpretar a aplicação do conceito de impulso nos esportes, por exemplo, o chute no futebol, a cortada no vôlei, etc. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deduzir a expressão matemática do impulso de uma força aplicada a um corpo e explicar este resultado através de um gráfico da força em função do tempo.
	Conservação do momento angular	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que se o torque sobre um corpo é zero, seu momento angular permanecerá constante, tanto em intensidade, como em direção e sentido. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar a expressão física da conservação do momento angular.

III) MOVIMENTO TÉRMICO – CONCEITO ESSENCIAL: TEMPERATURA

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
III.1 Conceito essencial	Temperatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que temperatura é a propriedade que determina quando dois sistemas estão, ou não, em equilíbrio térmico. 2. Caracterizar a relação entre variação de temperatura e energia térmica para avaliar mudanças de temperatura e/ou mudanças de estado da matéria em objetos físicos ou naturais. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabelecer relações entre corpos inicialmente quentes e corpos inicialmente frios para explicar o equilíbrio térmico – Lei Zero da Termodinâmica.
III.2 Medidas de temperatura	Escalas e termômetros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconhecer que um sistema se encontra em estado de equilíbrio térmico se a temperatura de todos os corpos que o constituem é a mesma. 2. Reconhecer que a medida de temperatura é um processo direto, que exige o estabelecimento de um padrão. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabelecer relações entre escalas termométricas para explicar os fatores de conversão de temperaturas. 2. Caracterizar as propriedades termométricas de substâncias para montagem de termômetros e construção de escalas de temperaturas.
III.3 Calor	Movimento térmico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que o modelo cinético das moléculas explica as modificações das propriedades térmicas das substâncias. 2. Interpretar que a troca de energia calorífica entre objetos inicialmente quentes e objetos inicialmente frios envolve a conservação da energia. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter as relações da expansão térmica nos estados sólido, líquido e gasoso. 2. Formular e interpretar a quantidade de energia térmica necessária para elevar a temperatura de um corpo. 3. Aplicar a lei de conservação da energia para troca de calor entre objetos inicialmente quentes e objetos inicialmente frios; isto supõe que nenhuma energia calorífica é perdida pelo sistema.
	Transmissão de calor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que a transferência da energia calorífica por condução ocorre quando esta se propaga através do meio material, como resultado das colisões entre as moléculas deste meio. 2. Explicar que ocorre convecção de energia calorífica apenas em fluidos quando o material aquecido é transportado de tal maneira a deslocar outro material mais frio. 3. Compreender que as correntes de convecção da atmosfera e dos oceanos são importantes para o equilíbrio climático. 4. Compreender que a radiação é um modo de transporte de energia calorífica no espaço vazio ou no vácuo – é um fenômeno de ondas eletromagnéticas. 5. Interpretar os diferentes processos de transmissão de calor e suas dinâmicas. 6. Ser capaz de emitir juízo de valor sobre os diversos fenômenos climáticos e/ou aplicações técnico-científicas envolvendo calor. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar os modelos físicos da transmissão de calor, analisando estes modelos e suas consequências nos processos de condução, convecção e irradiação. 2. Demonstrar o efeito estufa como resultado da diferença entre a energia irradiada do Sol luz branca e a energia emitida da Terra radiação infravermelha devido ao aquecimento pela radiação solar. 3. Demonstrar que a convecção térmica acontece por diferença de densidade entre diversas partes do fluido, causada pela diferença de temperatura. 4. Demonstrar o fenômeno da inversão térmica, que nos dias normais, a camada de ar poluído junto à Terra é mais quente que as camadas superiores de ar puro. Em dias frios, o ar em contato com o solo é mais frio que o ar das camadas superiores.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
III.4 Leis da Termodinâmica	Energia Interna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar a matéria como composta de partículas discretas ou moléculas em contínuo movimento. 2. Compreender que a energia interna de um sistema é a soma das energias potencial, cinética, química, nuclear, elétrica, e qualquer outra forma de energia possuída pelos átomos e moléculas do sistema. 3. Saber que a energia interna de um gás ideal é puramente cinética e depende da temperatura. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que para um gás ideal a energia cinética média de cada molécula relaciona-se com a temperatura absoluta 2. Demonstrar que a velocidade média das moléculas de um gás ideal depende da temperatura – é proporcional à raiz quadrada da temperatura absoluta e também da natureza do gás. 3. Demonstrar que durante os processos termodinâmicos, pode ocorrer variação da energia interna do gás. A energia interna de determinada quantidade de gás ideal depende exclusivamente da temperatura.
	Primeira Lei	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar que se uma quantidade de calor flui para dentro de um sistema, então esta energia aparece como aumento da energia interna do sistema e/ou do trabalho feito pelo sistema sobre a vizinhança. 2. Interpretar que em um sistema isolado a energia total permanece constante. 3. Interpretar que a primeira lei da termodinâmica é consequência da lei da conservação da energia. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a quantidade de calor fornecida ao sistema é igual ao trabalho que realiza mais a variação da energia interna adquirida pelo sistema. 2. Demonstrar que a quantidade de calor é positiva quando o sistema recebe calor e negativa quando o sistema fornece calor. 3. Demonstrar quantitativamente que o trabalho é positivo quando é realizado pelo sistema e negativo quando realizado sobre sistema.
III.4 Leis da termodinâmica	Processo Termodinâmico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saber que um processo isobárico se realiza a pressão constante. 2. Explicar que um processo isométrico qualquer calor que flua dentro do sistema aparece como um aumento da energia interna do sistema. 3. Saber que um processo isotérmico se realiza a temperatura constante. 4. Explicar que em um processo adiabático não há transferência de calor do ou para o sistema. Qualquer trabalho feito sobre o sistema serve para aumentar a energia interna. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar o processo isobárico utilizando o gráfico $p \times V$, cuja característica principal é a proporcionalidade direta entre trabalho e a variação do volume. 2. Determinar a expressão que define uma transformação isométrica. 3. Determinar a expressão que define uma transformação isotérmica para um gás ideal. 4. Demonstrar que uma transformação adiabática qualquer trabalho realizado pelo sistema é feito às custas da energia interna.
	Segunda Lei	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar que não há nenhum processo cujo único efeito seja a transferência de energia de um corpo mais frio para um corpo mais quente. 2. Compreender que no processo de refrigeração existe a necessidade do trabalho realizado pelo motor. 3. Compreender que nenhuma máquina térmica operando em ciclos pode retirar calor de uma fonte e transformá-la integralmente em trabalho. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que o rendimento de uma máquina térmica é definido como a razão entre o trabalho de saída e o calor fornecido. 2. Demonstrar que o ciclo de Carnot é o ciclo mais eficiente possível para uma máquina térmica. Uma máquina térmica que opera de acordo com este ciclo, entre um reservatório quente e um reservatório frio, tem rendimento máximo.
	Entropia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que a energia calorífica flui espontaneamente de um sistema mais quente para um mais frio, mas a recíproca não é verdadeira. 2. Interpretar se um sistema, espontaneamente, passa por uma transformação, ela será de tal maneira que a entropia do sistema aumentará, ou quando muito, permanecerá constante. 3. Explicar que as mudanças climáticas e os efeitos sobre os sistemas naturais e vivos sobre a Terra, como resultado da desordem da natureza, requerem um modelo de desenvolvimento sustentável. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter a relação da medida da entropia de um sistema, quando uma quantidade de calor entra no sistema a uma determinada temperatura desde que o sistema se transforme de maneira reversível. 2. Demonstrar que para qualquer processo, a entropia do universo ou aumenta – se o processo é irreversível ou permanece a mesma – se o processo é reversível.

IV) ELETROMAGNETISMO – CONCEITO ESSENCIAL: CARGA ELÉTRICA (e)

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
IV.1 Conceito essencial	Carga elétrica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que os efeitos elétricos como os efeitos magnéticos envolvem a mesma propriedade da matéria, uma propriedade à qual se chama carga elétrica 2. Saber que o valor da carga de um próton ou um elétrons é chamado carga elétrica elementar e é simbolizado por: e ($e = 1,602177 \times 10^{-19} \text{C}$). 3. Compreender a matéria como constituída de átomos e estes constituídos de um núcleo com partículas positivas e neutras envolvidas por partículas negativas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que toda a matéria é formada por moléculas. Esta, por sua vez, é formada de átomos, que são compostos por três tipos de partículas elementares: prótons, nêutrons e elétrons, bem como um prótons e um elétrons têm valores absolutos iguais embora tenham sinais opostos. 2. Demonstrar que a quantidade de carga de qualquer átomo, corpo ou objeto, é um múltiplo inteiro da carga elementar.
IV.2 Carga elétrica	Condutores e isolantes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que um condutor elétrico permite a movimentação de cargas elétricas no seu interior. Se essa movimentação não ocorre, o meio constituirá um isolante elétrico. 2. Saber as diferenças entre condutores e isolantes do ponto de vista da estrutura dos materiais e saber distinguir experimentalmente estes materiais. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar o comportamento de materiais com propriedades elétricas de um condutor e de um isolante. 2. Demonstrar que quando se atritam dois corpos, um deles fica com um excesso de elétrons e com carga elétrica negativa; o outro fica com falta de elétrons e com carga líquida positiva. A carga líquida dos corpos permanece constante, ou seja, a carga se conserva: lei da conservação da carga.
IV.3 Carga elétrica estática	Processo de Eletrização	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que o processo de eletrização consiste em retirar ou acrescentar elétrons a um corpo neutro para que este passe a estar eletrizado. 2. Interpretar que as cargas estáticas são descritas por dois princípios, o da atração e repulsão de cargas conforme seu sinal (sinais iguais se repelem e sinais contrários se atraem). 3. Interpretar a lei de conservação de cargas elétricas, a qual assegura que em um sistema isolado, a soma de todas as cargas existentes será sempre constante, ou seja, não há perdas de cargas elétricas. 4. Compreender que os materiais isolantes podem ser carregados por atrito e os materiais condutores podem ser carregados por indução. 5. Explicar os processos de polarização nos materiais isolantes e de indução nos metais por cargas elétricas. 6. Explicar que um condutor está em equilíbrio eletrostático quando nele não ocorre movimento ordenado de cargas elétricas. 7. Saber que quando o campo elétrico nas vizinhanças da ponta atinge determinado valor, o ar em sua volta se ioniza e o condutor se descarrega através da ponta, este fenômeno recebe o nome de poder das pontas. 8. Compreender o processo de proteção contra cargas eletrostáticas em situações da prática social, por exemplo, caminhões, automóveis, etc. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e de sinais opostos se atraem - princípio da atração e repulsão - a eletrização ocorre apenas com a aproximação de um corpo eletrizado (indutor) a um corpo neutro (induzido). 2. Realizar experiências de teste de continuidade em sólidos e líquidos. 3. Demonstrar que no processo de eletrização por atrito os corpos adquirem cargas de sinais opostos. 4. Demonstrar o processo de indução eletrostática utilizando um fio no condutor ligando-o ao solo, ocorrendo aterramento. 5. Demonstrar que em regiões pontiagudas, a densidade de cargas elétricas é mais elevada; decorre que nas pontas e em suas vizinhanças o campo elétrico é mais intenso.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
IV.3 Carga elétrica estática	Força Elétrica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar que às forças de interação entre duas cargas elétricas puntiformes, com sinais opostos são atraídas e com sinais iguais são repelidas, mas estas forças de interação têm intensidade igual, independente do sentido para onde o vetor que as descreve aponta. 2. Interpretar as forças elétricas como uma manifestação da ação a distância exercida por um campo elétrico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a intensidade da força elétrica de interação entre cargas puntiformes é diretamente proporcional ao produto dos módulos de cada carga e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa. 2. Estabelecer um paralelo entre a força elétrica e a força gravitacional.
	Campo Elétrico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar as forças elétricas como uma manifestação da ação a distância exercida por um campo elétrico, tal qual à força gravitacional de uma massa sobre outra. 2. Associar o conceito de campo elétrico ao de campo gravitacional. 3. Representar as linhas de força do campo elétrico de cargas isoladas e de um sistema de cargas. 4. Entender que o aterramento é a ligação de um condutor a um outro capaz de proporcionar quantidade ilimitada de carga. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obter a relação do campo elétrico estabelecido em todos os pontos do espaço sob a influência de uma carga geradora de intensidade Q, de forma que qualquer carga de prova de intensidade q fica sujeita a uma força de interação exercida por Q. 2. Esquematizar como funciona um filtro eletrostático instalados nas chaminés das indústrias com o objetivo de eletrizar as partículas que passam por uma região onde existe um intenso campo elétrico, por estarem carregadas sofrem a ação de forças elétricas, sendo atraídas por placas metálicas e então recolhidas, este processo reduz a poluição.
	Potencial Elétrico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que um campo elétrico gerado por uma carga elétrica, ao ser colocada uma carga de prova em seu espaço de atuação, conforme a combinação de sinais entre as duas cargas, a carga de prova, será atraída ou repelida, adquirindo movimento e energia cinética. 2. Interpretar que a energia potencial elétrica esta associada a um campo elétrico, tal como a energia cinética na mecânica esta associada a energia potencial armazenada em um objeto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar a energia potencial elétrica de um campo elétrico gerado por uma carga Q ao ser colocada uma carga q em seu campo de ação. 2. Demonstrar que a diferença de potencial elétrico entre dois pontos fornece uma medida do trabalho realizado pelo campo quando uma carga se move entre esses pontos.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
IV.4 Cargas elétricas em movimento	Corrente elétrica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que as cargas elétricas em movimento ordenado constituem a corrente elétrica. 2. Compreender que a corrente elétrica utilizável socialmente é resultado do desequilíbrio eletrostático das partículas eletricamente carregadas onde há deslocamento destas cargas em determinada direção e em um sentido. 3. Compreender que a corrente elétrica caracteriza-se por um fluxo de carga através de um material, mas é possível haver corrente de íons positivos e negativos (em soluções eletrolíticas ou gases ionizados) gerando corrente elétrica. 4. Aplicar a relação quantitativa entre corrente, carga e tempo. 5. Compreender que a corrente elétrica é um fluxo de elétrons livres que flui nos condutores metálicos devido à presença de um campo elétrico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a corrente elétrica é causada por uma diferença de potencial elétrico. 2. Obter a relação quantitativa entre corrente, carga e tempo. 3. Obter a relação que mostra que para certos condutores, a tensão é proporcional a intensidade de corrente elétrica. 4. Calcular a intensidade da corrente elétrica que passa na seção transversal de um condutor num determinado intervalo de tempo. 5. Obter a relação da resistividade elétrica de um condutor.
IV.5 Diferença de Potencial	Circuitos elétricos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que um circuito elétrico é uma composição de dispositivos elétricos conectados entre si por materiais condutores e ligados a uma fonte de energia. 2. Elaborar diagramas de circuitos elétricos em série, em paralelo e mistos, montar estes circuitos utilizando uma fonte para fazer funcionar dispositivos elétricos. 3. Explicar a função dos fusíveis, chaves e disjuntores como dispositivos necessários para assegurar proteção aos circuitos elétricos. 4. Operar equipamentos de medidas elétricas para aferir a corrente em circuitos em série, em paralelo e mistos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar o trabalho elétrico necessário para transportar uma carga através de uma diferença de potencial. 2. Demonstrar o funcionamento de circuitos elétricos em série, em paralelo e os mistos, utilizando uma fonte para fazer funcionar dispositivos elétricos. 3. Determinar a resistência equivalente numa associação de resistores em série, em paralelo e mista. 4. Demonstrar a função dos reostatos e disjuntores em um circuito elétrico.
IV.6 Diferença de Potencial	Potência elétrica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar o conceito de potência elétrica como a energia transferida por unidade de tempo. 2. Compreender que os resistores são elementos de circuitos que convertem energia elétrica em energia térmica. Esta conversão de energia elétrica em térmica recebe o nome de efeito joule 3. Interpretar as especificações de eficiência energética em equipamentos eletroeletrônicos de acordo com a sua potência e consumo de energia, calcular o custo mensal da energia elétrica consumida por equipamento e em residências. 4. Aplicar a relação quantitativa entre potência, diferença de potencial e corrente elétrica 5. Fazer conversões entre kWh, caloria, BTU e Joule. 6. Compreender a eficiência energética como uma necessidade à sustentabilidade econômica, social e ambiental. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar o conceito de voltagem (tensão ou ddp) como a razão entre a energia aplicada em um elemento de um circuito e a quantidade de carga elétrica que passa através desse elemento. 2. Demonstrar o conceito de potência elétrica como sendo o produto da voltagem aplicada num elemento do circuito pela corrente elétrica que passa por esse elemento. 3. Demonstrar o rendimento de um gerador e de um receptor elétrico. 4. Demonstra a eficiência energética como parâmetros de medidas de redução de custos de energia elétrica em equipamentos e residências. 5. Estabelecer a relação de potência elétrica como a medida da taxa de transferência de energia em determinado intervalo de tempo.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
IV.7 Magnetismo da matéria	Campo magnético	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar as propriedades magnéticas da matéria e a diferença entre materiais ferromagnéticos, paramagnéticos e diamagnéticos. 2. Interpretar o funcionamento dos ímãs e das agulhas magnéticas. 3. Interpretar o conceito de declinação magnética como a diferença entre a direção norte-sul geográfica e a direção norte-sul magnética para um ponto específico da Terra. 4. Explicar a utilização do magnetismo da Terra para obter orientação e localização de pontos específicos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar o conceito de campo magnético ao redor de um ímã e seu mapeamento através do uso de limalha de ferro. 2. Demonstrar que o vetor campo magnético baseia-se no fenômeno físico no qual existe uma interação entre o campo magnético e uma partícula portadora de uma carga elétrica em movimento.
IV.8 Indução Eletromagnética	Corrente induzida	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar como a corrente elétrica em um fio pode gerar efeitos magnéticos. 2. Interpretar a regra de Ampère para determinação do sentido do campo magnético ao redor de um fio percorrido por uma corrente elétrica. 3. Relacionar a corrente elétrica em uma espira, em uma bobina, em um solenóide com a forma do campo magnético gerado no seu interior. 4. Explicar como eletroímãs são usados em dispositivos como campainhas elétricas, relés, etc. 5. Explicar o fenômeno da histerese magnética e sua utilização na construção dos ímãs permanentes e eletroímãs. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar o módulo do vetor campo magnético em um ponto à distância de um condutor retilíneo de comprimento infinito, percorrido por uma corrente elétrica contínua. 2. Demonstrar que a força eletromotriz induzida em uma espira é diretamente proporcional à variação do fluxo magnético que a atravessa e inversamente proporcional ao intervalo de tempo em que essa variação ocorre. 3. Demonstrar que a corrente induzida ocorre devido à variação do fluxo magnético em circuitos fechado. 4. Demonstrar que a corrente induzida em um circuito é a variação de fluxo magnético que a originou.
	Geradores elétricos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que a função principal de um gerador é transformar outra forma de energia em energia potencial elétrica. 2. Explicar como um campo magnético externo pode exercer força magnética sobre um condutor percorrido por uma corrente elétrica. 3. Compreender o funcionamento de um motor de corrente contínua e de um galvanômetro. 4. Explicar o processo de geração da eletricidade a partir do magnetismo. 5. Explicar como é gerada a corrente elétrica alternada e como é transformada em contínua. 6. Explicar a função da fase, do neutro e do fio-terra na rede elétrica. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar como um campo magnético externo pode exercer força magnética sobre um condutor percorrido por uma corrente elétrica. 2. Demonstrar o princípio de funcionamento de um transformador e explicar a opção pela distribuição da energia elétrica através de uma rede de corrente alternada. 3. Elaborar um circuito elétrico para demonstrar a função do aterramento, do isolamento e dos dispositivos de segurança (fusíveis e disjuntores) na proteção dos equipamentos elétricos e eletrônicos.

V) FENÔMENOS LUMINOSOS: CONCEITO ESSENCIAL: VELOCIDADE DA LUZ (c)

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
V.1 Conceito essencial	Velocidade da Luz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que a luz é uma configuração de campos elétricos e magnéticos que se propagam, são ondas eletromagnéticas. 2. Compreender que a luz se propaga com a mesma velocidade limite c (300000km/s) em todos os referenciais inerciais e este limite não pode ser excedido por nenhuma entidade portadora de energia ou de informação. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar esquema com as faixas do espectro eletromagnético representadas pelas frequências ou comprimentos de ondas que caracterizam os diversos tipos de ondas eletromagnéticas. 2. Explicar o conceito de luz visível em correspondência com o espectro eletromagnético.
V.2 Ondas eletromagnéticas	Espectro eletromagnético	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar as faixas do espectro eletromagnético representadas pelas frequências ou comprimentos de ondas que caracterizam os diversos tipos de ondas eletromagnéticas, como a luz visível, as micro-ondas, as ondas de rádio, ondas de TV, telefonia móvel, radiação infravermelha, radiação ultravioleta, raios x e raios gama. 2. Compreender que a luz visível – como todas as ondas eletromagnéticas – não requer meio de transmissão. Ela se propaga livremente através do espaço vazio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar o fenômeno de polarização da luz natural constituída por ondas eletromagnéticas que apresentam vibrações em diversos planos perpendiculares a cada raio de onda. 2. Demonstrar o fenômeno de interferência luminosa para ondas que se superpõem nos vários pontos do meio que as envolve. 3. Elaborar um quadro comparativo com aplicações dos raios X e dos raios gama (γ).
V.3 Luz	Propriedades da luz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar que a propagação da luz se realiza por suas propriedades ondulatórias, mas a troca de energia entre luz e matéria é realizada por suas propriedades corpusculares. 2. Generalizar a dualidade onda-partícula como uma propriedade geral da natureza. Assim, os elétrons e outras partículas também se propagam como ondas e trocam energia como partícula. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formular que a luz se propaga como uma onda, porém ela interage com a matéria como uma partícula. 2. Demonstrar que uma partícula de luz denominada fóton, tem uma energia que está relacionada à sua frequência e ao seu comprimento de onda. 3. Demonstrar que o espectro da luz visível cujas frequências dessas ondas estão compreendidas entre $4,26 \cdot 10^{14}$ Hz (vermelho) e $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz (violeta), com comprimento de onda variando de 700nm (vermelho) a 400nm (violeta).

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
V.4 Luz	Reflexão	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar que a trajetória da luz é determinada por um raio de luz emitido por uma fonte dirigido para determinado ponto. 2. Compreender que a luz em um meio homogêneo propaga-se em linha reta e com velocidade finita. 3. Representar graficamente a reflexão da luz em uma superfície plana lisa. 4. Explicar como objetos não luminosos podem ser vistos a distância, por exemplo, planetas, satélites artificiais entre outros. 5. Identificar algumas aplicações da reflexão da luz como, por exemplo: retrovisores de carros, espelhos planos; farol de carros: espelhos côncavos, etc. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a trajetória da luz ao viajar de um ponto para outro é tal que o tempo de percurso é mínimo. 2. Demonstrar as leis da reflexão luminosa para a luz que se reflete numa superfície plana. 3. Demonstrar que a reflexão da luz é um fenômeno óptico que ocorre quando a luz incide sobre uma superfície e retorna ao seu meio de origem, sendo os espelhos, os principais instrumentos utilizados com base nesse fenômeno. 4. Demonstrar os fenômenos ópticos: reflexão regular, reflexão difusa, refração e absorção, quando a luz incide sobre uma superfície que separa um par de meios: transparentes, translúcidos e opacos.
V.4 Luz	Refração	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar graficamente e explicar que a refração da luz é o fenômeno da variação da velocidade que a luz sofre ao passar de um meio para outro. 2. Interpretar que o raio incidente, a normal e o raio refratário encontram-se no mesmo plano 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que a incidência da luz na superfície de separação for oblíqua, a refração ocorre com mudança de direção do feixe luminoso. 2. Definir o índice de refração absoluto para os meios envolvidos no fenômeno de refração.
V.5 Luz	Cor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compreender que a luz são ondas eletromagnéticas com diferentes comprimentos que os nossos olhos detectam em formas de cores. 2. Explicar que o olho-humano é sensível a ondas eletromagnéticas com comprimento de onda aproximadamente na faixa de 400 a 700nm. 3. Explicar que as cores que percebemos são resultados da resposta fisiológica e psicológica do sistema olho-cérebro aos diferentes comprimentos de onda e diferentes frequências da luz visível. 4. Caracterizar o fenômeno da dispersão da luz branca gerando um conjunto de cores. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar o fenômeno da dispersão da luz branca - policromática caracterizando as radiações monocromáticas que a constituem com seu comprimento de onda e sua frequência. 2. Demonstrar que a cor que um corpo apresenta, por reflexão, ao ser iluminado, depende da constituição da luz que ele reflete. Um corpo iluminado com luz branca apresenta-se branco quando reflete todas as componentes de cores dessa luz. Se o corpo absorver todas as luzes nele incidentes, nenhuma radiação segue para o olho do observador, e isso gera a sensação cromática de negro. 3. Demonstrar que um corpo nos parece de cor A, quando iluminado com luz branca, se reflete a luz cor A, absorvendo as demais. Desta forma, se iluminarmos esse mesmo corpo com luz monocromática B, este nos parecerá negro, pois o objeto absorve a luz a cor B, não enviando nada aos nossos olhos.

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
V.6 Luz	Aplicação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que a fibra ótica consiste num tubo cilíndrico, feito de vidro e revestido por materiais que lhe conferem resistência com diâmetro inferior a 1mm e comprimento variável, permitindo guiar a luz no seu interior. 2. Explicar o funcionamento dos equipamentos, por exemplo: internet WI-FI, aparelho celular, aquecedor solar, micro-ondas, laser, etc. 3. Compreender a importância dos lasers na transmissão, no armazenamento, na detecção e no processamento da informação. 4. Explicar que a luz produzida pelos lasers é uma onda eletromagnética com uma frequência e uma fase bem definidas. 5. Explicar que a taxa de transmissão de informação é diretamente proporcional à frequência do sinal. 6. Compreender que os lasers associados a computadores tornou possível a introdução de métodos automáticos de fabricação, por exemplo, corte automático de peças de tecidos, fabricação de circuitos integrados, etc. 7. Compreender que a leitura ótica de informações é uma importante aplicação de lasers. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que as ondas eletromagnéticas devido às suas propriedades têm inúmeras aplicações tecnológicas desde as mais simples até as mais complexas, por exemplo: internet WI-FI, aparelho celular, aquecedor solar, micro-ondas, laser. 2. Demonstrar através de um esquema o funcionamento de um laser. 3. Demonstrar que um laser produz um raio estreito, intenso e coerente de fótons como resultado da emissão estimulada 4. Demonstrar como a luz se propaga em uma fibra ótica. 5. Elaborar esquema de leitura ótica, transmissão, armazenamento e processamento de informações, por exemplo, código de barras.

VI) RADIAÇÕES IONIZANTES

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
VI.1 Radiações Ionizantes	Radioatividade	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar que a estabilidade de um núcleo radioativo, que se opõe a um decaimento espontâneo, é medida pela sua meia-vida, $T_{1/2}$. 2. Explicar que a meia-vida é o tempo em que metade de qualquer amostra grande de núcleos idênticos sofrerá decomposição, a meia-vida é um número fixo para cada isótopo. 3. Identificar a natureza das partículas alfa, beta e da radiação gama. 4. Descrever algumas aplicações da radioatividade na medicina, na indústria, para datarem fósseis e rochas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar que o decaimento radioativo é um processo randômico. 2. Demonstrar que existe uma relação entre o número N de átomos de material radioativo presente e o número de ΔN que decairá em um tempo curto Δt. 3. Mostrar que a taxa de desintegração da amostra radioativa decairá uniformemente com o tempo. 4. Explicar, a partir das características dos fenômenos radioativos, o decaimento Alfa, Beta e Gama. 5. Demonstrar que cada próton dentro do núcleo do átomo carrega uma carga $+e$, enquanto que os nêutrons não carregam carga. Se existem Z prótons em um núcleo, então a carga do núcleo é $+Ze$, onde Z é o número atômico do núcleo. Desta forma, os núcleos encontrados na natureza com Z maior que o do chumbo, 82, são radioativos.

VII) FÍSICA QUÂNTICA: CONCEITO ESSENCIAL QUANTUM DE AÇÃO (h)

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
VII.1 Conceito essencial	Quantum de ação(h)	<p>1. Identificar a constante de Planck ($h=6,626 \times 10^{-34}$ J.s), como uma constante fundamental da física, que permite explicar que a radiação eletromagnética é emitida em unidades descontínuas de energia, chamadas quanta.</p> <p>2. Interpretar que um fóton, tem uma energia que está associada à frequência e ao comprimento de onda.</p> <p>3. Explicar que a energia radiante não é emitida (ou absorvida) de modo contínuo, mas sim, em porções descontínuas, que transportam uma quantidade de energia radiante E bem definida, denominadas fótons.</p>	<p>1. Demonstrar a interdependência corpuscular e ondulatória da luz.</p> <p>2. Estabelecer a relação da energia de um fóton ou quanta E de energia radiante de frequência f, ou seja, o quantum E de energia radiante de frequência f é dado por: $E = hf$, sendo h a constante de Planck.</p> <p>3. Demonstrar que o modelo ondulatório e o modelo do fóton estão intimamente ligados. A energia do fóton esta relacionada à frequência da onda e analogamente, o momento do fóton está relacionado ao comprimento de onda da onda. Em cada caso, o fator de proporcionalidade é a constante de Planck.</p>
VII.2 Luz	Efeito fotoelétrico	<p>1. Compreender que o efeito fotoelétrico consiste na extração de elétrons da superfície de metal quando a luz incide sobre ela. Cada fóton da luz incidente é absorvido por um elétron do metal, ao receber esta energia adicional o elétron é ejetado do metal, estes elétrons emitidos são denominados fotoelétrons.</p> <p>2. Explicar que o efeito fotoelétrico ou absorção ocorre quando um fóton incide em elétron orbital fortemente ligado ao núcleo atômico. Desta forma, a energia será totalmente absorvida pelo elétron e o fóton deixará de existir. O elétron é ejetado do átomo, provocando ionização.</p> <p>3. Caracterizar as células fotoelétricas como dispositivos que têm a capacidade de transformar energia luminosa, seja ela proveniente do Sol ou de qualquer outra fonte, em energia elétrica.</p> <p>4. Explicar que uma célula fotoelétrica pode funcionar como geradora de energia elétrica ou como sensor capaz de medir a intensidade luminosa, nos mecanismos de portas de elevadores, de shoppings, nos sistemas de iluminação pública, por meio dos quais as lâmpadas acendem e apagam, utilizadas em painéis solares, em monitores de LCD e de plasma.</p>	<p>1. Demonstrar que a energia dos fótons (hf) é absorvida pelos elétrons do metal que vencem a barreira da energia E - função trabalho do metal, adquirindo energia cinética na emissão – equação fotoelétrica de Einstein ou conservação da energia do efeito fotoelétrico.</p> <p>2. Elaborar esquema da ocorrência do efeito de um elétron que se mantém em uma placa de metal pelo seu campo elétrico, que ao receber uma energia mínima denominada função trabalho (depende do material) pode ejetar-se caso a energia do fóton for maior que a função trabalho, caso em que a energia do fóton for menor, o efeito não ocorrerá.</p> <p>3. Elaborar esquema do funcionamento de uma célula fotoelétrica.</p>

VIII) RELATIVIDADE RESTRITA: CONCEITO ESSENCIAL: VELOCIDADE DA LUZ (c)

Conteúdo	Conhecimentos	Habilidades	Atividades de Estudo
VIII.1 Conceito essencial	Velocidade da luz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Generalizar que as leis da Física são as mesmas em todos os sistemas inerciais de referência. 2. Interpretar que a velocidade de propagação da luz c independe do movimento da fonte ou do observador. 3. Interpretar que a velocidade da luz c no vácuo tem o mesmo valor para todos os sistemas de referência inerciais. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar e interpretar o conceito de relatividade e simultaneidade relativa de eventos. 2. Demonstrar o fenômeno que acontece quando em transmissões via satélite a comunicação entre dois pontos da terra, observadores das transmissões percebem o tempo de retardo entre os dois interlocutores.
VIII.2 Cinemática relativista	Contração do tempo e do espaço	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar que o tempo de um objeto em movimento transcorre mais lentamente que o tempo do objeto em repouso. 2. Interpretar que os comprimentos dos objetos em movimento sofrem uma contração na direção desse movimento em relação ao tamanho que têm quando medidos em repouso. 3. Compreender as aplicações da teoria da relatividade ao Sistema de Posicionamento Global-GPS. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar a equação de relatividade do tempo-dilatação do tempo. 2. Demonstrar a equação de relatividade do comprimento - contração do comprimento. 3. Desenvolver esquema para explicar as aplicações da teoria da relatividade ao Sistema de Posicionamento Global, sigla em inglês: GPS.
VIII.3 Dinâmica relativista	Massa, momento e energia relativista	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar quando a velocidade do corpo em movimento tende a velocidade da luz, a inércia (massa) do corpo tende a aumentar infinitamente. 2. Generalizar a relação entre a energia própria de um corpo e a sua massa como sendo a fórmula geral da energia: $E = mc^2$. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrar a equação do momento relativista. 2. Demonstra a equação da energia relativista. 3. Demonstrar que a energia cinética relativista é a diferença entre a energia própria E e a energia de repouso E_0.

A revolução técnico-científica que está em curso exige do indivíduo cada vez mais conhecimentos, criatividade, inovação, habilidades e competências, os quais não podem ser adquiridos apenas por meio de informações e/ou de ensino passivos; daí a necessidade de desenvolver no indivíduo a capacidade de pensar e de aprender.

Como seres humanos, somos organismos complexos, cuja evolução e interação depende de vários sistemas, tais como: a natureza(ecosistemas), a escola, a família, a comunidade, entre outros. Dessas interações decorre o desenvolvimento cognitivo mediado pelo meio que nos envolve e o adequamos às nossas necessidades.

Para o ensino contemporâneo, a escola existe segundo as leis da vida social: a escola não se concebe mais como um transmissor de ideias já estabelecidas, mas como uma instituição capaz de criar novas estruturas, relações, atividades e valores.

Com base nestas concepções, este livro apresenta conteúdo capaz de desenvolver nos estudantes novas habilidades e competências, as quais são necessárias para responder às exigências atuais de uma sociedade em transformação, bem como harmonizar o ensino com os avanços técnico-científicos, sócio-econômicos e culturais contemporâneos.