

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática

ELEMENTOS DE ASTRONOMIA NOS LIVROS
DIDÁTICOS DE FÍSICA

Cleonir Coelho Simões

Belo Horizonte

2008

Cleonir Coelho Simões

**ELEMENTOS DE ASTRONOMIA NOS LIVROS
DIDÁTICOS DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao programa
de mestrado em Ensino de Ciências
e Matemática, como requisito para
obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Ensino de
Física

Orientadora: Profa. Dra.
Yassuko Hosoume

Belo Horizonte

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

S593e Simões, Cleonir Coelho
Elementos de astronomia nos livros didáticos de física / Cleonir Coelho
Simões. Belo Horizonte, 2008.
144f.

Orientadora: Yassuko Hosoume
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas
Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

1. Astronomia. 2. Física – Livros didáticos. 3. Ensino médio. I. Hosoume,
Yassuko. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 521:371.671.1

Cleonir Coelho Simões

ELEMENTOS DE ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Prof^a. Dr^a. Yassuko Hosoume – Orientadora (PUC – Minas)

Prof^a Dr^a. Silvânia Sousa do Nascimento (UFMG)

Prof^a. Dr^a. Maria do Socorro Araújo Medeiros (PUC Minas)

Prof^a. Dr^a. Agnela da Silva Giusta (PUC Minas)

Belo Horizonte, 10 de Junho de 2009

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos aqueles que o tornaram possível.

Ao meu pai que mesmo ausente, deve sentir-se orgulhoso e feliz pelas minhas conquistas.

À minha esposa Senhorinha e ao meu filho Pedro, razão completa da minha existência.

À minha mãe, que sempre esteve presente.

Aos meus parentes e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me presentear com a vida e por permitir a conclusão desse trabalho.

À minha Família, em especial à minha esposa e ao meu filho, a quem amo incondicionalmente, e a quem abandonei em vários momentos para poder dar conta de todos os afazeres, pelo apoio constante e por acreditarem em mim, auxiliando nos momentos mais difíceis e quando me senti desamparado e desesperado. À minha mãe, que com todo o carinho e paciência do mundo, soube contornar todas as situações adversas pelas quais passamos. Á minha sogra e cunhados que, além de permitirem minha presença em suas vidas, oferecendo seus lares quando necessitei, deram-me junto todo apoio que foi necessário.

Agradeço a todos os amigos pela presença constante e por desculparem os momentos em que estive ausente.

Agradeço à minha orientadora, Yassuko Hosoume, por acreditar mesmo nos momentos em que eu mesmo não acreditava, pela paciência, dedicação e sobretudo, pela amizade; demonstrando todo o seu afeto em suas ações firmes, que culminaram no término deste trabalho.

Ao programa de Pós-graduação em Ensino da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Agradeço aos mestres pela competência com que nos ensinaram e aos companheiros, colegas, amigos e quase irmãos, Anete, Anildo, Carlos, Elrismar, Frederico, Maurisete, Josué, Paulo, Pedro e Vagno por não se afastarem nos momentos em que não fui agradável mostrando-me o quanto somos amigos.

Agradeço aos diretores das escolas onde trabalho pelo apoio incondicional e constante.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de qualquer maneira, mesmo quando não consegui perceber, para que pudesse chegar até este momento.

Obrigado a todos

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo identificar a presença de elementos de astronomia nos livros didáticos de Física, analisar como são esses elementos e verificar a viabilidade de sua utilização pelo professor para explorar conceitos de astronomia em suas aulas, tendo como referencial o livro didático por ele adotado. Foram analisadas seis coleções aprovadas pelo PNLEM e mais duas que não constam da indicação desse programa, mas que representam o segmento dos livros tradicionais de Física. Foi identificada a presença significativa de elementos da astronomia em 3 diferentes âmbitos: em excertos ao longo do texto acompanhando desenvolvimento de conteúdos específicos de física, em exercícios fazendo parte dos enunciados e no desenvolvimento do tema Gravitação. Para a análise foram elaboradas dimensões e categorias de análise definidas da articulação dos objetivos propostos nos PCN+ de Física com as características dos elementos astronômicos presentes nos livros. Foi possível verificar que a astronomia presente nos excertos, chegando em algumas das obras na ordem de uma centena, é apenas situações de exemplificação de um conteúdo da física, sem explicações sobre os elementos do excerto, chegando muitas vezes a sua incompreensão. A astronomia também faz parte do enunciado de exercícios, chegando em cerca de meia centena em uma obra, explorando em sua maioria situações que exigem simples aplicação do modelo físico estudado no texto. Seja em situações de exemplificação ou de exercício, na maioria das obras, o universo cosmológico se restringe ao sistema solar composto de Sol, Terra e Lua, sendo raras as situações que envolvem outros objetos do sistema solar, estrelas ou galáxias. Esta mesma restrição também é identificada no estudo da Gravitação, onde apenas quatro obras apresentam elementos, além da estrutura básica deste conteúdo (modelos planetários, leis de Kepler, lei da gravitação...), como evolução estelar, buraco negro, estrela de nêutron, origem do sistema solar ou origem do Universo. O trabalho é finalizado com a confecção de um guia que servirá de apoio para o professor onde são apresentados os principais resultados da pesquisa e dadas sugestões para a sua utilização.

Palavras-chave: Livro didático, Astronomia, Física, Ensino médio

ABSTRACT

This research has the aim to identify the presence of elements of astronomy in school Physics books, to analyze how these elements appear, and verify the feasibility of their use by teachers to explore concepts of astronomy in their classes, taking the school book they adopt as reference. Six collections that were approved by PNLEM were analyzed, as well as another two that were not indicated by this program, but which represent the segment of traditional Physics books. A significant presence of elements of Astronomy was identified in 3 different situations: in excerpts throughout the text, following the development of specific subject matter in Physics, in exercises that were part of enunciations, and in the development of the Gravitation theme. For the analysis, dimensions and categories of defined analysis were developed, of the articulation of the objectives proposed by the PCNs in Physics, with the characteristics of the astronomy elements present in the books. It was possible to verify that the Astronomy present in the excerpts, near on a hundred in some of the books, are only situations of examples of a content of Physics, without any explanation about the elements in the excerpt, many a time reaching incomprehension. Astronomy is also part of the heading of exercises, reaching around fifty in one book, mostly exploring situations, which require a simple application of the Physics model studied in the text. Be it in example situations or in exercises, in most of the books, the cosmological universe is restricted to the solar system composed by the Sun, the Earth, and the Moon, being rare to find situations that involve other objects in the solar system, stars or galaxies. This same restriction is also identified in the Gravitation study, in which only four books present elements, apart from the basic structure of this content (planetary models, the Law of Kepler, Gravitation Law...), like stellar evolution, black hole, star of neutron, origin of the solar system, or origin of the Universe. The work is finished with the creation of a guide that will serve as support for teachers, in which the main results of the research are presented and suggestions are given for its use.

Key words: School book, Astronomy, Physics, Secondary School

LISTA DE QUADROS, GRÁFICOS E MAPAS

Quadro (1) - Obras analisadas.....	34
Quadro G1A: Frequência de excertos	38
Quadro G1-B: Números de excertos nas categorias de análise	66
Quadro G2- A: Número de exercícios das obras analisadas.....	71
Quadro G2 – B: Número de exercícios nas diferentes dimensões.....	73
Gráfico G1-01: Distribuição dos excertos na dimensão D1.....	51
Gráfico G1-02: Distribuição dos excertos na dimensão D2.....	51
Gráfico G1-03: Distribuição dos excertos na dimensão D3.....	52
Gráfico G1-04: Distribuição dos excertos na dimensão D4.....	52
Gráfico G1- 05: Frequência dos excertos nas categorias de análise.....	66
Gráfico G2-01: Distribuição dos exercícios nas categorias definidas.....	81
Mapa – G3: Mapas de conceitos da Gravitação.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS

ECA-USP: Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo.

GRAF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física.

HARVARD: Harvard Project Physics.

IAG-USP : Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo.

PBEF: Projeto Brasileiro de Ensino de Física

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.

PCN+ : PNC+ Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

PEF: Projeto de Ensino de Física.

PNLEM: Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio.

PSSC: Physical Science Study Committe

UFV: Universidade Federal de Viçosa.

USP: Universidade de São Paulo.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	11
2 – O ENSINO DE ASTRONOMIA.....	14
2.1 - Por que ensinar astronomia?	14
2.2 – Astronomia e a escola.....	19
2.3 – Astronomia nos projetos de ensino de Física.....	22
2.3.1 – A astronomia no PSSC.....	23
2.3.2 – A astronomia no Harvard.....	24
2.3.3 – A astronomia no PEF.....	26
2.3.4 – A astronomia no PBEF	27
2.3.5 – A astronomia no Gref	28
3 - IDENTIFICANDO A ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS.....	30
3.1 – Afinal o que pode ser considerado astronomia?.....	32
3.2 – Escolha do material de análise	33
3.3 –Análise dos complementos dos textos (Grupo G1).....	37
3.3.1 – Uma visão geral dos excertos.....	37
3.3.2 – Os temas dos excertos.....	42
3.3.3 – A natureza dos excertos.....	53
3.4 –Análise dos Exercícios (Grupo G2).....	67
3.4.1 – Identificando a presença dos exercícios.....	67
3.4.2 – Os temas dos exercícios	71
3.4.3 – A natureza dos exercícios.....	75
3.5 – Conteúdos da Gravitação (GrupoG3)	83
4 – SUBSÍDIOS PARA O PROFESSOR.....	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS	138
REFERÊNCIAS.....	140

1 - INTRODUÇÃO

O ato de olhar o céu acompanha a humanidade desde a aurora do homem. Olhar o céu é contemplar a maior expressão da criação despertando em cada um o fascínio pelo infinito, pelo desconhecido. Não importa o que prende a nossa atenção, se as dimensões, se as cores, se o brilho ou as formas esculpidas pela imaginação do homem em seu processo de conhecimento do cosmos. Estamos sempre nos rendendo a uma “olhadinha” para o céu. É desta forma que todos nós somos inseridos, ainda que por um breve instante, no universo da astronomia.

O meu contato com esta ciência se deu quando ainda criança, buscando um significado para todos aqueles pequenos pontos brilhantes que preenchem a imensidão do céu noturno. Descobri desde cedo que o céu é, talvez, a maior das maravilhas da natureza sendo, por isso, estudado e mapeado por todos os povos. Embora simples e muito discreta, foi desta forma que tive minha iniciação em astronomia e, desde então, não mais me desliguei dela, passando a ler tudo o que encontrava sobre o assunto, chegando ao absurdo de repetir a leitura do primeiro livro sobre astronomia que encontrei mais de 10 vezes.¹

No ensino médio estudei física no livro de Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga em que ficava procurando qualquer coisa que se referisse à astronomia e, quando encontrava, perguntava para as professoras, pois tive mais do que uma, nem sempre obtendo respostas. Nesta época, após uma aula de óptica sobre associação de lentes, construí meu primeiro telescópio que parecia incrivelmente potente, sendo utilizado quase que diariamente até o término do ensino médio.

Quando ingressei no curso de Licenciatura em Física, escolhido dentre outros motivos, por imaginar que nele teria o contato formal e observacional com a astronomia. Isto jamais veio a ocorrer. Nesta mesma época, conheci o estudante de física que era responsável pelo telescópio do laboratório de ensino da UFV, pude então, experimentar o prazer de olhar pela primeira vez em telescópio profissional. Foi uma experiência indescritível. Meu telescópio caseiro não era nada perto daquilo. Pela primeira vez pude ver com clareza os anéis de Saturno, as listras de Júpiter e suas luas galileanas, além de uma quantidade gigantesca de estrelas!

Em seguida, ingressei no curso de Especialização em Ensino de Física no

¹ Livro: Nicolson, I. Astronomia, Coleção Prisma, Melhoramentos, São Paulo, 1977

qual tive aulas sobre a modelagem computacional do sistema solar. Utilizamos os métodos numéricos aplicáveis à solução de equações diferenciais, com o objetivo de modelar a órbita de Marte ou de qualquer outro planeta. Onde estava aquela astronomia *de olhar para o céu* que tanto esperei encontrar durante toda a minha vida acadêmica? Confesso nunca tê-la encontrado, quer seja na graduação, na pós-graduação e mesmo no mestrado no qual me acho matriculado e cujo término ocorrerá mediante a aprovação do presente trabalho.

A inspiração para ele nasceu justamente da quase inexistência de material que promova o contato dos alunos do ensino médio com a astronomia. Na época que cursei o ensino médio era quase impossível encontrar qualquer tipo de literatura relacionada com astronomia e mesmo hoje, sendo ela um dos temas estruturadores do ensino de Física, conforme descrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais, tal material é escasso estando presente apenas em livros de Ciências e Geografia do ensino fundamental.

Procuramos então por uma fonte que oferecesse ao professor do ensino médio material para o trabalho com astronomia e que estivesse o mais próximo possível do seu universo de trabalho. Escolhemos o livro didático de física que constitui uma fonte presente em todas as escolas e que é parte integrante do trabalho do professor.

O presente trabalho tem como objetivo analisar, identificar e organizar todo o material relacionado com astronomia presente nos livros didáticos de Física utilizados no ensino médio e organizá-lo de forma a ser utilizado pelo professor, verificando durante a análise, se ele é suficiente para auxiliá-lo na abordagem de temas relacionados com astronomia em sala de aula.

Com o objetivo de expandir o universo da pesquisa, não a restringindo apenas ao livro didático, foram analisados também alguns dos mais conhecidos projetos curriculares para o ensino de física. Além do seu enriquecimento, a inclusão desses projetos permite levá-los ao conhecimento dos professores que, assim como eu, jamais ouviram falar sobre os mesmos, vindo a conhecê-los apenas em cursos de especialização.

O primeiro capítulo desse trabalho trata de uma reflexão a respeito do ensino de astronomia onde são expostas algumas das razões pelas quais acreditamos que ele deva ocorrer no ensino médio. Esta reflexão envolve um apanhado sobre os trabalhos que já existem a esse respeito e sobre uma discussão que trata da astronomia que já existe na escola reforçando ainda mais a necessidade do trabalho com esta

ciência. Terminando este capítulo, temos uma discussão a respeito da astronomia que existe em projetos de ensino de física mostrando que a preocupação com o ensino desta ciência não é recente. Além disso, discutimos sem muito aprofundamento qual o tipo de astronomia presente em tais projetos.

No segundo capítulo apresentamos a análise dos livros didáticos de Física presentes no mercado editorial e que foram aprovados pelo PNLEM. Buscamos identificar, catalogar e classificar todos os elementos de astronomia encontrados nesses livros e analisá-los de acordo com dimensões e categorias de análise estabelecidas com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). São apresentados exemplos desses elementos, os gráficos e os quadros que serviram para o processo de análise e uma discussão a respeito do que concluímos com seus resultados.

No terceiro capítulo temos um texto que sugere ao professor algumas alternativas para utilização de todo o material reunido durante o processo de análise dos livros, servindo-lhe como um guia para a localização e descrição de cada elemento encontrado.

Finalizando o trabalho são feitas as considerações a respeito de todos os procedimentos adotados para a sua realização, expondo alguns dos pontos importantes do processo de análise e fazendo uma explanação a respeito do que se espera da sua utilização pelo professor durante seu trabalho com astronomia.

2 – O ENSINO DE ASTRONOMIA

2.1 - Por que o ensino de astronomia?

Será necessário ensinar astronomia? Estamos constantemente envolvidos com a astronomia. Quem nunca foi para a janela, para o quintal ou mesmo para a rua, quando os telejornais noticiaram um eclipse? Qualquer evento astronômico, por mais simples que seja, embora não existam eventos simples em astronomia sendo todos eles de uma importância indescritível, desperta o interesse da população em geral seja por curiosidade, temor ou mesmo, pelo simples prazer de observar.

Indo diretamente ao ponto, o céu é, por si só, um verdadeiro espetáculo. E não é somente isso, nosso próprio ritmo de vida é determinado pela frequência com que os eventos astronômicos ocorrem. O dia e a noite, determinados pelo nascimento do Sol no leste e seu ocaso no oeste, são exemplos desses eventos, assim como também o são, as estações do ano, determinadas pela inclinação do eixo de rotação da Terra e a posição por ela ocupada em sua órbita. Estamos em constante contato com a astronomia. Já não seriam esses motivos suficientes para que ela fosse abordada durante todo o processo de escolarização de um indivíduo?

Na verdade, não. Justificar o ensino de astronomia com os argumentos anteriores ou com outro de qualquer natureza, inclusive pessoal, jamais evidenciaria a importância desta ciência. Não se deseja aqui salientar ainda mais a importância e a necessidade do ensino de astronomia, até por que, muitos já o fizeram. Roberto Boczo (2008), professor e pesquisador do IAG-USP, em entrevista ao Vox Scientiae (ECA/USP), afirma que “*A educação em Astronomia deve iniciar-se na infância quando a criança pode receber uma formação cultural e científica ampla, desde a mais tenra idade*”.

Neves (1986) afirma que o estudo da astronomia deveria começar nas séries iniciais pela observação de fenômenos reais como o nascer e o pôr do Sol, a variação do tamanho das sombras no decorrer do dia, as fases da Lua, e ir amadurecendo de forma gradativa. Tal procedimento se estenderia até a oitava série, onde seria possível desenvolver pequenas observações quantitativas, atingindo o seu ápice com a chegada desse aluno ao ensino médio, onde todos os fenômenos por ele observados seriam modelados matematicamente com base nas leis da Física, Química e demais ramos do

conhecimento humano.

Kantor (2001) em sua tese de mestrado ressalta a importância do conhecimento em astronomia e propõe a inclusão de temas relacionados a ela nas aulas de Física do nível médio. Mais que isso, ele defende que a astronomia deve ser parte integrante do ensino por ser um elo entre as várias disciplinas ministradas no ensino formal e também ser uma ciência que se acha muito presente em nosso meio. Ele ressalta ainda a forte presença da astronomia nas manifestações culturais de diversos povos, observadas, por exemplo, em edificações, obras de arte, poemas, etc. Construções como Stonehenge e a pirâmide de Keops no Egito seguem orientações baseadas na posição dos astros em determinadas épocas do ano, sendo a primeira delas considerada um verdadeiro observatório astronômico ao ar livre. Na pintura também encontramos exemplos de obras que evidenciam a presença da astronomia na arte. Um exemplo deste tipo de manifestação é o quadro “Noite Estrelada” do pintor Vincent Van Gogh, visto a seguir.



Figura 01 – Noite estrelada obra de Vincent Van Gogh

Fonte: www.google.com.br/imagens

Os versos a seguir mostram que mesmo na poesia pode existir um pouco de astronomia.

Via Láctea

*"Ora (dizeis) ouvir estrelas! Certo
Perdeste o senso!" E eu vos direi, no entanto,
Que, para ouvi-las, muita vez desperto
E abro as janelas, pálido de espanto...
E conversamos toda a noite, enquanto
A via láctea, como um pálido aberto,
Cintila. E, ao vir do sol, saudoso e em pranto,*

*Inda as procuro pelo céu deserto.
 Direis agora: "Tresloucado amigo!
 Que conversas com elas? Que sentido
 Tem o que dizem, quando estão contigo?"
 E eu vos direi: "Amai para entende-las!
 Pois só quem ama pode ter ouvido
 Capaz de ouvir e de entender estrelas."*

(CACELLA, 2003)

Em seu poema o autor deixa claro seu sentimento com relação à astronomia, referindo-se a ela ao citar a Via Láctea, o Sol e as estrelas, além de evidenciar elementos relacionados a esses corpos como, por exemplo, o brilho pálido da Via Láctea ou o desaparecimento das estrelas com o nascer do Sol.

Bulgarelli e Haun (2007), da Fundação Planetário, afirmam: *“Estamos presenciando, desde o século XX, um aumento gigantesco do interesse de toda a sociedade por temas ligados às áreas científicas, principalmente a Astronomia”*

Em seu artigo eles associam este aumento de interesse pela astronomia com o crescimento do volume de informações lançado ao público pelos meios de comunicação. Isto tem levado cada vez mais pessoas a procurar instituições que se dedicam a levar os conhecimentos de astronomia à população, através de cursos ou palestras. Como exemplo deste tipo de crescimento citado pelos autores, temos atualmente um número considerável de documentários sobre descobertas no ramo da astronomia, as séries exibidas pelos programas de televisão como a série Espaçoave Terra exibida pela TV escola, reprisada algumas vezes por ano. Toda esta informação além de disponível na televisão se acha presente em acervos na internet, principalmente no YouTube (www.youtube.com.br), podendo ser acessado e baixado por quem manifestar interesse.

Em seu livro, O céu, o professor Caniato (1978) justifica iniciar o ensino de física através da astronomia por se tratar da mais antiga das ciências, por apresentar um conteúdo altamente motivador, por ser um ramo do conhecimento que se acha extremamente ligado ao desenvolvimento do pensamento humano, por ser uma síntese da física e, ainda, por poder contribuir para que a vida humana na Terra não desapareça. O simples fato de ser uma aula sobre astronomia já motiva os alunos, não sendo necessário nenhum outro meio para que se desperte o interesse, diz ele. Preocupante é que esses mesmos alunos curiosos que enchem uma aula de astronomia com perguntas diversas enquanto estão no ensino fundamental, muitas vezes não apresentam mais essa curiosidade quando se encontram no ensino médio. É uma pena!

Em seu trabalho de pesquisa sobre a física presente nos livros de ciências utilizados entre o 2º e o 5º anos do ensino fundamental, Oliveira (2008) salienta a presença significativa de conteúdos de astronomia. Tal conteúdo se acha presente em todos os exemplares por ela analisados. Assim sendo, pode-se concluir que o contato com a astronomia ocorre já no início do processo de escolarização. O problema é que este contato ocorre, quase sempre, sem o acompanhamento de um profissional devidamente capacitado e com a apresentação de conceitos inadequados à esta etapa da educação básica, onde o amadurecimento intelectual dos alunos não é suficiente para assimilar as teorias que servem como referência para este campo do conhecimento (BRASIL, 2008).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Fundamental (BRASIL, 2008) o ensino de astronomia deve ser consolidado somente a partir do 3º ciclo, através do eixo temático Terra e Universo. Acredita-se que nesta fase da educação, o aluno já apresente amadurecimento suficiente para compreender conceitos simples que servem como base para a compreensão dos fenômenos que ele observa. E, é justamente baseado no que o aluno observa, que o PCN sugere que a astronomia seja apresentada a ele. Apresentar a ele as teorias que descrevem os movimentos da Terra e dos demais corpos ao redor do Sol pode significar ignorar todo o conhecimento acumulado pelo aluno em sua vida e colocar em confronto o que ele observa e acredita com aquilo que desejamos que ele aprenda. De acordo com o PCN do ensino fundamental:

Iniciar o estudo de corpos celestes a partir de um ponto de vista heliocêntrico, explicando os movimentos de rotação e translação, é ignorar o que os alunos sempre observaram. Uma forma efetiva de desenvolver as idéias dos estudantes é proporcionar observações sistemáticas, fomentando a explicitação das idéias intuitivas, solicitando explicações a partir da observação direta do Sol, da Lua, das outras estrelas e dos planetas.

(BRASIL, 2008)

Este procedimento leva o aluno a confrontar suas idéias com outras que lhe são oferecidas através da mediação do professor e que, com o passar do tempo, vão sendo incorporadas por ele, substituindo aquelas anteriores e construindo o conhecimento que se deseja que ele adquira.

Por fim, encontra-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) para o ensino médio, Física, Brasil (2001), uma proposta para o ensino da astronomia no nível médio conforme se acha explícito no tema estruturador F6, Universo, Terra e Vida.

Esta proposta sugere o ensino de tópicos de astronomia com base na

perspectiva da gravitação, onde devem ser priorizadas as forças de interação gravitacional que atua nos corpos. Esta abordagem tem como objetivo, desenvolver no jovem a visão cosmológica da ciência para que ele possa compreender o seu lugar no cosmo. Devem ser abordados fenômenos como os eclipses e as marés, resultantes das interações entre a Terra, o Sol e a Lua, os movimentos desses e dos demais corpos celestes que constituem o nosso sistema solar, as conquistas espaciais, as teorias a respeito da formação do universo, do sistema solar e da Terra, bem como identificar as formas pelas quais o conhecimento desses modelos influenciam a cultura e a vida humana.

Além de todos os fatores, o ensino da astronomia apresenta um forte ponto positivo que é o de contar com a disponibilidade total do material necessário para a sua prática, de maneira ilimitada e gratuita, podendo ser “acessado” mediante um simples direcionar do olhar para a abóbada celeste.

Observar o céu em sua totalidade atentando para a grande diversidade de movimentos, cores, brilho, nebulosidades e de aspectos incomuns como o movimento retrógrado dos astros ou a passagem de satélites, constitui uma prática simples e que oferece ao aluno a tão sonhada e até famosa, “aula diferente”, sempre solicitada por eles. Acredito que todo professor já se deparou com este tipo de solicitação e, em muitas vezes, não pode atendê-la devido às obrigações que tem a cumprir mediante um currículo que lhe é imposto e que muitas vezes não lhe oferece abertura para explorar novas metodologias e nem manifestar seu potencial criador.

O conhecimento da astronomia contribui para a formação plena do indivíduo e lhe proporciona uma visão mais abrangente ao disponibilizar-lhe o conhecimento a respeito da existência de um universo gigantesco do qual faz parte, destituindo-lhe de sua visão egocêntrica e geocêntrica que servem de alicerce para o sentimento de que “somos o centro de toda criação”. A presença da astronomia na escola tanto nos níveis fundamental e médio, além de resgatar o interesse do aluno para a sala de aula lhe oferece a possibilidade de encontrar a resposta para uma das maiores enigmas da humanidade: “de onde viemos?”. Embora não pareça, este tipo de questionamento é parte integrante das preocupações dos jovens que se acham na faixa etária correspondente a esta etapa da educação básica.

Assim sendo, é por meio do ensino de astronomia que podemos tornar nossos alunos indivíduos conscientes de seu lugar no universo, reconhecendo o fato de habitar um corpo celeste limitado e que, por enquanto, é o único que apresenta

condições de vida em todo o universo já conhecido. Em síntese, o conhecimento da astronomia nos permite ver quão frágil é a nossa existência e o quanto é grande a nossa responsabilidade com relação à necessidade de preservar este mundo para as gerações que estão por vir.

2.2 - Astronomia e a escola

Professores que já trabalharam qualquer assunto relacionado com astronomia, seja no ensino fundamental ou no ensino médio, conhecem a curiosidade que os alunos têm com relação a esta ciência. Este fato pode ser facilmente percebido graças ao volume de perguntas realizadas pelos alunos que, em uma aula que envolve astronomia, é muito mais expressivo do que em uma aula em que o assunto não apresenta relação com ela. Mesmo quando o assunto não apresenta relação com astronomia algumas perguntas sobre temas a ela relacionados acabam surgindo. Quase sempre são perguntas a respeito do nascimento do universo, o Big Bang, Buracos Negros, sobre o Sistema Solar e, em especial, sobre a Terra, a Lua, os cometas e os fenômenos que envolvem esses astros. Alguns indagam sobre a possibilidade de vida fora da Terra e as suas implicações, outros, sobre a existência de objetos voadores não identificados.

Muitas dessas perguntas são resultantes da influência exercida pela mídia, cujos principais representantes são a TV e a internet, que entrega aos seus usuários um volume cada vez maior de informações. A forma como as notícias são tratadas, principalmente aquelas que envolvem temas ligados à ciência, em especial à astronomia, provocam nos alunos, sobretudo nos mais jovens, a formação de conceitos incorretos, sendo muitas vezes difíceis de serem substituídos por outros devido à grande credibilidade que se deposita neste tipo de meio de comunicação.

Acredito ser “natural” a busca por respostas para essas perguntas, o que inspira a reflexão sobre a possibilidade de oferecê-las aos alunos no decorrer de sua vida escolar. É fato que, quando uma criança demonstra curiosidade sobre determinado assunto ela busca informações a seu respeito dentro do seu universo até encontrar respostas para seus questionamentos. Tanto no ambiente familiar quanto fora dele, mesmo não sendo o escolar como, por exemplo, entre amigos, ela obtém tais respostas, mesmo que forjadas no conhecimento popular, caracterizado pela predominância das

chamadas concepções prévias ou espontâneas –Villani(2001), Langhi e Nardi (2005) – em grande parte desvinculadas de caráter científico e, muitas vezes, impregnadas com erros grosseiros ou com fantasias de fundo folclórico que são passadas de uma geração à outra, através das histórias contadas por nossos antepassados.

Outro fato relevante, é o grande número de pessoas, sejam alunos ou não, que literalmente devoram literaturas relacionadas com o que se conhece como “ciências esotéricas”, como a astrologia ou, ainda, que se assombram com a visão de meteoros e cometas, atribuindo a esses fenômenos astronômicos uma natureza mística e, muitas vezes, de natureza catastrófica ou profética. É muito comum a prática de se fazer um pedido (desejo) a um meteoro que rasga o céu noturno com brilho característico provocado pelo atrito com o ar em sua entrada na atmosfera terrestre não sendo raro, também, o contato com pessoas que não aceitam o fato de que o homem já foi ao espaço ou, ainda, que acreditam fortemente na existência de “São Jorge” na Lua.

Acredito que a persistência de tais crenças constitui uma prova inequívoca da grande deficiência do ensino de ciências nas escolas brasileiras com relação aos tópicos de astronomia presentes no programa desta disciplina. Nosso ensino de ciências é completamente desvinculado da realidade, desenvolvendo no estudante uma visão mística e/ou fantástica da física, da química, da biologia, etc. Trabalha-se tudo, na maioria das vezes, por meio de textos e gravuras encontradas no livro texto. Fala-se de estruturas vegetais sem que os alunos sejam levados ao pátio da escola, onde existe um jardim, para que possam ter contato com as plantas, são abordadas as forças e leis da dinâmica sem que os alunos sejam convidados a empurrar uma simples mesa ou a observar alguém que o faça, ensinam-se equações químicas complexas apresentadas no quadro, átomos são "ligados" e combinados em reações escritas, ilusórias, sendo que um número incontável de reações reais podem ser vistas em qualquer lugar e apresentadas aos alunos. A ciência foi transformada em um mundo de “faz de conta”, do “suponhamos que” e do “considere que”. Não é de se estranhar, portanto, o fato de alunos aceitarem, sem questionamento algum, a existência de extraterrestres que se acham em nosso meio e que possam vir a invadir nosso planeta a qualquer momento, vindos de uma parte qualquer do espaço. Faltam-lhes uma visão tridimensional do universo, o conhecimento das grandes distâncias que separam os corpos celestes e as estrelas entre si, bem como do imenso intervalo de tempo necessário para transpô-las.

É espantoso o fato de que os cursos de formação de professores para as séries iniciais do ensino não apresentem um bom conteúdo de ciências, bem elaborado e

o mais abrangente possível, contendo, sobretudo, tópicos de astronomia. Segundo Langui e Nardi (2005), a formação dos professores para os anos iniciais de escolarização é inadequada, não somente pela falta de contato quase que absoluta, com conteúdos de astronomia, mas também no seu preparo para abordar a educação científica em geral. Como exigir que um professor desenvolva nos seus alunos uma visão do universo se ele mesmo não a tem?

Puzzo, Trevisan e Latari (2003) realizaram entrevistas com professores do ensino fundamental, que atuam de 5^a à 8^a série, sobre o tema astronomia e constataram a dificuldade que eles apresentam em trabalhar com esse assunto em sala de aula.

Bish (1998) realizou investigações sobre as concepções tanto de estudantes quanto de professores do ensino fundamental. Em seu trabalho ele constatou a predominância de conhecimentos fundamentados no realismo ingênuo, baseado na aparência sensorial dos objetos, na falta de uma reflexão crítica e, no caso dos professores, na presença de “chavões”, caracterizados por enunciados ou gravuras prontas, acabadas, que devem ser memorizados e reinterpretados de acordo com o seu senso comum.

Leite (2006) apresenta um trabalho no qual foi realizada uma sondagem sobre a percepção da espacialidade por parte dos professores que trabalham o tema astronomia no ensino fundamental. Em seus resultados ela alerta para a dificuldade que os professores possuem em perceber a distribuição espacial dos corpos no universo. De fato, estamos acostumados com a bidimensionalidade que nos é apresentada nas escolas de nível fundamental e médio, que impede a compreensão da complexidade dos movimentos dos astros e dos fenômenos que eles originam.

Todas essas e outras deficiências evidenciam o despreparo do professor para o trabalho com astronomia em sala de aula. Tais deficiências precisam ser superadas, assim como também o devem os demais problemas presentes na educação básica brasileira.

Acredito fortemente que se o ensino de astronomia estivesse presente não somente nas etapas escolares iniciais, mas durante toda a educação básica, estendendo-se também aos cursos de formação de professores, o conhecimento das leis e dos modelos matemáticos que descrevem a evolução temporal do universo não abriria espaço para que previsões apocalípticas, histórias baseadas na cultura popular, e contos fantásticos viessem a impressionar a população em geral ou causar polêmica, como ainda ocorre em muitas localidades do nosso país.

O analfabetismo científico é tão perigoso quanto o analfabetismo da linguagem. Assim como as escolas buscam de todas as formas desenvolver em todos as habilidades da leitura e da escrita, ela também deveria fazê-lo com o conhecimento científico (CAZELLI, 2001; AULER e DELIZOICOV, 2001).

Segundo Puzzo, Trevisan e Latari (2003), o objetivo da escola é formar o cidadão para atuar na sociedade de forma crítica e consciente. Para tanto, espera-se que esse cidadão não apresente um conhecimento caracterizado por conceitos incorretos, resultantes da não superação de suas concepções prévias, por outro mais elaborado, com sustentação científica e que lhe proporcione uma visão voltada para a realidade da sociedade onde vive.

Talvez esta visão esteja atribuindo ao ensino da astronomia excessiva importância e, por isso, possa ser interpretada como utópica para a realidade na escola de hoje. Mas, como desejamos que a escola seja realmente uma instituição que prepara para a vida, devemos contribuir de todas as maneiras para que este desejo se torne real.

Este trabalho é mais um dentre vários outros, que visa a oferecer uma contribuição, ainda que pequena, mas que se some às demais já existentes para a elaboração de uma nova proposta de ensino, coerente com a atual situação da educação de nossos jovens e que seja, de fato, eficiente em todos os aspectos.

2.3 - A astronomia nos projetos para ensino de física

A necessidade de criar um curso de física que despertasse o interesse dos estudantes por esta ciência já era evidente na metade do século passado. Em meados dos anos 50 os Estados Unidos deram início a um movimento que buscava a reestruturação do ensino de ciências, desencadeado por um projeto denominado PSSC ou Physical Science Study Committee. Este projeto produziu um curso para o ensino de física destinado a todos os alunos das escolas americanas que propunha levar o aluno a perceber a importância desta ciência e participar de sua construção. Posteriormente ao PSSC outros projetos surgiram, como, por exemplo, o Nuffield Science Teaching Project (1963-1972), no Reino Unido e o Harvard Project Physics (THE PROJECT PHYSICS COURSE – 1967), nos Estados Unidos. No Brasil, o movimento pela reforma do ensino de ciências teve seu início também na década de 50 com a escolha, feita por uma equipe brasileira, do projeto PSSC para ser aplicado nas escolas. Assim

sendo, teve início a preparação para trabalhar esse projeto nas escolas brasileiras, através da tradução da obra, o envio de uma equipe de professores aos Estados Unidos para treinamento e a organização de cursos de preparação dos professores aqui no Brasil. Alguns anos mais tarde, as instituições nacionais de ensino formaram equipes de professores com o objetivo de preparar propostas de projetos de ensino. Deste movimento surgiram projetos nacionais como, por exemplo, o Projeto Piloto (1963), o Projeto de Ensino de Física (PEF – 1971), o FAI (FÍSICA AUTO INSTRUTIVA – 1970/75), o Projeto Brasileiro para o Ensino de Física (PBEF – 1978) e o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF-1984).

A análise nos projetos revela a preocupação de seus criadores com o aprendizado da astronomia no ensino médio. Será exposta a seguir, de forma bem objetiva, a astronomia presente nos projetos.

2.3.1 - A astronomia do PSSC

Nos três primeiros capítulos do volume I podemos encontrar a astronomia que se acha presente na forma de textos, fotos e gravuras. Os textos se referem quase em sua totalidade ao conteúdo dos capítulos enquanto as fotos acompanham e servem para exemplificar o que é tratado no texto, assim como ocorre com as figuras. Estas últimas são aplicadas normalmente para esquematizar as etapas de um dado fenômeno ou para demonstrar o princípio de funcionamento de um instrumento.

No volume II, que trata da óptica, novamente encontramos elementos que se relacionam com a astronomia que abordam os eclipses através de textos e diagramas, além de referências a telescópios e a observação astronômica, onde temos algumas poucas gravuras que possuem a função de esquematizar o que é tratado no texto.

No volume III, mecânica, o capítulo 22 sobre gravitação universal e sistema solar trata de todo o processo de modelagem do nosso Sistema Solar, abordando toda sequência histórica dos vários modelos criados expondo algumas das razões que fizeram cada modelo ser adotado em detrimento aos demais. Trata-se de um material bem mais expressivo, se comparado com aquele encontrado nos livros didáticos, cuja análise será tratada nos capítulos posteriores, tanto em quantidade quanto em qualidade, apresentado em uma linguagem bem científica, mas que não constitui obstáculo para a sua completa compreensão. O texto é acompanhado por muitas figuras que exemplificam e ilustram o

que nele esta sendo exposto.

O volume IV é destinado a tratar o eletromagnetismo e o átomo. Este volume não apresenta elementos que se relacionem com a astronomia.

A seguir, temos alguns exemplos que ilustram o material encontrado no PSSC:

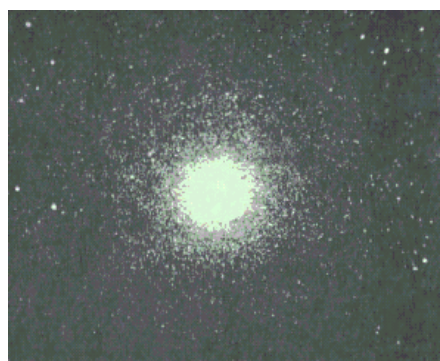


Figura 02-a

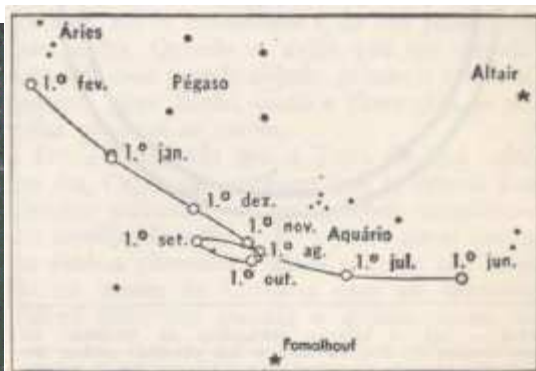


Figura 02-b

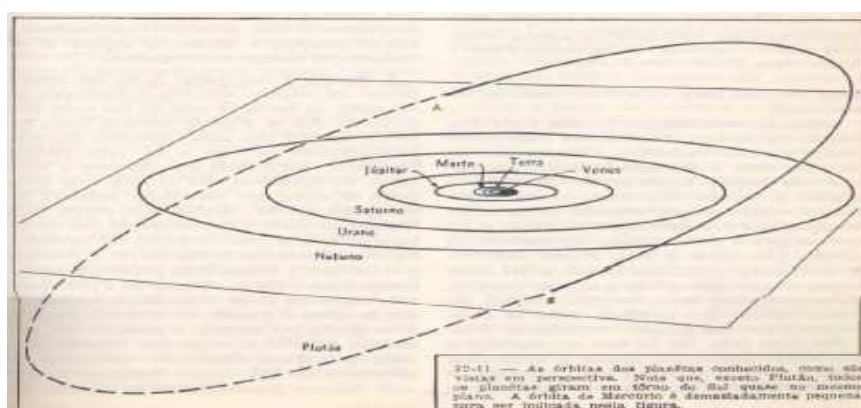


Figura 02-c

Figura 02. Exemplos de elementos de astronomia. Fig. 02-a – Fotografia de um aglomerado globular de estrelas. Fig. 02-b –Trajetória descrita pelo planeta Marte observada da Terra. Fig. 02-c –Órbitas dos planetas conhecidos (ainda incluindo Plutão) que constituem o Sistema Solar .

Fonte: PSSC, Volume 1 página 44 e volume 3 páginas 49 e 57

2.3.2 - A astronomia do Harvard

No projeto Harvard também foram encontrados elementos que se relacionam com a astronomia. A seguir, destacam-se os capítulos onde tais elementos estão presentes:

Unidade 01- Trata do estudo dos movimentos. Neste volume da coleção,

que vai das ordens de grandeza até as leis da dinâmica de Newton, foram encontrados elementos de astronomia caracterizados, principalmente, por fotos e gravuras presentes no texto. Na página 140 deste volume, parte experimental, há uma atividade cujo título é “Astronomia a olho nu”, cujo objetivo é o de promover o contato do estudante com o céu. Infelizmente, todas as cartas presentes nesta atividade estão direcionadas para quem vive no hemisfério norte, o que não reduz a seu valor bastando, para tanto, a substituição das cartas por outras destinadas à observação do hemisfério sul.

Unidade 02 – Este volume (unidade) do projeto é um verdadeiro curso de astronomia, tratando de todos os movimentos observados no céu. Ele trás toda uma descrição histórica da evolução das observações astronômicas desde as eras pré-históricas até sua fase moderna, passando pelo desenvolvimento dos modelos que buscam a representação dos movimentos descritos pelos corpos celestes, discutindo as principais leis que regem estes movimentos bem como descrevendo o sistema solar, chegando ao ápice da gravitação universal de Newton. No decorrer do texto podem ser encontradas relações com a astronomia moderna, com seus telescópios refletores gigantescos.

Em sua parte experimental, este volume é uma verdadeira oficina de astronomia. Inicia-se com a astronomia a olho nu onde o aluno é convidado a explorar o céu descobrindo muito sobre seu próprio planeta, a Terra, e explorando seus vizinhos, como a Lua, o Sol e os demais planetas do Sistema Solar. Além da observação, as atividades práticas também propõem que o observador construa seus instrumentos de observação, utilizando materiais simples e de baixíssimo custo, quando necessário.

Unidade 03 – O terceiro volume do projeto é voltado para o estudo da energia, da conservação do momento linear, da termodinâmica e das ondas. Neste volume pouco material foi encontrado sendo ele representado basicamente por poucas fotos utilizadas para ilustrar o que é tratado no texto.

Unidade 04 – Este volume da coleção é destinado ao estudo do eletromagnetismo. Nele, a quantidade de elementos encontrados também não foi expressiva. Assim como na unidade 3, temos fotos que ilustram o texto sobre o eletromagnetismo.

Unidade Suplementar – Nesta unidade não foram encontrados elementos relacionados com astronomia.

A figura a seguir exemplifica o que foi encontrado no projeto Harvard.



Figura 03-a



Figura 03-b

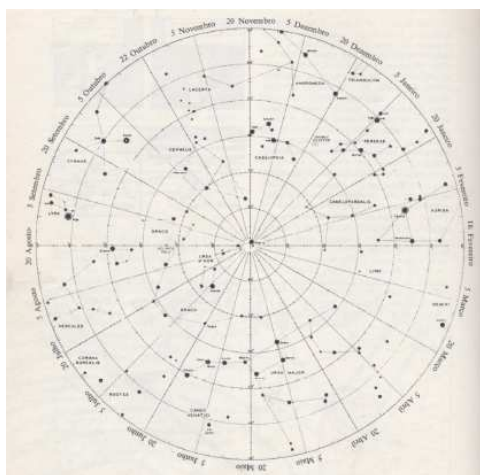


Figura 03 -c



Figura 03-d

Figura 03 – Exemplo o material encontrado no projeto Harvard. Fig.03-a – Fotografia das fases da lua. Fig.03-b – Fotografia estroboscópica mostrando o movimento do Sol. Fig. 03-c – Carta celeste mostrando as principais constelações visíveis do hemisfério norte. Fig. 03-d – Gravura sobre observação do céu – (M. Babinet em sua previsão do retorno de um cometa)

Fonte: Projeto Harvard, Movimentos do céu, páginas 8, 14, 188 .

2.3.3 - A astronomia do PEF

O projeto PEF apresenta 12 volumes destinados ao estudo da mecânica, 9 volumes destinados ao estudo da eletricidade e mais 6 volumes destinados ao estudo do eletromagnetismo.

PEF MECÂNICA – Com exceção do volume 08, que trata das grandezas vetoriais, todos os demais volumes do projeto apresentam elementos que se relacionam com astronomia. Estes elementos aparecem na forma de caixas de textos, gravuras e fotos que, na maioria dos casos têm como função ilustrar o que está sendo exposto no capítulo. São descrições de movimentos de satélites em órbita da Terra, modelagem do sistema solar e o movimento de planetas e seus satélites.

Destaca-se o 12º volume destinado ao estudo da Gravitação.

PEF ELETRICIDADE – Esta parte do projeto, constituída por nove volumes apresenta uma quantidade muito pequena de material relacionado com astronomia, restringindo-se apenas a discutir em um resumo histórico um pouco sobre os modelos do sistema solar.

Com exceção do primeiro volume, todos os demais não apresentam nenhum elemento que pudesse ser classificado.

PEF ELETROMAGNETISMO – Esta parte contém seis volumes. Em apenas dois deles foram encontrados elementos relacionados com astronomia, sendo os volumes 02 e 03, que tratam da estrutura do ímã e do campo magnético, respectivamente. Nele encontramos a descrição da configuração do campo magnético terrestre através de fotos, gravuras e textos.

A seguir, vemos algumas gravuras que ilustram o material encontrado nesse projeto.

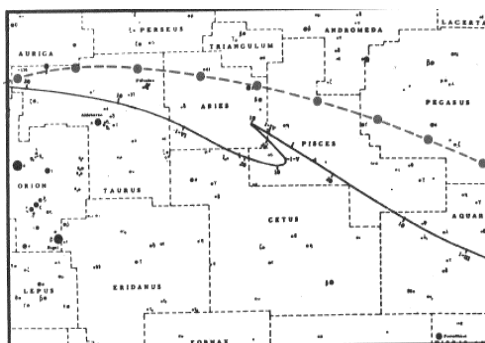


Figura 4-a

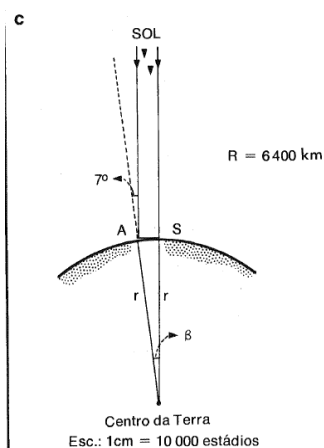


Figura 4-b

Figura 4 – Fig.4-a – Carta celeste mostrando movimento descrito pelo Planeta Mercúrio. Fig.4-b – Gravura que ilustra a determinação do raio terrestre por Erastótenes.

Fonte: Projeto PEF

2.3.4 - A astronomia do PBEF

Por motivos variados, infelizmente não foi possível realizar a análise em todos os volumes deste projeto. No entanto, tal infelicidade não representa fracasso com relação ao objetivo proposto para este trabalho já que foi possível analisar um de seus volumes que é justamente aquele destinado ao estudo do céu. Trata-se da obra “O Céu”

de autoria do professor Rodolpho Caniato. A obra é um verdadeiro curso de astronomia abordando seus conceitos e relacionando-os com atividades lúdicas simples, todas baseadas no que ele mesmo denominou como “o planetário de pobre”. É uma obra de grande valor, muito interessante e que discute a maioria dos conceitos necessários para o trabalho com astronomia em todos os níveis de ensino. Além de servir como material de consulta do professor em busca de conhecimento sobre astronomia, esta obra pode ser utilizada sem problemas em sala de aula bastando, quando necessário, uma adaptação da linguagem utilizada no texto. As atividades, além de poderem ser realizadas com material facilmente encontrado em escolas e de baixíssimo custo, quando necessário, são interessantes e exigem a participação efetiva dos alunos, desenvolvendo também o trabalho em equipe, pouco presente no ensino médio atual.

A figura a seguir mostra alguns elementos que podem ser encontrados no livro “O Céu”:

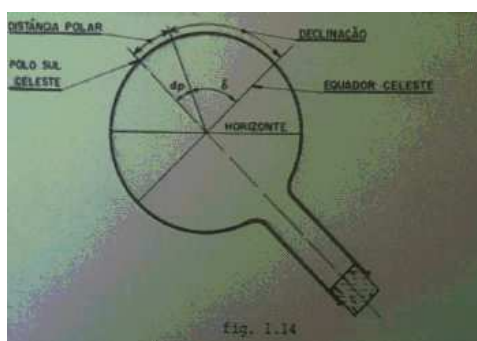


Figura 5-a

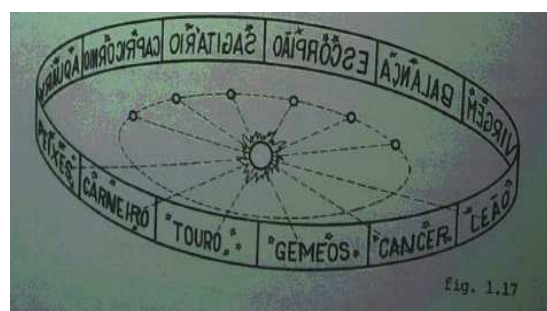


Figura 5-b

Figura 5 – O “planetário de pobre” (fig. 5-a) e o zodíaco (fig. 5-b)

Fonte: Volume I do PBEF, “O Céu”.

2.3.5 - A astronomia do GREF

O Gref é um projeto recente e que apresenta uma versão para professores e outra para os alunos. Constituído por exemplares ricamente ilustrados, em ambas as versões, trata-se de um projeto que apresenta a física sempre relacionando-a com o cotidiano, promovendo a ligação entre os conceitos físicos e a vida diária do aluno.

Embora apresentado nestas duas versões, a sua análise ficou restrita apenas ao quarto volume de mecânica, versão do aluno. Não há um motivo específico para a tomada desta decisão e, portanto, em um momento oportuno ela será reavaliada. Este volume trata quase que exclusivamente de astronomia, abordando alguns de seus

conceitos mais fundamentais para que o aluno possa adquirir um conhecimento geral do assunto. Não se trata de um manual, portanto não ensina técnicas de observação do céu, embora traga experimentos que envolvem observações e que ilustram conceitos físicos importantes. Ele parte da Terra e leva o seu leitor a uma viagem até os confins do universo passando pelo sistema solar, as galáxias, a evolução das estrelas, etc.

Trata-se de uma obra de grande atrativo tanto para os alunos quanto para professores e que pode ser acessada por todos, pois se acha disponível, gratuitamente, para download no site <http://axpfep1.if.usp.br/~gref/> (site de apresentação do projeto) e <http://axpfep1.if.usp.br/~gref/pagina01.html> onde os exemplares estão classificados de acordo com o assunto abordado. Neste último site, o interessado no volume de astronomia deve acessar o item mecânica e baixar o quarto volume.

Abaixo temos um exemplo do tipo de material que pode ser encontrado no Gref.

Chega uma hora em que toda estrela precisa inchar, inchar, inchar ...

Quando a estrela passa a queimar combustível cada vez mais nas regiões superficiais, sua atmosfera aquece e se expande. A estrela torna-se uma gigante vermelha. As camadas mais exteriores da estrela se expandem e com isso se esfriam e brilham menos intensamente, passando por isso a ter uma cor vermelha. É uma fase onde a estrela passa por grandes modificações em um tempo curto se comparado à sua fase anterior. Quando isso começar a ocorrer ao nosso Sol, a Terra, se ainda existir, irá sumir do mapa.

Até aí tudo bem. Quase todas as estrelas chegam nessa fase mais ou menos da mesma forma. Mas o que acontece depois dela ter se tornado uma gigante vermelha?

A vida da estrela após o estágio de gigante vermelha vai depender da sua massa. Vamos dividir em dois grupos: primeiro as estrelas que de pequenas massas e depois estrelas de grandes massas.

.. e a morte das grandes

No fim da fase gigante vermelha, o núcleo das estrelas de grande massa podem colapsar causando uma grande explosão, chamada supernova. Às vezes isso provoca um brilho maior que uma galáxia inteira durante um certo tempo. Se sobrar algum "caroço" após a explosão, ele pode se tornar algo muito interessante, dependendo de sua massa.

ESTRELAS DE NÊUTRONS

Um "caroço" com massa entre 1,5 e 3 massas solares diminui se transformando numa estrela muito pequena e muito densa, chamada estrela de nêutrons. Essas estrelas têm cerca de 10 km de diâmetro. Em uma colherinha de chá de sua matéria teríamos cerca de um bilhão de toneladas.

BURACO NEGRO

Se a massa do caroço for maior do que três massas solares então ele se contrai, se contrai, se contrai, até se transformar num voraz buraco negro. Um buraco negro é portanto uma das maneiras de uma estrela de grande massa morrer.

CUIDADO! NÊUTRONS, BURACOS NEGROS E AS QUESTÕES DA PROVA NA PÁGINA A SEGUIR ...

Figura 6 – Estudo da evolução estelar.

Fonte: Projeto GREF, versão estudante, volume IV, mecânica.

No estudo dos projetos constatamos a existência de propostas de ensino de astronomia em todos eles. Estas propostas se apresentam bem estruturadas, com um conteúdo abrangente e muito bem fundamentado, que aborda desde a astronomia antiga até os processos modernos de observação do céu, onde são utilizados instrumentos e técnicas modernas para descrever os fenômenos astronômicos mais frequentemente observados como eclipses, movimento do Sol no céu, movimento dos planetas, estações do ano etc.

Não há grandes diferenças entre os projetos no que se refere à forma de apresentação dos conteúdos abordados. De todos eles, acredito que o projeto Harvard apresenta um conteúdo mais abrangente e mais organizado. Este projeto, como exposto no texto, possui em seu segundo volume um curso quase que completo de astronomia, fato esse também observado no PBEF. Em ambos os casos, o professor pode explorar com seus alunos uma grande variedade de aplicações relativas à observação do céu, merecendo destaque o PBEF, que é um curso interativo de astronomia. Quanto ao Gref, ao PSSC e o PEF, suas abordagens são semelhantes, sendo a do Gref mais atual, empregando muitos quadrinhos e com uma linguagem mais usual, focada nos atrativos visuais e de fácil compreensão para o aluno, além de apresentar algumas possibilidades simples de experimentos realizáveis em ambiente escolar por utilizarem material de fácil obtenção.

3 - IDENTIFICANDO A ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS

Com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1996, o Brasil inicia um novo momento da educação, onde o ensino médio passou a ser obrigatório fazendo parte da educação básica. Em meio a essa reforma educacional, com o Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM), seus alunos passaram a contar com o livro didático, sua principal fonte de informações. O governo federal vem realizando ações com o objetivo de ampliar o programa de distribuição do livro didático, permitindo que hoje sua distribuição atingisse todas as disciplinas do nível médio e, garantindo aos alunos da rede pública de ensino, acesso gratuito um livro didático de qualidade.

O livro de Física, objeto de estudo deste trabalho, também passou a ser distribuído pelos órgãos do governo federal, passando a fazer parte de uma relação disponibilizada aos professores. Esta relação, no ano de 2007, encaminhada às escolas da rede pública de ensino, na forma da Portaria nº 366, de 31/01/2006, apresentava ao professor os exemplares analisados e selecionados pelo MEC, a fim de que ele pudesse optar por aquele exemplar que fosse julgado mais adequado à sua prática docente e à realidade à qual se encontra inserido. Por este motivo exige-se do professor, no ato da sua escolha, uma reflexão consciente e profunda sobre a sua posição dentro do processo ensino-aprendizagem, pela qual a interação entre o material por ele escolhido, seus alunos e ele mesmo, resultará ou não na consolidação da aprendizagem.

No Brasil, devido à sua vasta extensão territorial e às muitas dificuldades, muitas são as escolas onde o livro didático é o único material disponível para os alunos e professores. Por esse motivo este recurso assume o papel de principal, senão única, fonte de informação e referencial para o planejamento das aulas. *“Assim, um livro didático não pode conter informações incorretas, porque levariam seus usuários a operarem com significados inadequados para a vida que vivem”* (LAJOLO, 1996)

O livro didático constitui um campo para pesquisa e já conta com várias publicações relativas aos conteúdos de Física como, por exemplo, Pacheco (1979) que investiga os exercícios dos livros de Física mais utilizados na região de Campinas tomando como referência a Taxionomia de Bloom; Piassi (1995) que analisa a proposição de ensino de Física de um livro didático convencional com as de projetos como PSSC, PEF e GREF, Pimentel (1998) que analisou o conteúdo de física presente em livros de ciências de 5ª a 9ª séries, destacando os erros encontrados em seu conteúdo

e caracterizados por imprecisões conceituais, experimentos fantasiosos ou com resultados irreais, experimentos incorretos cuja montagem indicada não funciona ou que, mesmo montados corretamente não oferecem os resultados esperados, presença de ilustrações exibindo dimensões artificiais e a indução às situações de riscos na execução de experimentos; Vilas Boas (1999) que compara a estrutura de conteúdos da Mecânica de um livro convencional e do projeto GREF, evidenciando a fragmentação da proposição de ensino do primeiro; Wuo (2003) que apresenta uma perspectiva do ensino de Física através da análise dos livros didáticos, a partir do século XIX; Martins e Silva (2008) que pesquisam as imagens nos livros de Física relacionando seu nível de realidade/ abstração aos graus de iconicidade ; Martins e Ribeiro (2007) que realizam uma análise de algumas narrativas contidas nos livros didáticos de Física, considerando-as como elemento estruturador do pensamento e disseminador da cultura científica; Barros (2008) que trata dos experimentos contidos nos livros didáticos de física do ensino médio procurando identificar seus objetivos tomando como referência as competências a serem desenvolvidas propostas nos PCN+ e Reis (2008) que analisa as leituras complementares dos livros didáticos de física e revela que embora elas contextualizem os conteúdos da Física não contextualizam o ensino de Física na perspectiva dos objetivos propostos nos PCN.

O presente trabalho constitui, portanto, mais uma contribuição no universo dos trabalhos com o livro didático, buscando identificar nele elementos da Astronomia, trabalho este que ainda não foi realizado tomando-se como objeto de análise os livros didáticos de Física do ensino médio.

3.1 - Afinal, o que pode ser considerado Astronomia?

Para iniciar o processo de análise dos livros didáticos foi preciso caracterizar melhor o que é a Astronomia. Nesta etapa do trabalho procurei levantar em sites, enciclopédias e dicionários uma definição para esta ciência de forma a identificar quais os tipos de elementos poderiam ser considerados como relacionados a ela. As fontes consultadas e as respectivas definições podem ser vistas a seguir:

1. Astronomia é a ciência que trata da constituição, da posição relativa e dos movimentos dos astros. Astro – designação comum a todos os corpos celestes.
(FERREIRA, 1986)
2. Astronomia - Ciência que estuda a posição, os movimentos e a constituição dos corpos celestes. // Astronomia matemática, a que trata

do cálculo das forças que atuam sobre os astros. // Astronomia física, a que estuda as condições físicas dos astros. // Astronomia náutica, o conhecimento da posição e movimento dos astros aplicado à navegação.

(HOUAISS, 2007)

3. Astronomia, que etimologicamente significa "lei das estrelas" (do Grego: *ἀστρο* + *νόμος*), é uma ciência que envolve a observação e a explicação de eventos que ocorrem fora da Terra e de sua atmosfera. Estuda as origens, evolução e propriedades físicas e químicas de todos os objetos que podem ser observados no céu (e estão além da Terra), bem como todos os processos que os envolvem.

(ASTRONOMIA, 2007)

4. Astronomia, ciência que se ocupa dos corpos celestes do Universo, incluindo os planetas e seus satélites, os cometas e meteoritos, as estrelas e a matéria interestelar, os sistemas de estrelas chamados galáxias e os agrupamentos de galáxias.

(ENCARTA, 2001)

5. A Astronomia é a ciência do céu, e o céu é tudo que existe, é o espaço incomensurável que envolve tudo, e o conjunto de estrelas cada uma delas um sol; é o sistema planetário, é Júpiter, Saturno, Marte, Vênus, é enfim nosso planeta, a Terra, que como os demais, gravita isolada no espaço. É a ciência do infinito e da eternidade, ela abarca tanto as origens como os extremos limites do futuro. A Astronomia tem por fim fazer-nos conhecer o Universo onde nos encontramos e do qual fazemos parte.

(Nicolini, 1991)

6. A astronomia é, em sua essência, a ciência da observação dos astros.

(Mourão, 1977)

Como as definições e caracterizações acima expõem, a astronomia é a ciência que engloba todos os fenômenos que ocorrem no céu. Portanto, ficam determinados quais são os tipos de elementos a serem considerados na análise dos livros didáticos, sendo eles caracterizados pela observação dos planetas e suas luas, dos asteróides, dos cometas, das estrelas, das constelações, das Galáxias e das Nebulosas. Tudo isso constitui, sem sombra de dúvidas, estudo astronômico. No entanto, a observação de satélites e da estação espacial durante as suas passagens sobre alguma localidade, as auroras, bem como de fenômenos que ocorrem na atmosfera, como os meteoros e os meteoritos, também constituem observações astronômicas.

Conhecendo então as características dos elementos que constituem o campo da astronomia, foi dado início ao trabalho de análise dos livros didáticos, processo esse descrito no item que segue.

3.2 – Escolha do material de análise

Analisar um livro didático me pareceu, em um primeiro momento, uma tarefa simples. No entanto, talvez tenha sido esta uma das etapas mais complexas na produção deste trabalho. De início foi necessário estabelecer quais os livros de física que seriam submetidos à análise. Existe no mercado editorial um vasto acervo de livros de didáticos de física e, visando evitar que o volume de obras analisadas se tornasse muito grande, o que poderia comprometer em muito o processo de análise das mesmas, resolvi tomar como referência a relação daqueles indicados pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM), divulgados na Portaria n.º 366 de 31 de janeiro de 2006.

Tal escolha se deve ao fato de que os exemplares em questão já passaram por um processo prévio de análise para figurarem na lista do PNLEM, o que assegura um trabalho com os exemplares a serem enviados aos professores das escolas públicas sendo posteriormente adotados por eles em seu trabalho. Assim, pode-se supor com relativa margem de segurança, que pelo menos um dos livros analisados aqui estará disponível na biblioteca do professor.

Mesmo sendo a relação dos livros presentes no PNLEM suficiente para constituir o universo da pesquisa aqui proposta, resolvi incluir, ainda, um autor que não consta do PNLEM. Isto porque, antes de o governo tomar a iniciativa da distribuição gratuita do livro didático, o professor já adotava em sua escola algum outro exemplar, esteja ele ou não, presente no PNLEM. A experiência como professor aliada aos cursos já freqüentados no passado, bem como os encontros com outros professores de física indicaram que uma boa escolha para compor a relação dos livros analisados seria algum volume único, que pelo baixo preço e longa vida útil, é largamente empregado no trabalho na escola. Outro fator determinante na escolha foi o de tomar um exemplar que representasse o segmento dos livros tradicionais de física. Este segmento, ainda bem expressivo, não consta do PNLEM, mas ainda continua sendo utilizado nas escolas pelos professores desta disciplina. Assim sendo, ficou estabelecido que, além dos exemplares do PNLEM seriam examinados mais uma coleção de volume único e uma de 3 volumes. Os livros analisados neste trabalho estão listados no quadro a seguir:

	Autores	Título da Obra	Volumes	Editora	Nº de Páginas	Ano
Obra A	Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga	Física Ensino Médio	3	Scipione	Vol. 1 – 391 Vol. 2 – 400 Vol. 3 – 416	2006
Obra B	José Luiz Sampaio e Caio Sérgio Calçada	Universo da Física	3	Atual	Vol. 1 – 465 Vol. 2 - 520 Vol. 3 – 500	2005
Obra C	Paulo César Penteado e Carlos Magno Torres	Física, Ciência e Tecnologia	3	Modern a	Vol. 1 – 230 Vol. 2 – 231 Vol. 3 – 262	2005
Obra D	Alberto Gaspar	Física	1	Ática	552	2007
Obra E	Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano	Física	1	Scipione	472	2007
Obra F	José Luiz Sampaio e Caio Sérgio Calçada	Física	1	Atual	472	2005
Obra G	José Roberto Bonjorno Regina Azenha Bonjorno Valter Bonjorno Clinton Márcico Ramos	Física, História e Cotidiano	3	FTD	Vol. 1 – 488 Vol. 2 – 424 Vol. 3 – 453	2003
Obra H	José Roberto Bonjorno Regina Azenha Bonjorno Valter Bonjorno Clinton Márcico Ramos	Física, História e Cotidiano	1	FTD	672	2005



PNLEM



OUTROS

QUADRO (1) - Obras analisadas

Fonte: Dados da pesquisa

Em um primeiro momento a análise dos livros teve como objetivo fazer um levantamento exaustivo de tudo aquilo que estivesse presente em seu conteúdo e que se relacionasse com astronomia, tomando-se como referencial as características dos elementos a serem considerados que foram especificadas no item anterior. Assim sendo, qualquer texto, caixa de texto, figura, gravura ou outro elemento que pudesse, de algum modo, ser associado à astronomia, foi considerado. Assim, um a um, os livros foram analisados sempre com o cuidado de evitar a análise simultânea de dois ou mais

exemplares, procedimento este que poderia comprometer o registro do material encontrado.

Após este primeiro momento, em que já era possível ter um panorama geral de tudo o que havia sido selecionado, foi possível notar algo que não foi surpresa. O maior volume de conteúdos relacionados com astronomia encontrados nos livros aparecia, predominantemente, no capítulo onde se trata da gravitação universal. Outros elementos astronômicos apareciam ao longo do desenvolvimento de temas específicos da física como mecânica, óptica etc, ilustrando o seu conteúdo ou como tentativa de relacioná-lo com o cotidiano do aluno.

Durante o transcorrer desse processo de levantamento, foi identificada presença de elementos relacionados com astronomia nos exercícios. Tais elementos, presentes nos exercícios, possuem a função de contextualizar o que se acha exposto em seu enunciado, ou como de objeto que servirá para medição ou para o cálculo de grandezas como velocidade, deslocamento escalar, arco etc. De início, o material presente nos exercícios foi visto apenas como uma cópia de certos elementos já identificados no desenvolvimento do texto e, portanto, não trariam nenhuma contribuição para o processo de análise e foram excluídos. Muito pelo contrário, a inclusão dos mesmos apenas tornaria o processo de análise complexo. Esta complexidade estaria no fato de estarmos analisando material de duas naturezas bem distintas simultaneamente. Mais tarde, tal decisão foi repensada e resolveu-se, então, não apenas incluir os exercícios, mas também tratá-los em uma parte separada dos demais elementos já identificados.

Assim, em função dos diferentes objetivos que puderam ser inferidos da forma com que os conteúdos da astronomia aparecem nos livros, optamos por caracterizar a sua presença organizando-os em 3 grupos:

G1 – Complementos de textos

G2 – Exercícios

G3 – Gravitação

No primeiro grupo estão todos os excertos distribuídos ao longo dos textos, tendo como finalidade ilustrar o que neles se acha presente, relacionando-o a algum fenômeno ou com algum aparato tecnológico que emprega o princípio físico tratado no texto como fundamento para seu funcionamento. Também foram incluídas as caixas de texto que possuem, dentre outros objetivos, o de divulgar as conquistas da física com

relação à observação e ao conhecimento do universo.

O segundo grupo é composto pelos elementos presentes nos exercícios. Estão inseridos aqui todas as gravuras, foto e textos que façam referência a astronomia, mesmo que já tenham sido catalogados em um dos demais grupos. Isto se justifica pelo fato de que o elemento presente em um exercício pode estar inserido em um contexto diferente daquele no qual se acha inserido quando presente no decorrer do capítulo.

O terceiro grupo inclui todos os conteúdos relativos à Astronomia presentes no capítulo de Gravitação Universal e que, de um modo bastante geral, se restringe basicamente a um breve tratado a respeito dos modelos criados para explicar a mecânica do sistema solar, à discussão das Leis de Kepler, da Lei da Gravitação Universal de Newton e algumas de suas aplicações como o movimento dos satélites, as marés e um pouco sobre exploração do espaço.

A seguir, cada um dos grupos será analisado separadamente, com critérios definidos da articulação dos elementos astronômicos presentes e os objetivos do ensino de física propostos nos PCN+ (ORIENTAÇÕES COMPLEMENTARES AOS PCN. BRASIL, 2002).

3.3 - Análise dos complementos dos textos (Grupo G1)

3.3.1 – Uma visão geral dos excertos

Os excertos que foram encontrados na análise dos livros e que se acham inseridos no desenvolvimento do conteúdo de física destinam-se, em sua maioria, a promover uma melhor compreensão do que se acha exposto no texto. Constituem-se de gravuras, fotos, pequenas biografias e caixas de texto, destacados do conteúdo do livro ou agregado a eles, sempre como uma forma de permitir ao leitor a visualização, mesmo que muito simplificada, dos fenômenos por meio de fotos ou de diagramas esquemáticos, que representem da forma mais clara possível, aquilo sobre o que se fala.

A seguir, temos alguns exemplos destes excertos para que o leitor possa ter uma idéia da sua natureza.

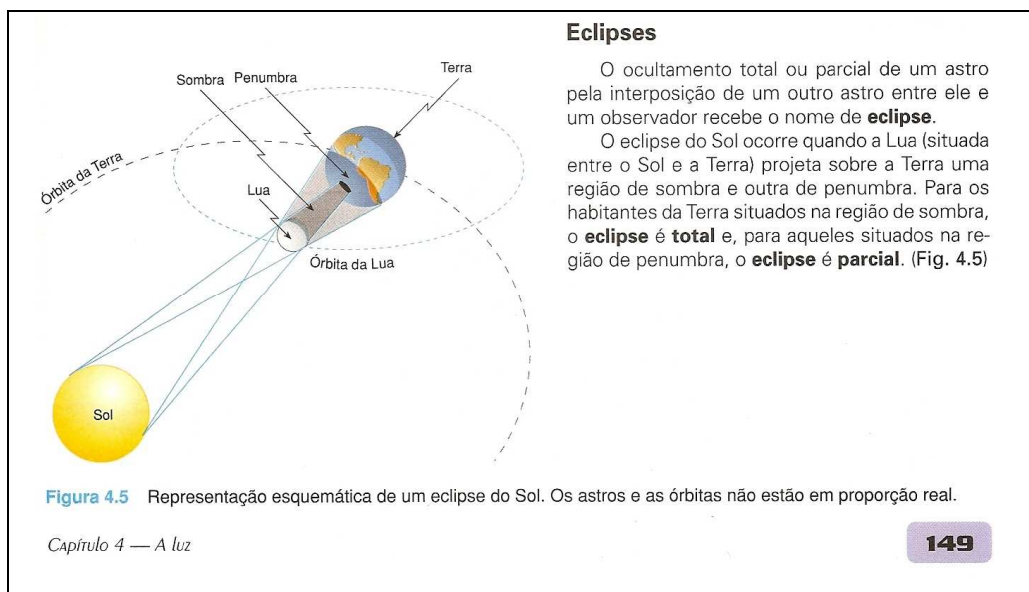


Fig. 7 – Exemplo 01

Fonte: Penteadó e Torres. V2, p. 149, 2005.

Este trecho encontra-se no capítulo que trata da Luz. Seu emprego tem como objetivo apresentar um exemplo, observável no cotidiano do aluno, dos efeitos resultantes da propagação retilínea da luz, assunto tratado neste capítulo da obra.

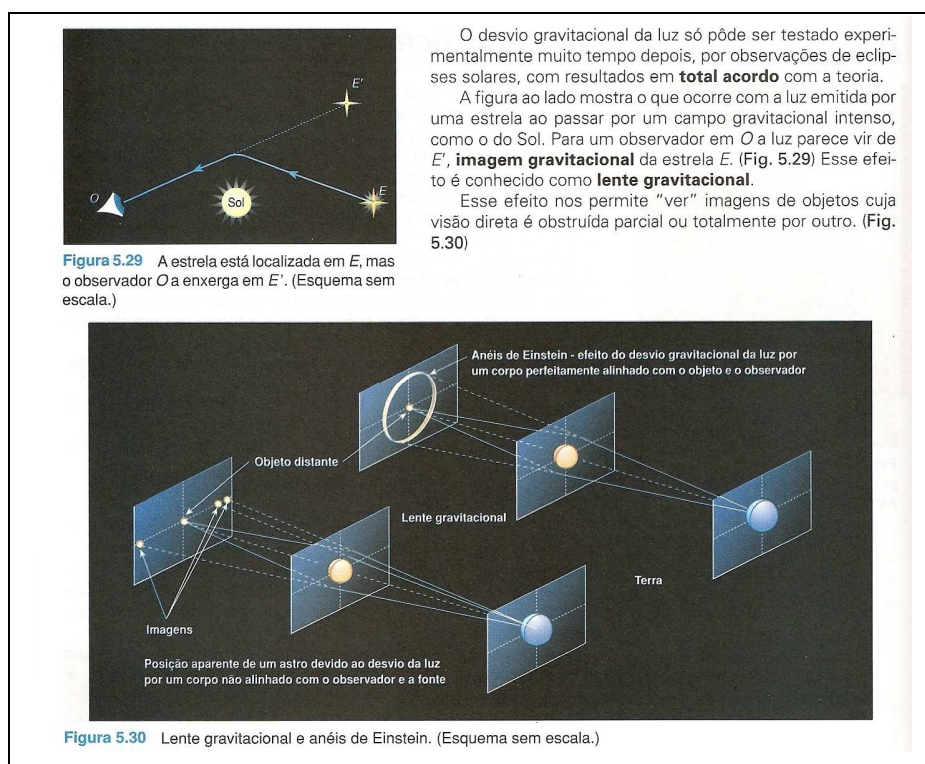


Fig. 08 – Exemplo 02

Fonte: Penteadó e Torres. V. 3, p.204, 2005.

O Exemplo acima é parte do texto sobre Noções de Relatividade Geral e mostra o desvio da luz, provocada pela curvatura do espaço-tempo, efeito provocado pela presença de corpos massivos no universo. Ainda neste mesmo exemplo, a segunda gravura esquematiza as lentes gravitacionais, outro efeito provocado pela curvatura do espaço-tempo e que permite a observação indireta dos astros que se acham eclipsados por uma estrela ou um corpo massivo que se interpõe entre eles e o seu observador.

O número de excertos contendo elementos da astronomia presentes nos livros didáticos não é desprezível.

No quadro G1-A se pode ver a presença destes elementos em cada uma das obras analisadas.

	Autores	Volumes	Nº de excertos
Obra A	Máximo e Alvarenga	3	Vol. 1 – 19 Vol. 2 – 32 Vol. 3 – 11 Total = 62
Obra B	Sampaio e Calçada	3	Vol. 1 – 53 Vol. 2 – 33 Vol. 3 – 14 Total = 100
Obra C	Penteado e Torres	3	Vol. 1 – 6 Vol. 2 – 7 Vol. 3 – 11 Total = 24
Obra D	Gaspar	1	Total = 21
Obra E	Gonçalves Filho e Toscano	1	Total = 26
Obra F	Sampaio e Calçada	1	Total = 25
Obra G	Bonjorno, Bonjorno e Ramos	3	Vol. 1 – 9 Vol. 2 – 21 Vol. 3 – 4 Total = 34
Obra H	Bonjorno, Bonjorno, Bonjorno e Ramos	1	Total = 21

Quadro G1A: Frequência de excertos

Fonte: Dados da Pesquisa

Do quadro G1A é possível observar que todas as obras utilizam elementos da astronomia para exemplificar ou complementar o desenvolvimento do conteúdo da física. A obra B é aquela que mais utiliza dessas situações com 100 excertos, seguida

da obra A com 62 (perto da metade de B). As duas outras obras C e G de 3 volumes utilizam menos situações, sendo apenas da ordem de 30, ou seja, um terço da obra B. Todas as coleções de volume único apresentam número semelhante de excertos, da ordem de 25 situações.

Na obra B, cerca de 50% dos excertos estão no volume 1, onde estão desenvolvidos conteúdos de Mecânica. São geralmente gravuras e fotos empregados para ilustrar aquilo que está sendo tratado no texto do capítulo.

Algumas destas gravuras são esquemas utilizados para representar as trajetórias descritas pelos corpos celestes como a órbita da Terra ao redor do Sol ou a trajetória descrita pela Lua em torno da Terra, ou para esquematizar as etapas de ocorrência de algum fenômeno astronômico como a duração do dia ou o movimento retrógrado planetário. Abaixo, temos o trecho extraído da página 224 da obra B, capítulo que trata da cinemática angular, onde podemos ver um exemplo deste tipo de ocorrência.

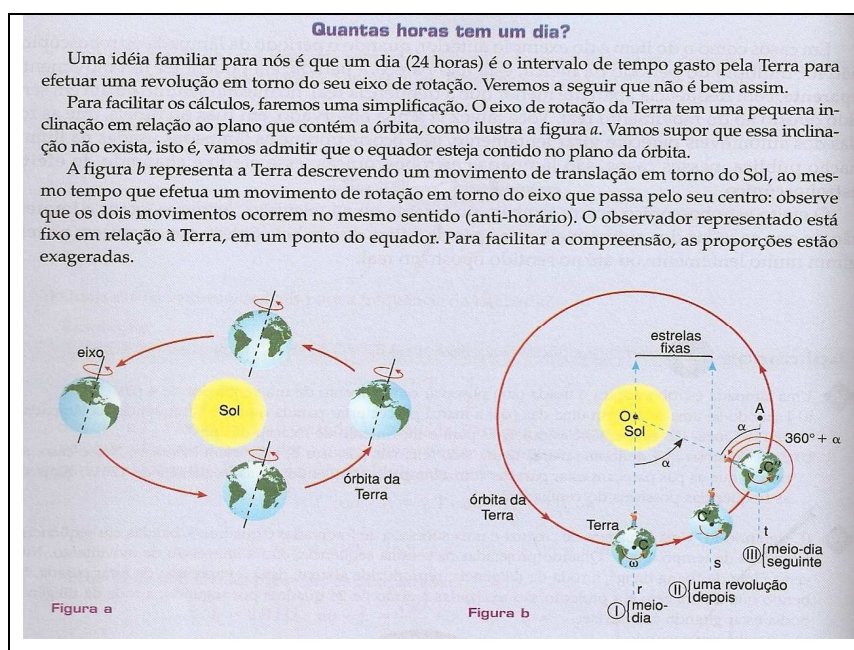


Figura 09 – Exemplo 03

Fonte: Sampaio e Calçada. V. 1, p. 224, 2005

Este tipo de ilustração é empregado mesmo quando o assunto tratado não evidencia diretamente o motivo pelo qual ela se encontra ali. Como exemplo, a gravura do sistema Sol-Terra-Lua a seguir é usada como único exemplo para ilustrar o capítulo sobre sistema de partículas, forças externas e internas.

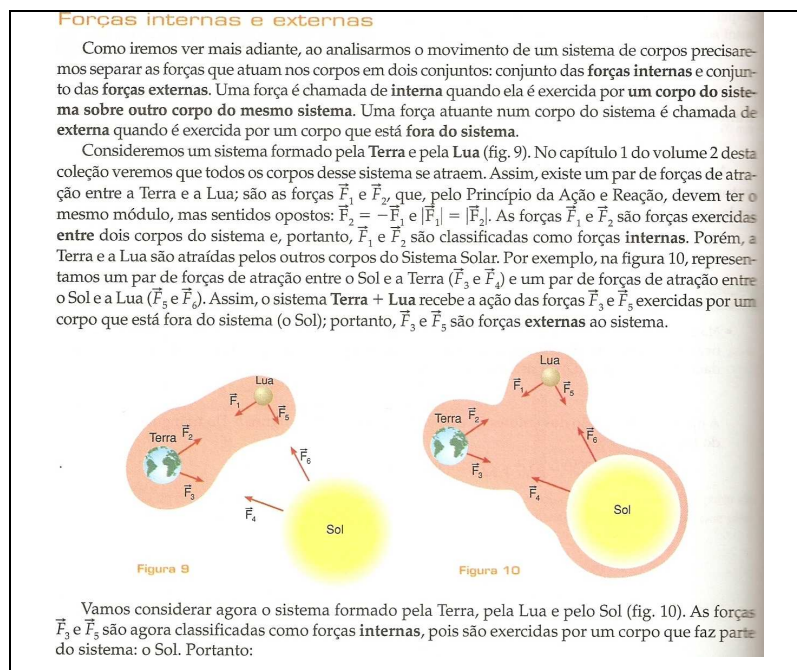


Fig. 10 – Exemplo 04

Fonte: Sampaio e Calçada. V1, p. 400, 2005

Na obra A o maior número de excertos, cerca de 50%, aparecem no volume 2, no desenvolvimento da óptica. São, em sua maioria, gravuras e fotos utilizadas, da mesma forma que ocorre na obra B, para exemplificar o que se acha exposto no texto ou em caixas de texto. Abaixo, temos um trecho extraído do volume 2, obra A, capítulo sobre refração da luz, que exemplifica o que foi exposto neste parágrafo.

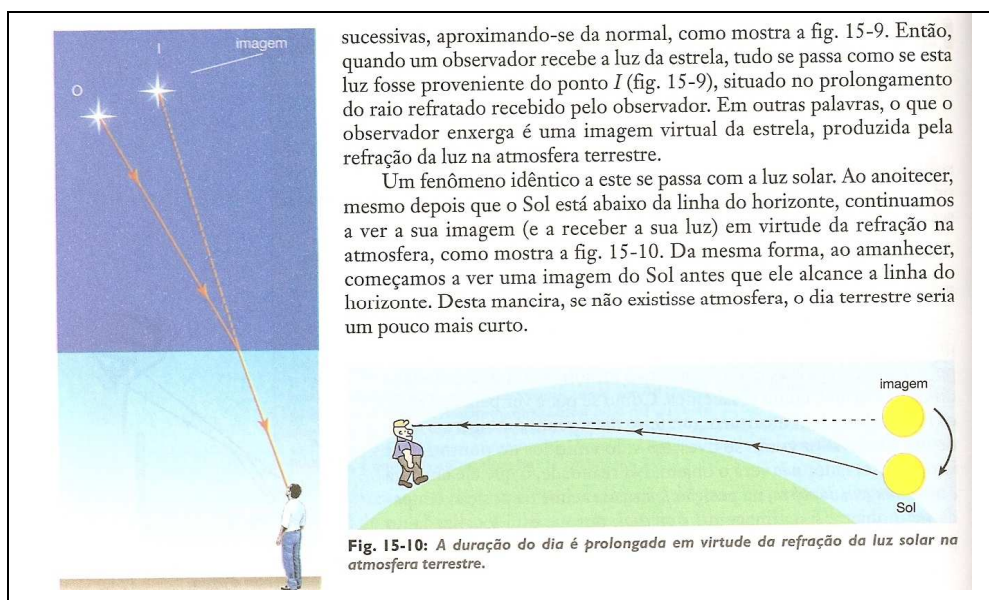


Figura 11 – Exemplo 05

Fonte: Alvarenga e Máximo. V2, p. 246, 2007

Na obra C aparecem em todos os volumes que a constituem, sendo a maior frequência dos mesmos ocorre no terceiro volume desta coleção, diferentemente das

obras anteriores. Na obra G, os excertos apresentam uma maior concentração nos volumes 1 e 2 que tratam da mecânica, da óptica, da ondulatória e da termodinâmica. Embora poucos, da ordem de 4 apenas, os excertos presentes no volume 3 destinam-se a tratar temas relacionados com as teorias a respeito do universo como, por exemplo, sua origem.

Nos volumes únicos, os excertos encontrados distribuem-se de uma maneira semelhante, sendo que a maioria deles, próximo de 50%, se encontra na parte que trata da mecânica. Em seguida vem a óptica, com cerca de 25%, ficando os demais excertos distribuídos entre eletromagnetismo, ondas e física moderna.

A análise do contexto em que estes excertos aparecem evidencia que eles são inseridos com o propósito de exemplificar o desenvolvimento de um dado conteúdo, mas em nenhum momento se explicita a astronomia presente em cada um deles. O exemplo 1 deixa clara esta postura quando vemos que ele não explorou a astronomia presente na gravura, deixando de fazer referências ao alinhamento dos três astros que é o evento astronômico responsável pela ocorrência do eclipse. Esta tendência é observada em todos os excertos, exceto naqueles que se acham presentes em capítulos que tratam da física moderna. O exemplo 2, sobre lentes gravitacionais, que foi extraído do capítulo sobre Relatividade, deixa evidente a astronomia que se acha presente em seu conteúdo.

Além disso, em momento algum os modelos, para os quais os excertos servem como exemplos, são relacionados de forma explícita com o mundo cosmológico, dando a impressão de que não se aplicam em situações que ocorram em outras regiões do universo.

O conteúdo explorado nos excertos é abordado sempre de forma superficial, nunca aprofundada, como vemos no excerto 3. Ele trata das forças caracterizando-as como internas ou externas a um dado sistema, mas não se refere, em momento algum, à sua natureza gravitacional e ainda deixando evidente um erro simples facilmente identificável na gravura, que são as forças representadas no Sol. Note que os vetores neste astro são maiores do que nos demais.

3.3.2. Os temas dos excertos

Após esse levantamento dos conteúdos de astronomia ao longo do texto, algumas tentativas de classificação dos mesmos foram realizadas procurando

caracterizá-los de maneira a evidenciar elementos que possibilitassem inferências de natureza conceitual, científica e educacional. Em um primeiro momento, tentou-se classificá-los utilizando como dimensões de análise, as três unidades temáticas sugeridas nos PCN+ de Física para a organização dos assuntos a serem tratados no tema Universo, Terra e Vida. Assim, foram estabelecidas como categorias: Terra e Sistema Solar; Universo e sua Origem e Compreensão Humana do Universo.

Esta tentativa, no entanto, não se mostrou adequada, pois gerou dificuldades na classificação dos elementos e na sua interpretação, pois a grande maioria se classificaria na primeira dimensão. Mediando os temas de astronomia identificados nos livros didáticos e as unidades temáticas dos PCN+, foi feita uma nova tentativa de classificação elegendo quatro novas dimensões de análise. Estas novas dimensões foram: Terra; Lua; Sistema Solar e Universo.

Esta escolha pareceu bem mais apropriada que a anterior, mas, ainda não evidenciava algumas características que eram relevantes no processo de análise e de tabulação dos dados, principalmente na dimensão Sistema Solar que foi dividida em Sistema Terra/Sol/Lua: envolvendo apenas relações entre estes 3 astros e Sistema Solar: envolvendo todos os elementos deste sistema, excluindo as relações da dimensão Sistema Terra/Sol/Lua. Estas quatro dimensões: D1: Terra; D2: Sistema Terra/Sol/Lua; D3: Sistema Solar e D4: Universo, acabaram servindo de referencial para a análise dos elementos identificados ao longo dos textos nos livros didáticos.

Dimensão D1: Terra

Nesta dimensão estão os excertos que abordam características, propriedades e fenômenos que ocorrem na Terra, independente de sua relação com outros astros. São exemplos, a apresentação de valores relacionados com as dimensões da Terra, cálculo da velocidade de escape na Terra, a relação entre gravidade e peso na superfície da Terra ou a representação de satélites de comunicação ao redor da Terra.

A seguir, temos alguns exemplos de excertos que se acham classificados nesta dimensão:

afastamos do planeta, a força da gravidade vai diminuindo. Próximo à superfície da Terra, entretanto, a força da gravidade diminui muito pouco, uma vez que, até uma altura próxima de 10 000 m, o módulo do campo gravitacional terrestre é, aproximadamente, 9,8 N/kg; logo, a força gravitacional é praticamente constante. Na tabela 2, está indicado o valor da gravidade terrestre em algumas altitudes, em que sua variação é significativa.

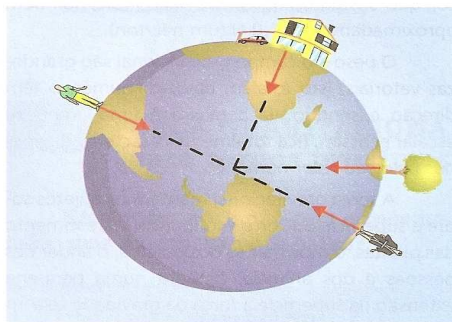


Figura 6: A força da gravidade sempre aponta para o centro da Terra. Sua unidade no SI é o newton (N).

Altitude em relação ao nível do mar (em km)	Valor aproximado da gravidade terrestre (em N/kg)	Valor aproximado do peso de um objeto de massa 1 kg (em N)
0 (superfície)	9,8	9,8
6 400	2,5	2,5
12 800	1,1	1,1
337 400	0,003	0,003

Tabela 2

Figura 12 – Exemplo 06


Fonte: Filho e Toscano. V Único, p. 20, 2007.

A gravura acima foi extraída do capítulo que trata do estudo das forças. Ela é empregada no texto com o objetivo de caracterizar a força da gravidade que o nosso planeta exerce sobre os corpos próximos à sua superfície. Podemos ver que ela mostra uma característica desta força que é sua orientação para o centro da Terra qualquer que seja a posição considerada em sua superfície. Ela também é utilizada para mostrar como é a orientação dos corpos, árvore, casa, pessoas, na superfície da Terra quando localizados em pontos diferentes, assunto este de difícil compreensão.


Além destas abordagens, a gravura e o texto associado a ela fazem uma breve discussão a respeito da variação desta força com a altitude, explicitando o fato de que ela diminui à medida em que nos afastamos da superfície do nosso planeta.

CAPÍTULO 1


O que é Física




Keremak



Keremak



Tony Stone



Keremak

De modo geral, os dicionários dizem que a Física é a ciência que estuda a natureza. Mas que parte da natureza?

Em geral, quando se começa a estudar uma disciplina, a primeira curiosidade é saber do que ela trata. Assim, ao iniciar neste momento o estudo da Física, você deve estar se perguntando: “Mas, afinal, o que é Física?”.

Figura 13 – Exemplo 07

Fonte: Sampaio e Calçada. V.1, p.2, 2005.

Na composição de fotos acima, uma delas é uma foto da Terra que, embora esteja sendo empregada para a abertura do capítulo que trata do assunto “o que é física”, não tem qualquer referência feita a seu respeito no texto. Desta forma não fica explícito o motivo pelo qual ela foi aqui inserida. Mesmo assim, podemos notar que esta foto, embora exiba apenas um pequeno trecho do nosso planeta, deixa evidente algumas de suas características, dentre elas, a forma esférica da Terra, aqui evidenciada pela curvatura e pelo reflexo da luz solar em sua superfície. Podemos identificar também, partes mais escuras em sua superfície que podem indicar a presença de superfície líquida, os oceanos.

Ambos os exemplos acima apresentam características ou propriedades de nosso planeta, sem relação com os demais, sendo justificada, desta forma, sua classificação como exemplos de excertos da dimensão Terra.

Dimensão D2: Sistema Terra-Sol – Lua

Em função dos fenômenos astronômicos diretamente observáveis da superfície da Terra e ao mesmo tempo significativos para as transformações e conservações de fenômenos naturais, nesta dimensão estão as características, propriedades e fenômenos que ocorrem da relação espaço - temporal dos astros: Sol-Terra e Lua. São exemplos os movimentos de rotação e translação da Terra em torno do Sol, os fenômenos dos eclipses ou das marés ou o aquecimento da Terra pela luz solar.

Exemplos de excertos desta dimensão podem ser visualizados a seguir.

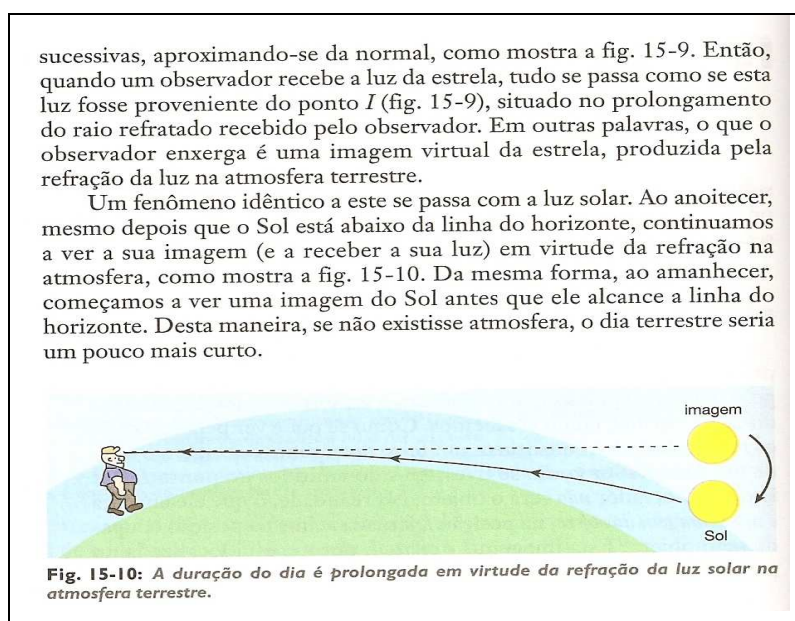


Figura 14 – Exemplo 08

Fonte: Alvarenga e Máximo. V2, p. 246, 2007.

A gravura deste exemplo se acha inserida no capítulo sobre refração da luz e integra parte do texto que trata dos fenômenos relacionados com a refração da luz. O autor aborda a posição aparente do sol no céu, próximo ao horizonte e utiliza a gravura anterior para esquematizar o que está exposto no texto.

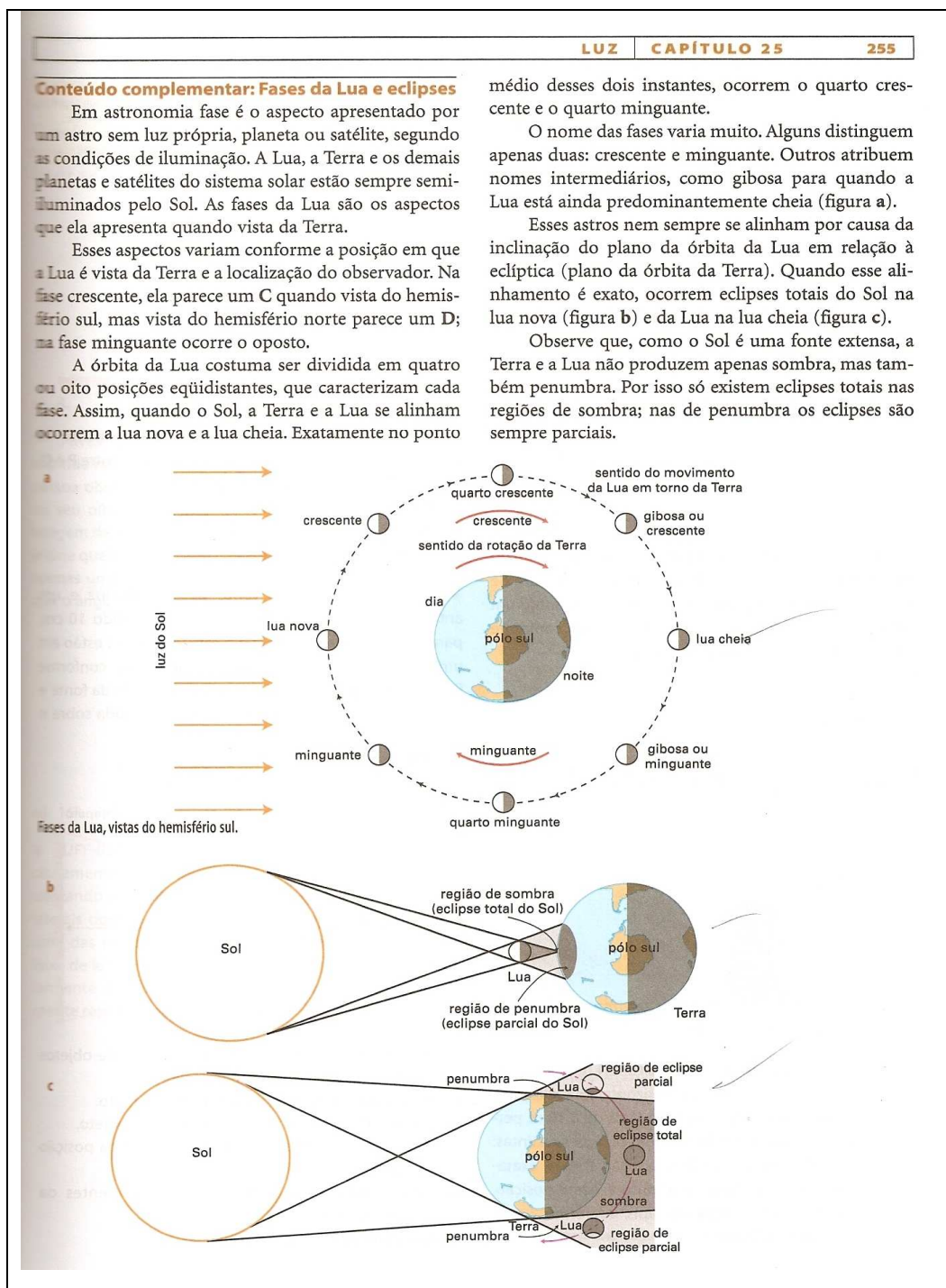


Figura 15 – Exemplo 09

Fonte: Gaspar. V.Unico, p. 255, 2007.

O exemplo acima é um texto que se acha inserido no capítulo sobre a luz como conteúdo complementar. Nele são tratados os eclipses e as fases da Lua, definindo cada um desses fenômenos e esquematizando as etapas de sua ocorrência mediante gravuras. Além destas definições, são tratados aspectos como o alinhamento entre Terra, Sol e Lua, algumas das denominações dadas às fases da Lua, as condições

necessárias para a ocorrência dos eclipses e algumas de suas propriedades etc.

Este texto vem como fechamento do estudo dos princípios da óptica geométrica e do estudo dos espelhos planos.

Por se tratarem de fenômenos observados devido à relação entre esses astros Terra, Sol e/ou Lua os mesmos são exemplos desta dimensão.

Dimensão D3: Sistema Solar

Encontram-se nesta dimensão elementos que se referem à constituição e à dinâmica do Sistema Solar como cometas, satélites naturais, planetas e demais constituintes do Sistema Solar. São exemplos as situações que apresentam fotos da Lua identificando impactos dos meteoros, gravuras que descrevem e comparam sistemas geocêntricos e heliocêntricos, situações que relatam as fases de Vênus ou mostram cenas de viagem de foguetes para Marte ou a outros planetas.

A seguir, temos alguns exemplos de elementos classificados nesta dimensão.

Exemplo 10)

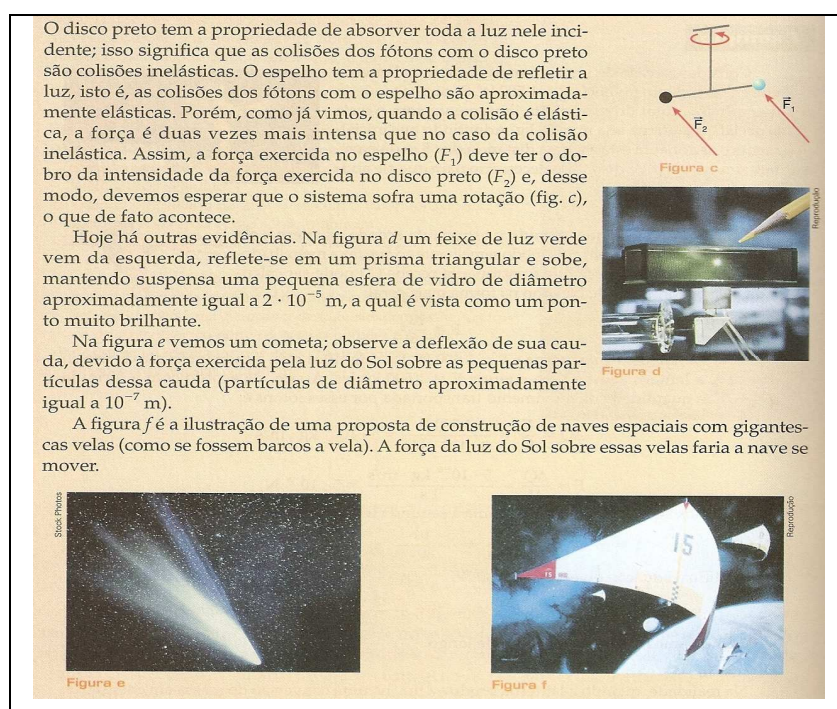


Figura 16 – Exemplo 10

Fonte: Sampaio e Calçada. Universo da Física. V.1, p.434, 2005.

O trecho acima é parte de um texto que se acha no capítulo que trata das colisões. Trata-se de uma leitura complementar que encerra o referido capítulo, localizada após os exercícios sobre quantidade de movimento e que trata da quantidade

de movimento da luz. Nele podem ser vistas a foto de um cometa (figura e) e uma concepção artística envolvendo naves capazes de utilizar a “força” da radiação para se mover pelo espaço, efeito esse análogo ao de uma embarcação a velas colocada no mar. A foto da figura “e” exhibe um dos astros constituintes do sistema solar e a imagem f, sugere uma viagem espacial que, provavelmente, deverá se passar dentro dos limites do sistema solar.

Ambas as figuras, principalmente a primeira, figura e, caracterizam o excerto como pertencente à dimensão D3.

A História conta

Galileu Galilei nasceu em Pisa, em 15 de fevereiro de 1564.

Ingressou no curso de Medicina da Universidade de Pisa com apenas dezessete anos, mas, no segundo ano de universidade, suas atenções se voltaram à Física e à Matemática. Foi professor de Matemática na Universidade de Pisa e depois transferiu-se para Pádua.

O telescópio, inventado por um artesão holandês, foi aperfeiçoado por Galileu em 1609 e possibilitou observar detalhes do céu, antes inatingíveis a olho nu.

O livro *Sidereus nuncius* (*O mensageiro das estrelas*), de 1610, resume suas principais descobertas astronômicas:

- Segundo Galileu, “A superfície da Lua não é perfeitamente lisa, livre de desigualdades, nem exatamente esférica, como considera uma antiga escola de filósofos com respeito à Lua e aos demais corpos celestes; pelo contrário, está repleta de irregularidades, é desigual, cheia de cavidades e protuberâncias, tal qual a superfície da própria Terra, diversa por toda parte, com montanhas elevadas e vales profundos”.
- A existência de milhares de outras estrelas, além das já observadas a olho nu.
- A existência de quatro luas de Júpiter. “Fica a questão que se me afigura ser tida como a mais importante desta obra, isto é, a de eu revelar e publicar ao mundo o momento da descoberta e observação de quatro planetas nunca vistos, desde o começo do mundo até nossos dias.”

Galileu Galilei

Em 1610, Galileu descobriu os anéis de Saturno, mas com seu telescópio pouco potente imaginou tratar-se de dois satélites, posicionados nos dois lados do planeta. Em seguida, relatou ter visto fases no planeta Vênus, idênticas às da Lua (nova, crescente, cheia e minguante). Para ele, isso confirmava a tese de Copérnico de que os planetas giravam em torno do Sol.

Em 1613, ele disputa com um padre jesuíta alemão (Christoph Scheiner) a prioridade na descoberta das manchas solares. A briga acabou unindo toda a ordem dos jesuítas contra Galileu, que recebeu do cardeal Roberto Bellarmino a proibição semi-oficial de divulgar as idéias de Copérnico em público.

Nove anos depois, Galileu desrespeitou a ordem e publicou os *Diálogos sobre os dois grandes sistemas do mundo*. Nessa famosa obra, ele confronta as idéias dos sistemas de Ptolomeu e Copérnico.

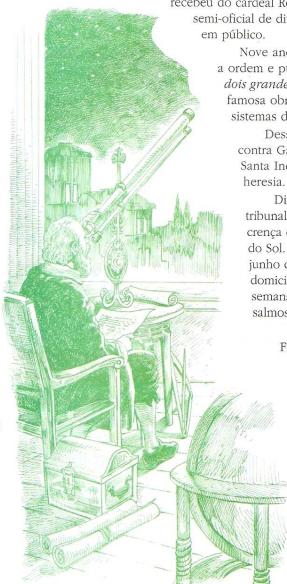
Dessa vez, inicia-se o processo contra Galileu movido pelo Tribunal da Santa Inquisição, acusando-o de heresia.

Diante das autoridades do tribunal ele foi obrigado a renunciar à crença de que a Terra girava em torno do Sol. A pena imposta, em 22 de junho de 1633, foi a de prisão domiciliar perpétua, e a repetição semanal, por três anos, dos sete salmos penitenciais.

Galileu cumpriu sua pena em Florença, e morreu em 1642.

Como contribuições importantes no estudo dos movimentos dos corpos, podemos citar:

- O princípio de inércia.
- A lei de movimento dos corpos em queda livre.
- A afirmação, contrária à de Aristóteles, de que todos os corpos caem com a mesma velocidade, independentemente de seus pesos.



69

Figura 17 – Exemplo 11

Fonte: Bonjorno, Bonjorno, Bonjorno e Clinton. V. único, p. 69, 2004

O exemplo 11 é um texto extraído da obra H, encerrando o capítulo sobre queda dos corpos. Trata-se de uma leitura complementar, embora não esteja especificado, onde são discutidas algumas das contribuições de Galileu para a física e a astronomia como, por exemplo, a descoberta dos satélites de Júpiter.

Em ambos os casos temos elementos que se referem à astronomia e que se

relacionam com o nosso Sistema Solar, indo além das relações entre Terra- Sol – Lua, logo, são exemplos desta dimensão.

Dimensão D4: Universo

Nesta dimensão estão inseridos os elementos ou fenômenos astronômicos que se situam além do sistema solar. São exemplos as referências sobre as teorias da origem do universo ou sobre as novas estruturas que constituem o universo, as descrições sobre estrelas, novas e supernovas, buracos negros, ou sobre as teorias sobre a evolução das estrelas ou ainda biografias dos grandes pensadores que deram sua contribuição para a evolução das idéias de universo.

Exemplos de excertos desta dimensão:

Exemplo 12)

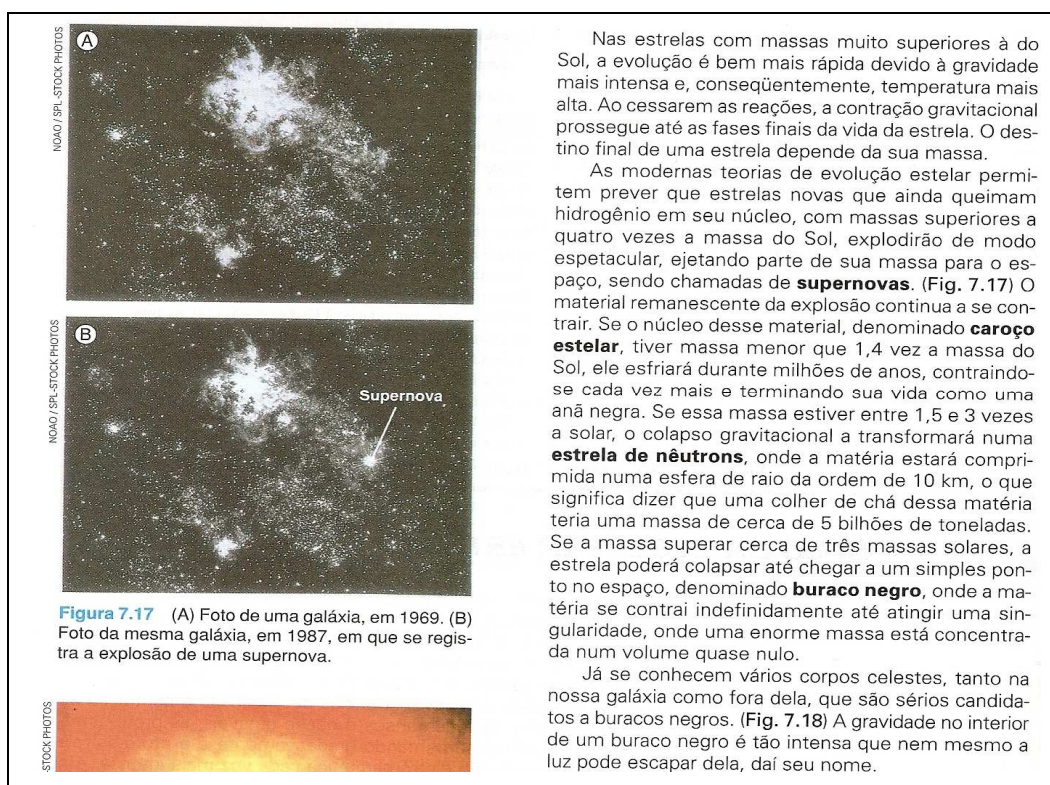


Fig. 18 – Exemplo 12

Fonte: Penteadó e Torres. V3, p. 242, 2005.

As fotos e o trecho de texto do exemplo acima integram um dos tópicos do capítulo sobre Física Nuclear que trata da evolução estelar. Nele são discutidas as várias etapas da vida de uma estrela, incluindo suas fases, além de tratar das Supernovas, caracterizadas pela explosão de uma estrela que se encontra no final do seu ciclo de vida, até a formação dos buracos negros.

Exemplo 13)

Cor	Frequência (10^{12} Hz)
vermelha	384 — 482
laranja	482 — 503
amarela	503 — 520
verde	520 — 610
azul	610 — 659
violeta	659 — 769

O astrofísico americano Edwin Hubble observou em 1924 que os espectros luminosos da maior parte das galáxias chegam à Terra com reforços na faixa do vermelho (desvio para o vermelho ou *redshift*). Tal fenômeno é explicado através do efeito Doppler: as ondas luminosas de uma galáxia que desviam para o vermelho indicam que essa galáxia está se afastando de nós, uma vez que essas ondas luminosas são recebidas com frequência aparentemente menor (vermelho).

Foi a partir dessas observações que surgiu a expressão “universo em expansão” e, conseqüentemente, a teoria do Big Bang. Em função do “nível de *redshift*” observado para uma determinada galáxia ou estrela, é possível determinar sua velocidade relativa de afastamento.



322 |

Figura 19 – Exemplo 13

Fonte: Bonjorno, Bonjorno, Bonjorno e Clinton. V2, p. 322, 2003.

A foto do exemplo acima é parte integrante do texto sobre o efeito Doppler e o universo em expansão. Este texto é uma leitura complementar designada como Física e o cotidiano, que se acha no final do capítulo que trata da acústica e que aborda a descoberta da expansão do universo através do efeito Doppler da luz (desvio para o vermelho), observado por E. Hubble.

A seguir, são apresentados os gráficos que demonstram a frequência absoluta dos excertos em cada dimensão, nas obras analisadas.

LEGENDA

OBRA A	OBRA B	OBRA C	OBRA D	OBRA E	OBRA F	OBRA G	OBRA H
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

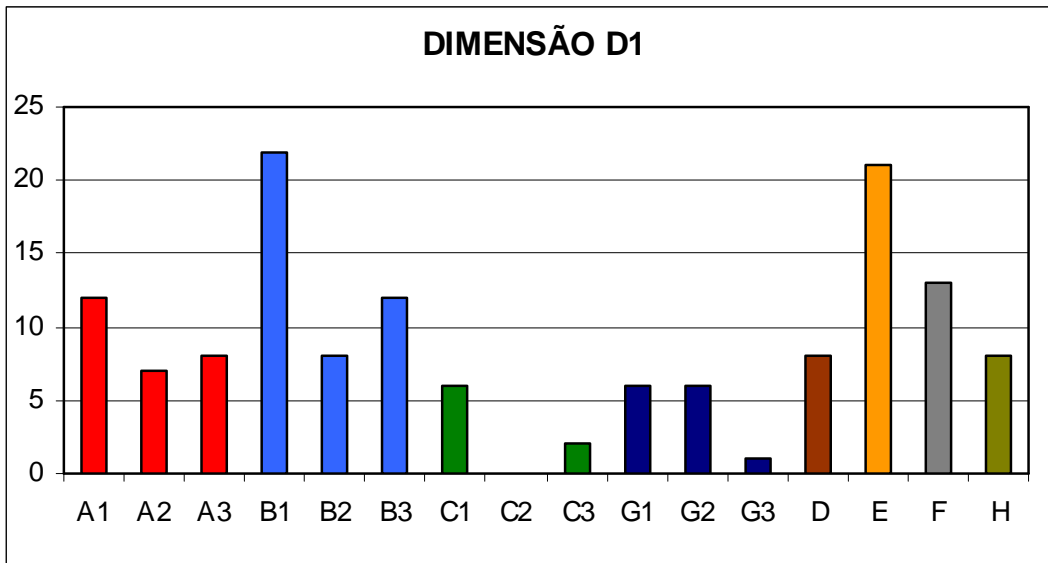


Gráfico G1-01: Distribuição dos excertos na dimensão D1

Fonte: Dados da análise

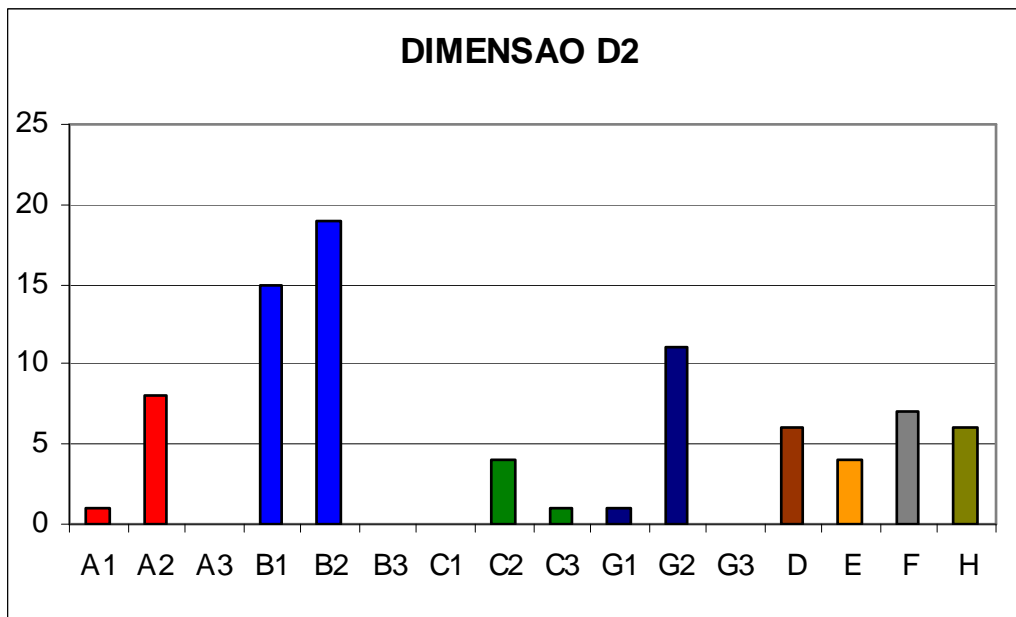


Gráfico G1-02: Distribuição dos excertos na dimensão D2

Fonte: Dados da análise

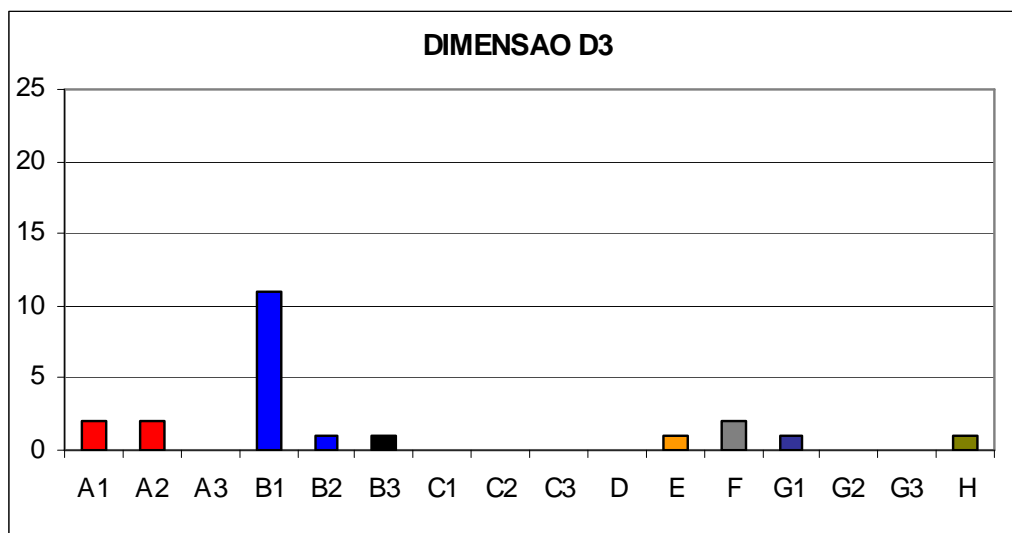


Gráfico G1-03: Distribuição dos excertos na dimensão D3

Fonte: Dados da análise

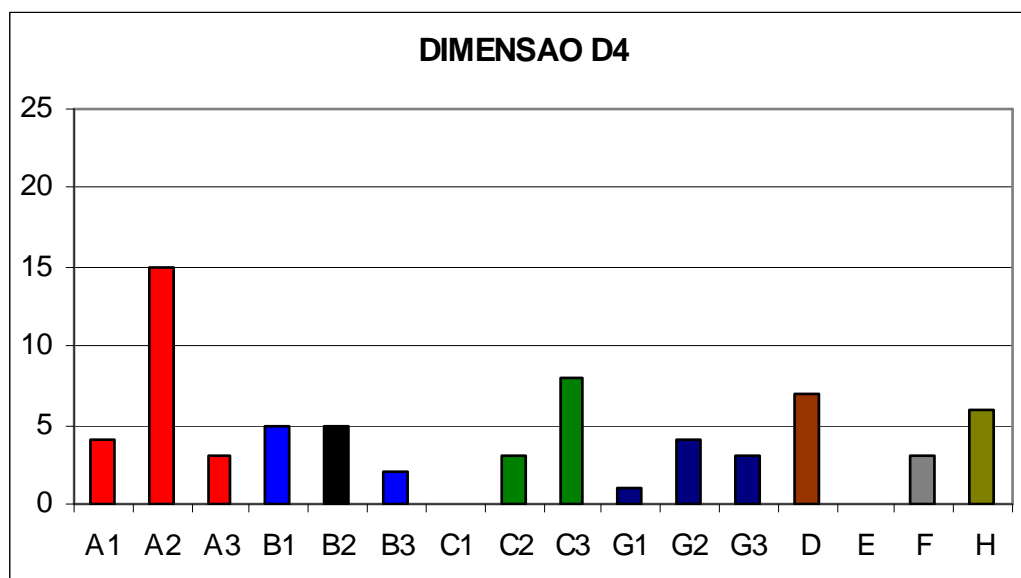


Gráfico G1-04: Distribuição dos excertos na dimensão D4

Fonte: Dados da análise

A inspeção do primeiro gráfico (G1-01) revela que em todas as obras, o tema Terra se acha bem presente. Com exceção do livro C2, todos os demais tratam de algum fenômeno que esteja relacionado com o nosso planeta; em particular nas obras A e B a frequência é bastante significativa chegando perto de 30 e 40 excertos, respectivamente. Também temos a presença significativa da dimensão D4 revelando que fenômenos que ocorrem fora dos domínios do sistema solar também são bem abordados. Assim podemos concluir que quase todas as obras deixam em evidência duas classes de fenômenos, os bem próximos de nós, relativos ao planeta em que vivemos e fenômenos

tais como eclipses, as estações do ano e as fases da lua, e os bem distantes, como efeito Doppler resultante do afastamento das galáxias, supernovas, buracos negros e o big bang. Fenômenos que ocorrem dentro do nosso sistema solar, porém fora do sistema Terra/Sol/Lua, como o movimento retrógrado dos planetas exterior, as características dos demais planetas, os cometas e os asteróides são pouco tratados.

3.3.3. A natureza dos excertos

Além de identificar os temas dos excertos, considerando relevante compreender a natureza dos mesmos elaboramos categorias de análise que permitissem inferências sobre os conteúdos implícitos (Bardin, 1985). Foram definidos 6 categorias: C1: Propriedade; C2: Relação entre objetos; C3: Modelos cosmológicos; C4: Processo histórico; C5: Ampliação da visão da física e C6: Ampliação da visão cosmológica.

Cada uma destas categorias encontra-se discriminada a seguir com sua abrangência e com exemplos que esclareçam sua natureza. Em função das diferentes características dos excertos, alguns bastante simples como uma fotografia e outros bem mais complexos como os textos de leituras complementares, as categorias não são excludentes podendo um mesmo excerto ser classificado em mais de uma delas.

Categoria C1: Propriedade

Nesta categoria temos os excertos que foram empregados no texto com o objetivo de evidenciar alguma propriedade específica da entidade que ele representa. Entende-se por propriedade específicas grandezas como a velocidade, o brilho, as formas, aspectos da superfície, aspectos observáveis na atmosfera, fenômenos atmosféricos ou que ocorram na superfície desde que não seja provocado por interações entre corpos como, por exemplo, reflexão de luz na superfície e refração atmosférica. Ainda como exemplo de propriedade temos a presença de campo gravitacional e/ou magnético, evidência de qualquer uma das dimensões de um corpo, como raio, diâmetro, comprimento etc.

São exemplos de excertos classificados nesta Categoria.

O SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

As inconveniências que acabamos de apontar levaram alguns cientistas dos séculos XVII e XVIII a propor unidades de medida definidas com maior rigor e que deveriam ser adotadas universalmente. Estas diversas propostas, embora não tivessem obtido uma aceitação imediata, acabaram por dar origem ao estabelecimento do Sistema Métrico, na França. A assinatura do decreto de 7 de abril de 1795, que introduziu este sistema, foi uma das mais significativas contribuições da Revolução Francesa.

As principais características do Sistema Métrico Decimal, então proposto, eram:

- 1) como o seu nome indica, o sistema era decimal;
- 2) os prefixos dos múltiplos e submúltiplos foram escolhidos de modo racional, usando-se prefixos gregos e latinos (quilo = 10^3 , mili = 10^{-3} , deca = 10, deci = 10^{-1} etc.);
- 3) a Terra foi tomada como base para a escolha da unidade de comprimento: o metro foi definido como sendo a décima milionésima (10^{-7}) parte da distância do Equador ao pólo (fig. 1-10). Esta distância foi marcada sobre uma barra de platina iridiada – o metro padrão – até hoje conservada em uma repartição de pesos e medidas em Paris (fig. 1-11).

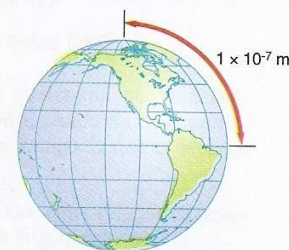


Fig.1-10: O metro foi definido, originalmente, como sendo 10^{-7} da distância entre o pólo e o Equador terrestre.

Figura 20 – Exemplo 14

Fonte: Alvarenga e Maximo. V1, p. 27, 2007

O trecho acima foi extraído do capítulo sobre Algarismos Significativos. Ele é empregado neste capítulo como um tópico especial que trata da origem do sistema métrico, onde se define o metro padrão como uma fração da distância entre o pólo e o equador terrestre. A identificação desta distância evidencia uma característica do planeta Terra. Ao identificar esta distância se está também apresentando uma característica do planeta Terra.

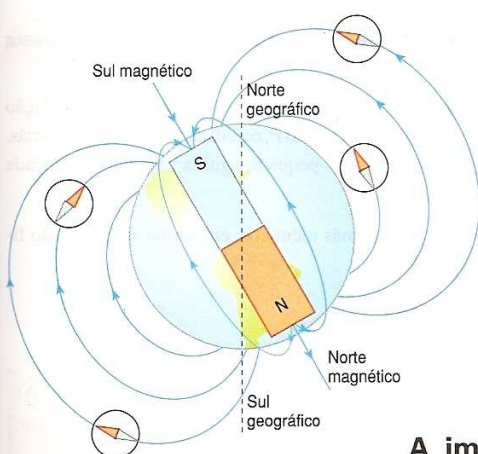


Figura 2.9 Representação esquemática do campo magnético terrestre.

O campo magnético terrestre

Vimos que um ímã, suspenso pelo seu centro de gravidade, orienta-se aproximadamente na direção norte—sul geográfica do local. Isso significa que existe um campo magnético criado pela Terra, na direção do qual o ímã suspenso se orienta. É o **campo magnético terrestre**. Em seu livro *De magnete (Sobre o ímã)*, publicado em 1600, **William Gilbert** (1544-1603), explicando a orientação que as bússolas adquirem, afirma que “o próprio globo terrestre é um grande ímã”. De fato, podemos associar a Terra a um grande ímã, com o pólo sul magnético aproximadamente no norte geográfico e o pólo norte magnético aproximadamente no sul geográfico. (Fig. 2.9)

A imantação de uma barra de ferro

Os ímãs elementares que constituem uma barra de ferro não-magnetizada estão distribuídos caoticamente. (Fig. 2.10)

Figura 21 – Exemplo 15

Fonte: Penteadó e Torres. V3, p. 75, 2005.

Este exemplo foi extraído do capítulo sobre eletromagnetismo onde se trata

do campo magnético de um ímã, das linhas de indução e da imantação de uma barra de ferro. Ele também aborda a configuração do campo magnético terrestre representando-o por meio de uma gravura, destacando a configuração das suas linhas de indução ao longo do espaço. Temos novamente uma propriedade de nosso planeta em destaque, a configuração do campo magnético terrestre e, por isso, classificada na categoria C1.

C2 – Relação entre objetos

Nesta categoria foram incluídos os excertos cujo emprego no texto revele algum tipo de relação entre dois ou mais corpos astronômicos. Entende-se por relação as interações que possam ocorrer entre os corpos como, por exemplo, presença de forças de caráter gravitacional, movimento orbital, alinhamento entre corpos celestes, marés etc.

São exemplos de excertos classificados nesta categoria:

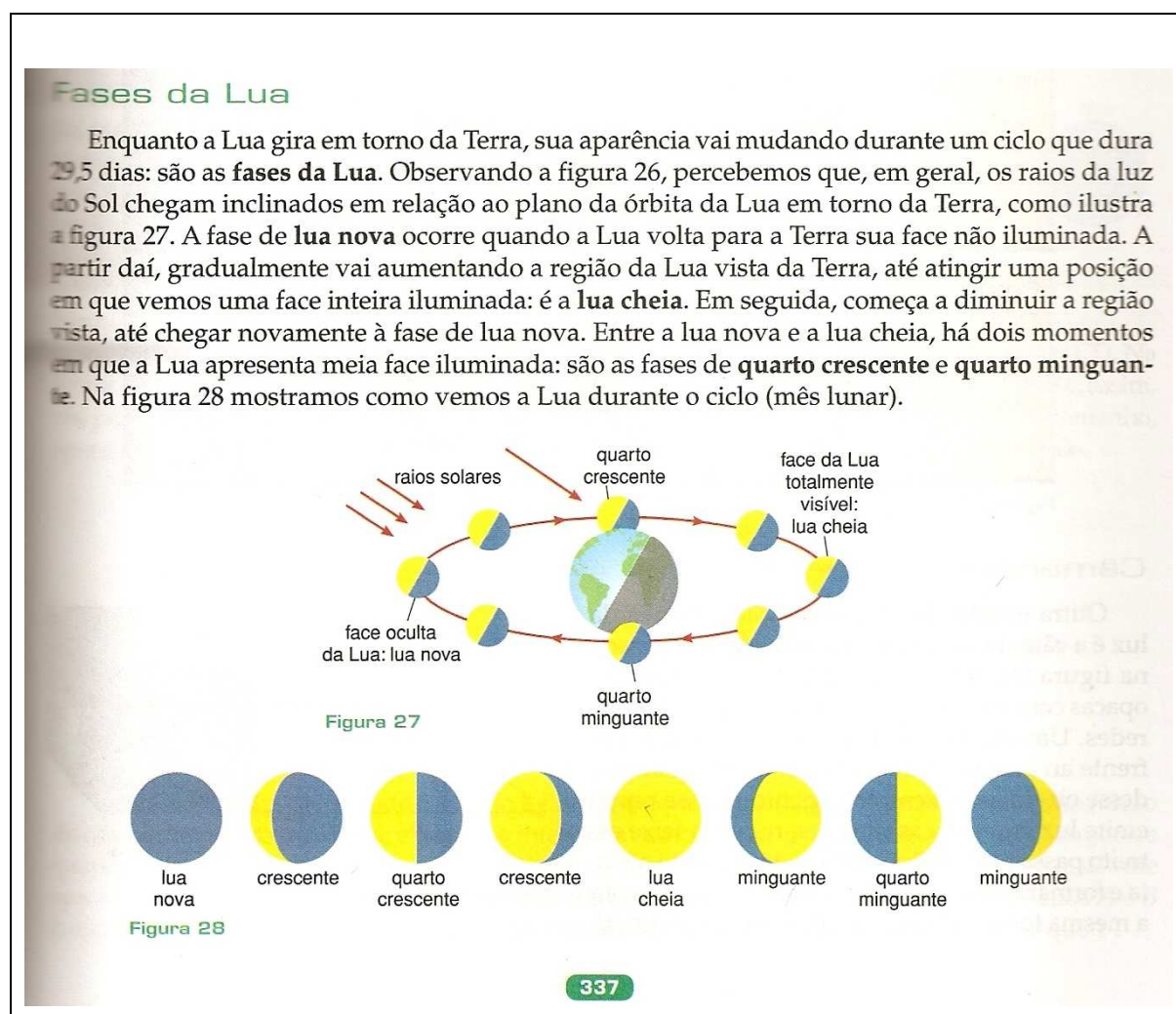


Figura 22 – Exemplo 16

Fonte: Sampaio e Calçada. V2, p. 337, 2005.

O exemplo acima é uma gravura que esquematiza a relação entre Sol, Terra e Lua, de onde se originam as fases da Lua, observáveis da Terra. Ele foi extraído do capítulo sobre luz, onde são tratados assuntos como a sua velocidade, a sua natureza dual, a propriedade de se propagar em linha reta, dentre outros, e foi inserida com o objetivo de servir como exemplo de fenômeno decorrente desta propriedade.

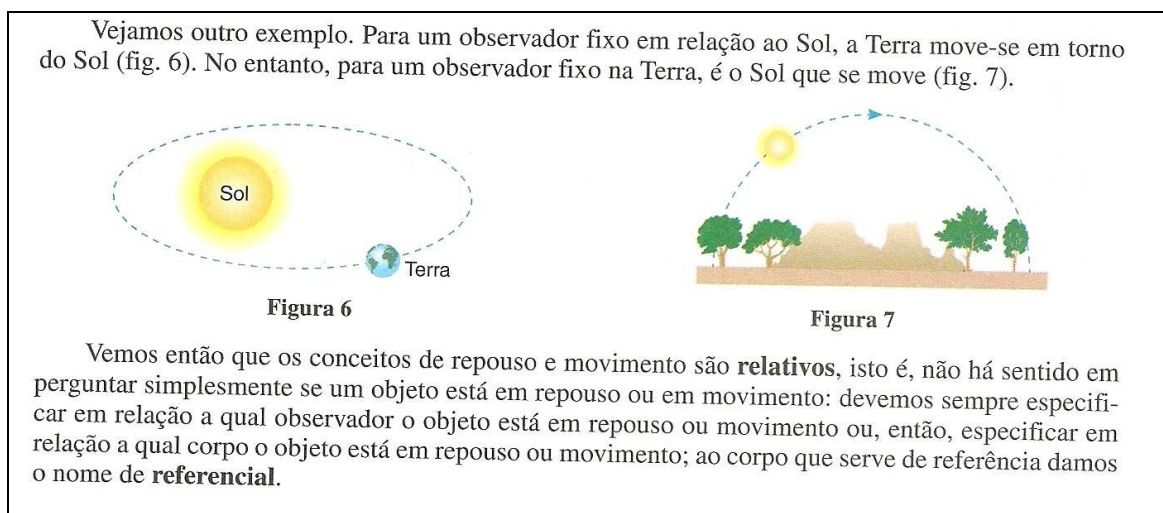


Figura 23 - Exemplo 17

Fonte: Sampaio e Calçada. V. Único, p. 10, 2005.

No exemplo acima, vemos que o movimento da Terra em órbita do Sol pode ser descrito por uma trajetória que depende do referencial que se adota. Este trecho é parte integrante do texto do capítulo que trata da introdução à física, tópico que introduz os conceitos de cinemática, e é empregado como exemplo de trajetória de corpos em movimento. Seu emprego tem como objetivo evidenciar o caráter relativo do movimento dos corpos.

C3 – Modelos cosmológicos

Nesta categoria foram classificados os excertos que descrevem, através de modelos explicativos, a dinâmica do sistema solar. Estão incluídos aqui, trechos de textos que citam tais modelos discutindo a forma como foram estabelecidos, suas características, seus idealizadores, etc.

São exemplos de excertos classificados nesta categoria:

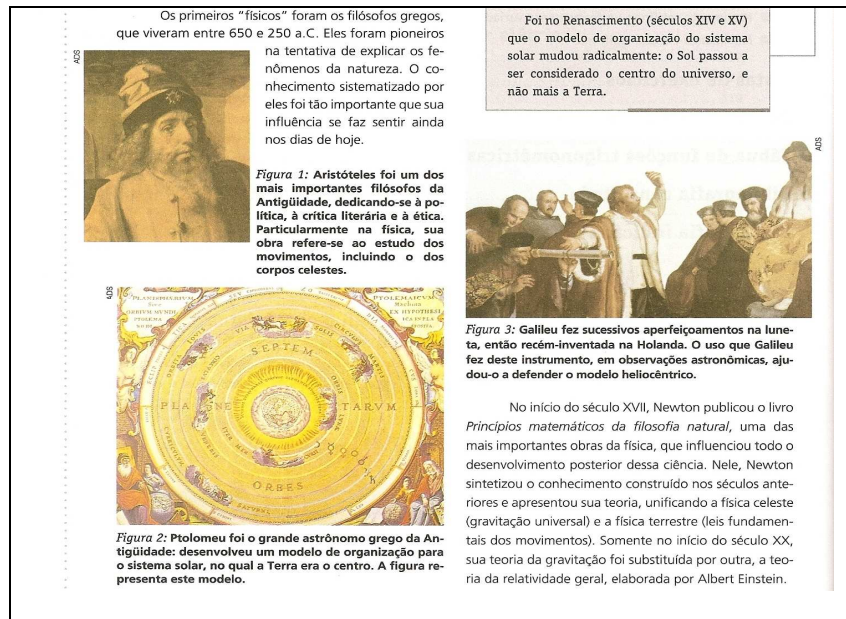


Figura 24 – Exemplo 18

Fonte: Sampaio e Calçada. V. 2, p. 3, 2005.

Este exemplo foi extraído da introdução da obra E, onde os autores expõem o que será estudado em seu livro. Esta introdução, intitulada “uma ciência em transformação” faz uma breve descrição histórica do desenvolvimento da física, além de uma rápida apresentação de cada tema a ser tratado na obra. A gravura escolhida aqui como exemplo de excerto classificado na dimensão C3 é uma reprodução do modelo geocêntrico do sistema solar estabelecido por Ptolomeu. Esta gravura, que não é citada no texto, é empregada para exemplificar as descobertas que provocam as transformações na ciência.

Capítulo 11 – Algumas aplicações das leis de Newton

4. SISTEMAS DE CORPOS

Muitas vezes acontece de estarmos interessados em estudar o movimento não de um único corpo, mas de um conjunto de corpos. Chamaremos esses corpos de sistema, seja composto por um único corpo, seja por vários corpos.

Por exemplo, um astrônomo, num determinado momento, pode estar interessado em estudar apenas o movimento da Terra; nesse caso o seu sistema é a Terra. Porém, num outro momento, ele pode estar interessado em estudar o movimento conjunto da Terra e da Lua; nesse caso o seu sistema tem dois corpos. Em outro momento, ainda, ele pode querer estudar o movimento de todo o Sistema Solar pelo espaço; nesse caso o seu sistema tem vários corpos: o Sol, os planetas e os satélites dos planetas.

Infelizmente não poderemos aqui estudar o movimento de sistemas como o Sistema Solar, pois precisaríamos conhecer o Cálculo Diferencial e Integral. Porém apresentaremos alguns sistemas mais simples, de modo que você perceba o modo de trabalhar com esses casos.

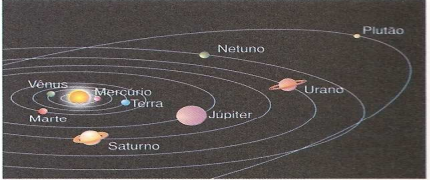


Figura 13. Se nosso objeto de estudo for o movimento da Terra, o sistema a ser considerado é a Terra. Se for o Sol e os planetas, é o Sistema Solar.

Exemplo 5

Dois blocos A e B, de massas $m_A = 4,0 \text{ kg}$ e $m_B = 3,0 \text{ kg}$, estão inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal sem atrito. A partir de




Figura 25 – Exemplo 19

Fonte: Sampaio e Calçada. V1, p. 267, 2005.

A gravura deste exemplo acha-se inserida no capítulo sobre as aplicações das leis de Newton onde se trata dos sistemas de corpos. Ela é citada no texto e serve como objeto principal da discussão a respeito das várias formas de se estabelecer um sistema de corpos para análise do movimento. Ao tratar do movimento de todo o sistema solar, classificando como sistema o Sol, os planetas e os seus satélites, o texto explora toda a sua dimensão espacial, que tem como referência a figura mostrada. Esta figura exhibe uma das configurações propostas para o sistema solar, ou seja, trata-se de um modelo deste sistema no qual podemos destacar seu caráter heliocêntrico.

C4 – Processo histórico

Nesta categoria temos classificados os excertos que fazem alguma descrição histórica de fatos relacionados com astronomia como, por exemplo, textos que revelem as contribuições de personalidades em relação à astronomia ou do desenvolvimento de teorias que descrevam os fenômenos observáveis no cosmos como a relatividade, etc.

São exemplos de excertos classificados nesta categoria:

Entre estas descobertas de Galileu podemos destacar:

- percebeu que a superfície da Lua é rugosa e irregular e não lisa e perfeitamente esférica como se acreditava;
- descobriu quatro satélites girando ao redor de Júpiter, contrariando a idéia aristotélica de que todos os astros deviam girar em torno da Terra. Alguns filósofos da época recusavam-se a olhar através do telescópio, para não serem obrigados a se curvar diante da realidade, chegando a afirmar que aquelas observações eram irreais e não passavam de truques criados por Galileu;
- verificou que o planeta Vênus apresenta fases (como as da Lua) e esta observação levou-o a concluir que Vênus gira em torno do Sol, como afirmava o astrônomo Copérnico em sua teoria heliocêntrica (fig. 2-24).

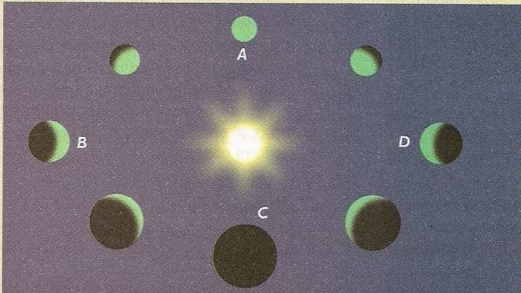


Fig.2-24: As fases de Vênus, vistas da Terra, enquanto gira em torno do Sol.

A partir destas descobertas, Galileu passou a defender e a divulgar a teoria de que a Terra, assim como os demais planetas, se move em torno do Sol. Estas idéias foram apresentadas em sua obra *Diálogos sobre os Dois Grandes Sistemas do Mundo* publicada em 1632.

Figura 26 – Exemplo 20

Fonte: Alvarenga e Máximo. V1, p. 61, 2007.

O exemplo acima é parte de uma caixa de texto sobre Galileu Galilei, que constitui um tópico especial do capítulo sobre queda livre. Nela são apresentadas as

contribuições de Galileu para a ciência. No trecho destacado encontram-se suas descobertas na astronomia.

A História *conta*

Por mais de 200 anos os cientistas viram o Cosmos através dos olhos de Isaac Newton. Segundo suas leis mecânicas, o Universo era uma vasta engrenagem, que evoluía a partir de regras predeterminadas, através de um espaço regular, sob a batida de um relógio absoluto.

Em 1905, Einstein desistindo da natureza absoluta do espaço e do tempo, resumiu suas novas idéias de movimento, espaço e tempo em sua Teoria Especial da Relatividade.

Somente cerca de dez anos depois é que se percebeu que os efeitos da lei da gravidade aplicados à teoria da relatividade traziam conseqüências inesperadas. De acordo com essa teoria, publicada em 1916, a luz vinda de uma estrela distante da Terra, que passasse próxima ao Sol, seria “entortada” pelo campo gravitacional solar. A descrição de Einstein da gravidade requeria que o espaço fosse *curvo* — teria de se dobrar e entortar próximo a corpos de grande massa. Essa deformação no espaço seria a responsável por guiar objetos como planetas ao longo de suas órbitas.

Na época em que desenvolveu sua teoria geral, Einstein trabalhava em Berlim e o mundo estava mergulhado na Primeira Guerra Mundial. Mesmo com os rigores da guerra, uma cópia de seu trabalho logo foi contrabandeada para Cambridge. Lá, foi lida por Arthur Stanley Eddington, o principal astrofísico britânico da época, que percebeu que a teoria de Einstein podia ser testada. Se o espaço realmente era distorcido pela gravidade, então a luz que passava por ele não viajaria em linha reta, mas seguiria caminhos curvos. Quanto mais forte fosse a força gravitacional, maior seria o desvio da luz. Os maiores desvios ocorreriam quando a luz passasse nas proximidades de corpos muito massivos, como o Sol.

A missão científica de Sobral

Na época, os objetos celestes de maior massa conhecidos dos astrônomos eram as estrelas mais brilhantes, e o Sol era particularmente útil, por ser uma estrela próxima da Terra. Mas era impossível ver como a luz de fracas estrelas ao fundo se entorta pela gravidade solar, devido à intensidade da luz do Sol, que engloba completamente a luz de objetos situados mais além.

Eddington percebeu a solução. Realizando-se a observação durante um eclipse total, enquanto a luz do Sol estivesse obliterada por alguns minutos, as estrelas distantes poderiam ser vistas próximas ao Sol no céu. Se a teoria se confirmasse, a gravidade solar iria deslocar essas estrelas até posições ligeiramente diferentes, comparadas às posições normalmente ocupadas por elas em épocas nas quais o Sol estaria afastado. Quanto mais perto do Sol a estrela aparecesse durante a totalidade, maior seria o desvio.



Em sentido horário:
Albert Einstein, Paul Ehrenfest,
Willen de Sitter, Henrik Lorentz e
Arthur Eddington.

340 |

Figura 27 – Exemplo 21

Fonte: Bonjorno, Bonjorno, Bonjorno e Ramos. V3, p. 340, 2003.

Este exemplo foi extraído do capítulo que trata da física quântica, como uma leitura complementar desta obra. O texto trata da comprovação dos princípios expostos na teoria da relatividade recém criada por Einstein, através da observação de um eclipse solar. Por se tratar de uma descrição histórica deste fato, encontra-se classificado nesta categoria.

O exemplo 18 citado anteriormente na categoria C3 também se acha classificado na categoria C4, já que seu texto faz uma descrição histórica dos modelos do sistema solar.

Categoria C5 – Ampliação da visão Cosmológica

Nesta categoria temos classificados os excertos que possuem como característica a abordagem de temas que visam a enriquecer o conhecimento do aluno a respeito do universo. Assim, temos classificados nesta categoria os excertos que abordem as teorias sobre criação do universo e sua expansão, evolução das estrelas, relatividade, buracos negros, radiação cósmica, etc., sendo também nela classificadas as fotos de galáxias, textos que envolvem os grandes telescópios em sua investigação sobre os confins do universo.

Como exemplos de excertos classificados nesta categoria temos:

A EXPANSÃO DO UNIVERSO

Em certas observações astronômicas, os cientistas encontraram uma das mais notáveis situações na qual foi possível detectar o efeito Doppler com a luz.

Analisando o espectro da luz emitida pelas estrelas, os astrônomos conseguem identificar as substâncias que fazem parte da constituição destas estrelas. Entretanto, ao analisar os espectros da luz proveniente de estrelas situadas em galáxias distantes, emitida por uma dada substância, eles verificaram que sua frequência era menor do que a frequência emitida pela mesma substância aqui na Terra. Concluíram que esta variação de frequência só poderia ser causada pelo efeito Doppler. Uma vez que era constatada uma diminuição na frequência, a fonte de luz, isto é, a galáxia, devia estar se afastando de nós.

Como este fenômeno foi observado para qualquer galáxia, os cientistas concluíram que “o Universo está em expansão”, isto é, as galáxias estão se afastando de nós (ou melhor, umas das outras) com velocidades muito grandes, sendo estas velocidades tanto maiores quanto mais distantes elas se encontrarem (fig. 16-44).

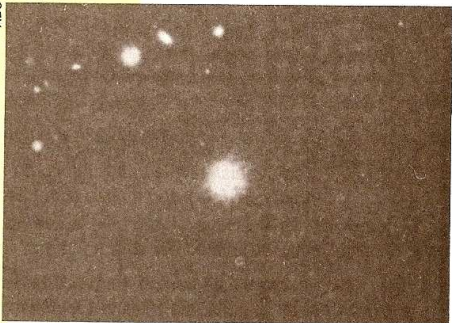


Fig. 16-44: Foto de uma galáxia situada a 130 milhões de anos-luz da Terra. Analisando a luz proveniente desta galáxia, os cientistas concluíram, através do efeito Doppler, que ela está se afastando de nós com uma velocidade de 20 000 km/s.

Figura 28 – Exemplo 22

Fonte: Alvarenga e Máximo. V2, p. 325, 2006.

O exemplo acima é um texto que trata da expansão do universo identificada pela análise do espectro da luz emitida por estrelas e que demonstram sofrer a ação do Efeito Doppler. Este texto encontra-se no capítulo sobre estudo do movimento ondulatório como um tópico especial com o título de “O efeito Doppler”. É um texto que tem como objetivo apresentar ao aluno um fenômeno observado em qualquer parte do universo e que evidencia o afastamento dos corpos que o constituem, oferecendo-lhe informações que lhe permitam compreender um pouco mais sobre a dinâmica que rege o universo onde se encontra.

11
UM POUCO DE COSMOLOGIA

Como vimos, o mundo que nos rodeia é constituído por prótons, elétrons, nêutrons e neutrinos. Nos raios cósmicos, encontramos outras partículas mais exóticas. Entretanto, a maioria das novas partículas descobertas ao longo do século XX é produzida por poderosas máquinas de acelerar prótons e elétrons até energias da ordem de GeV ou TeV. Para se ter uma idéia desses valores, a energia térmica no centro do Sol é cerca de apenas 1 keV, para uma temperatura próxima de $2 \cdot 10^7$ kelvins! Pela teoria do Big Bang, as temperaturas logo no início do Universo correspondiam a energias acima de 1 TeV, ou cerca de $2 \cdot 10^{16}$ kelvins!

A teoria do Big Bang, atualmente apoiada em comprovações experimentais, sustenta que o Universo começou com uma colossal explosão de matéria, a partir de um estado hipercondensado, há cerca de 15 bilhões de anos. Nos primeiros minutos, dadas as enormes temperaturas reinantes, as forças fundamentais estavam unificadas (superforça) e toda a matéria estava “fundida” numa “sopa de quarks”. À medida que a temperatura baixava, as interações fundamentais começavam a assumir suas individualidades em força gravitacional, força nuclear forte, força eletrofraca, posteriormente força eletromagnética e força nuclear fraca. Nesse estágio, o Universo estava com apenas 10^{-20} s de idade e uma temperatura de 10^{15} kelvin. Entre 10^{-6} s e 3 min, após seu nascimento, formaram-se os hádrons (mésons e bárions), e entre o terceiro minuto e os seguintes 700 mil anos formaram-se os núcleos atômicos. Desde então até nossos dias passaram-se mais ou menos 15 bilhões de anos, com o Universo se expandindo e a sua temperatura caindo de cerca de 3.000 K até 3 K.

Em 1965, os radioastrónomos norte-americanos Arno Penzias e Robert Wilson captaram casualmente uma radiação de fundo, na faixa de comprimento de onda de 7,5 cm, igualmente distribuída em todas as direções do Universo. Essa radiação, logo identificada como remanescente da grande explosão, previa uma temperatura média de cerca de 3 K para o Universo. Era a maior evidência da ocorrência do Big Bang até então.

No final da década de 1920, o astrónomo norte-americano Edwin Hubble (1889-1953) afirmou que o Universo está em expansão, em todas as direções que observamos. E as velocidades de afastamento são proporcionais às distâncias dos objetos observados. A relação matemática entre a velocidade (v) e a distância (d) de um objeto afastando-se do observador é dada pela lei de Hubble:

$$v = H \cdot d$$

Figura 29 – Exemplo 23

Fonte: Pentado e Torres, V3,p.246, 2005.

O exemplo acima é parte de um texto tirado do capítulo sobre Física Nuclear e constitui uma breve introdução à cosmologia. Apresenta ao aluno assuntos referentes à constituição do universo, sua origem, sua expansão, a matéria escura e outros mais. Sem dúvida alguma trata-se de um excerto que busca ampliar a visão do aluno com relação ao universo onde vive. Assim sendo, foi classificado nesta categoria.

Categoria C6 – Ampliação da Visão da física.

Classificam-se nestas categorias excertos que visam mostrar que as leis da física tratadas em sala de aula e que se aplicam em nosso mundo, observáveis em nosso cotidiano, também estão presentes em regiões do espaço exterior, longínquas ou não. Excertos que demonstram essa característica foram classificados nesta categoria.

Exemplos de excertos classificados na categoria C6:

Reportagem	
<p>O Eclipse de Einstein</p> <p>Um dos maiores orgulhos do morador de Sobral é saber que Albert Einstein tomou conhecimento da existência do município. Foi com informações coletadas lá, e na África, que a Relatividade, até então uma teoria, ficou comprovada, num eclipse total do sol, em 1919.</p> <p>[...]</p> <p>Era de conhecimento dos cientistas que em 29 de maio haveria um eclipse total do sol. Os melhores pontos de observação estavam na Ilha do Príncipe, na África, e na cidade cearense. Equipes foram despachadas para os dois locais. Se Einstein estivesse correto, e o céu livre de nuvens, fotos feitas durante o eclipse registrariam a alteração que o campo gravitacional do sol provoca na luz das estrelas. Segundo a teoria, um forte campo gravitacional, como o do sol, deforma o espaço a sua volta. Com isso, a luz das estrelas próximas tem sua trajetória desviada, fazendo uma curva.</p> <p>Esse efeito só é visível durante um eclipse porque, para ver a luz das estrelas, é necessário que esteja escuro. “É a única ocasião em que se pode observar a luz das estrelas passando perto da borda do sol”, explica o físico Roberto de Andrade Martins, de 50 anos, professor da Unicamp.</p> <p>[...]</p> <p>A escuridão foi suficiente para ajudar a comprovar a Teoria da Relatividade e assustar os moradores. Maria, que cresceu ouvindo histórias do eclipse, conta que muita gente ficou em casa rezando, na certeza de que o fim do mundo chegara. Outras refugiaram-se nas igrejas. As galinhas voltaram para os poleiros, as crianças choravam, o alvoroço tomou conta da cidade.</p> <p>[...]</p> <p>De acordo com Martins, o eclipse foi crucial para o sucesso da teoria. “A confirmação do desvio e de ou-</p>	<p>tros pontos teve repercussão imediata”, afirma. “Einstein e a Relatividade passaram a ser conhecidos e respeitados.”</p> <p>“O mundo moderno começou em 29 de maio de 1919, quando fotografias de um eclipse solar, tiradas na Ilha do Príncipe, na África Ocidental, e em Sobral, no Brasil, confirmaram a verdade da nova teoria do universo”, escreveu o historiador Paul Johnson, no livro <i>Os Tempos Modernos: O Mundo dos Anos 20 aos 90</i>.</p> <p>Os cientistas instalaram a parafernália que ajudou a comprovar a teoria em vários pontos de Sobral. Sobre um deles a prefeitura edificou o museu, um prédio modernoso, em formato circular, partido ao meio. Como duas metades de uma lua cheia.</p> <p>O museu, que desde a inauguração recebeu mais de 12.400 visitantes, tem fotografias, mapas do céu e da terra e diversas engenhocas que explicam em detalhes o eclipse e como se comprovou a teoria de Einstein. Além dos jornais da época.</p> <p>[...]</p> <p>Os sobralenses gostam de exagerar o papel da cidade na comprovação da teoria de Albert Einstein. “Nossas fotos foram as melhores”, diz Maria. Martins, da Unicamp, lembra que os cientistas da época elaboraram o parecer científico final com base no conjunto das imagens registradas no Brasil e na África.</p> <p>Com o Museu do Eclipse, a cidade celebra sua participação em uma descoberta que definitivamente mudou a história da humanidade. “A Relatividade modificou os conceitos em todas as esferas da vida”, afirma o secretário municipal de Cultura, Desporto e Mobilização Social, Clodoveu de Arruda, 41 anos. Era Sobral na vanguarda! (R.K.)</p> <p style="text-align: right;">KRITSCH, Rebeca. <i>O Estado de S. Paulo</i>, Caderno Cidades, 16 de abril de 2000.</p>

Figura 30 – Exemplo 24


Fonte: Penteadó e Torres. V3, p. 205, 2005.

O texto acima trata da comprovação da Teoria da Relatividade mediante a observação de um eclipse. Uma comprovação que mostra a validade das leis físicas que governam nosso mundo mesmo em partes isoladas e distantes do universo. Esta característica é a que compartilham os excertos classificados nesta categoria.

São classificados, também, algumas gravuras e fotos que evidenciam o emprego das leis físicas na busca do conhecimento sobre o universo. Como exemplo do que foi exposto aqui temos:.

Fig. 4-18: Se uma pessoa empurra uma mesa, a mesa empurra a pessoa com uma força igual e contrária.

2. Um prego e um ímã são colocados sobre uma mesa, como mostra a fig. 4-19. Sabem que o prego é atraído pelo ímã com uma força \vec{F}_1 . Pela 3ª lei de Newton, o prego atrai o ímã com uma força \vec{F}_2 , de mesmo módulo, mesma direção e sentido contrário a \vec{F}_1 . Como dissemos, \vec{F}_1 e \vec{F}_2 estão aplicadas em corpos diferentes e, portanto, não pode se equilibrar mutuamente. De fato, se a mesa fosse bastante lisa, observaríamos que tanto o prego quanto o ímã se deslocariam, um em direção ao outro.



O movimento de um foguete (ou de um avião a jato) é causado pela força de reação exercida pelos gases que ele expelle.

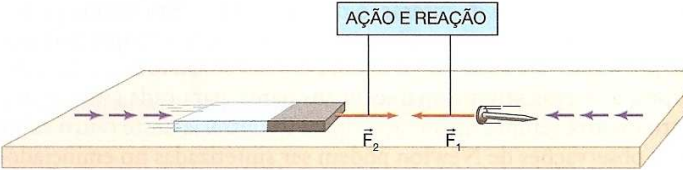


Fig. 4-19: Se um ímã atrai um prego, o prego atrai o ímã com uma força igual e contrária.

3. Um bloco, de peso \vec{P} , apoiado sobre uma superfície horizontal, exerce nela uma pressão \vec{N}' , perpendicular à superfície (fig. 4-20). A superfície reage sobre o bloco exercendo nele uma reação normal \vec{N} . Evidentemente, \vec{N} e \vec{N}' têm o mesmo módulo mesma direção e sentidos contrários.

Figura 31 – Exemplo 25

Fonte: Alvarenga e Máximo. V1, p. 118, 2006.

A gravura deste exemplo mostra que ao aluno que o mesmo par de forças que puxa um prego e um ímã para que possam encontrar também é responsável pelo movimento de naves e foguetes espaciais. Desta forma, espera-se que a física passe a ser vista como uma ciência cujas fronteiras se estendem muito além desse nosso mundo.

Excertos multi-categorias

Como as categorias não são excludentes, temos um grande número de excertos que foram classificados em mais de uma categoria por exibirem características comuns a elas.

Exemplos de excertos classificados em mais de uma categoria:

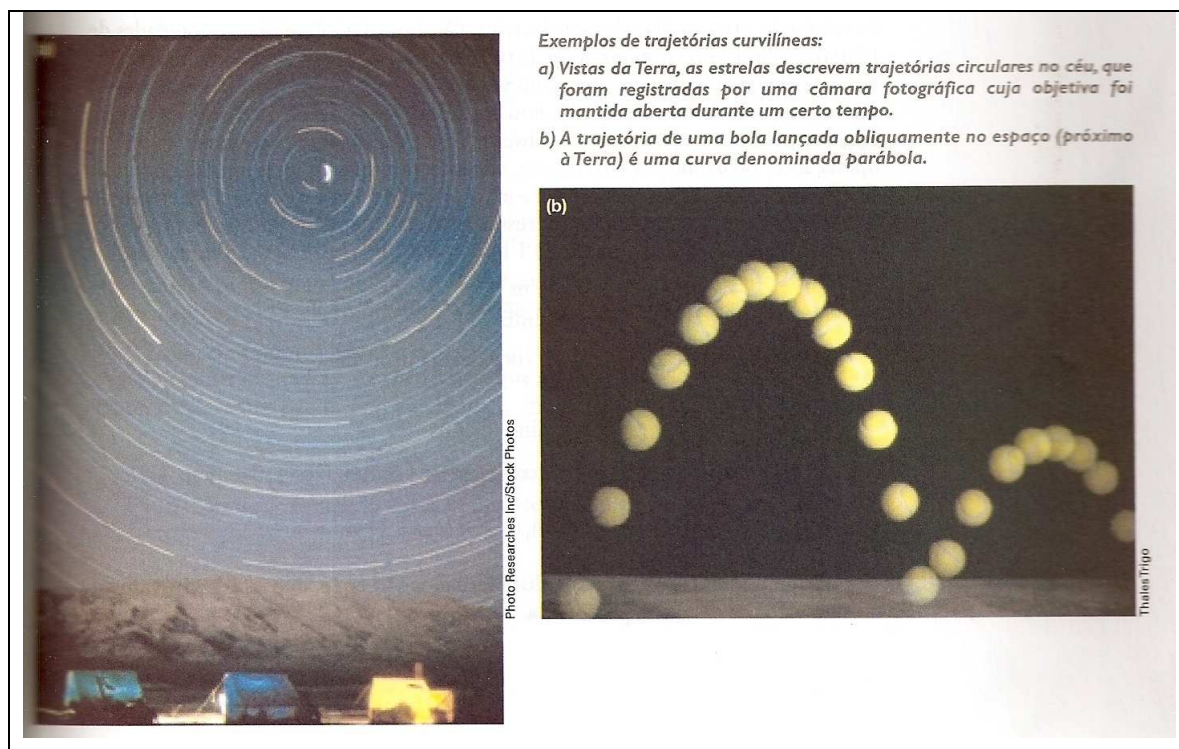


Figura 32 – Exemplo 26

Fonte: Alvarenga e Maximo. V1, p39, 2006.

O excerto acima, foto com o rastro deixado pelas estrelas no céu noturno, encontra-se no capítulo sobre movimento retilíneo e é um explorado no texto como exemplo de movimento curvilíneo. Foi classificado nas dimensões C2 porque evidencia o movimento de rotação da Terra e em C6, pois atenta para o fato de que os astros em seu movimento aparente no céu descrevem um movimento do tipo curvilíneo que tem características semelhantes ao movimento curvilíneo de uma roda de bicicleta, por exemplo.

Medindo estrelas

A distância média entre o centro da Terra e o do Sol é uma unidade astronômica (1 UA). Depois do Sol, a estrela mais próxima da Terra é **Próxima Centauro**, que está a uma distância da Terra de cerca de 270 000 UA! Para lidar com essas enormes distâncias, os astrônomos criaram a unidade de comprimento denominada **parsec**. Ela foi definida de modo que a distância entre o centro da Terra e o centro da Próxima Centauro tenha a **ordem de grandeza** de 1 parsec.

Na figura *a* temos um esquema do processo usado pelos astrônomos para medir as distâncias até as estrelas. São feitas fotografias da estrela com um intervalo de seis meses. Com essas fotos é construído o triângulo da figura. Conhecida a base (2 UA) e os ângulos, é possível determinar a distância *D*.

O parsec foi definido como sendo o valor da distância *D* quando θ é igual a um segundo de grau: $\theta = 1''$. Como 1 grau tem 60 minutos ($1^\circ = 60'$) e 1 minuto tem 60 segundos ($1' = 60''$), 1 grau tem 3 600 segundos: $1^\circ = 3\,600''$ ou

$$1'' = \frac{1^\circ}{3\,600}$$

No triângulo retângulo da figura *b* temos:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{1 \text{ UA}}{D} \Rightarrow D = \frac{1 \text{ UA}}{\operatorname{tg} \theta} = \frac{1 \text{ UA}}{\operatorname{tg} 1''} \quad \text{I}$$

As tabelas usuais não fornecem tangentes de ângulos tão pequenos; assim, devemos recorrer a uma calculadora eletrônica.

As calculadoras têm uma tecla para escolher entre medir os ângulos em graus ou radianos. Certifique-se de que ela esteja no modo **grau**. A seguir, como $1'' = 1^\circ/3\,600$, faça a divisão $1 \div 3\,600$ e em seguida aperte a tecla da tangente. Os resultados que aparecerão no mostrador da calculadora serão:

$$1 \div 3\,600 \rightarrow 2,777777778 \cdot 10^{-4} \xrightarrow{\text{tangente}} 4,848136811 \cdot 10^{-6}$$

Este último valor significa que: $\operatorname{tg} 1'' = 4,848136811 \cdot 10^{-6}$.

Substituindo em **I**:

$$D = \frac{1 \text{ UA}}{\operatorname{tg} 1''} = \frac{1 \text{ UA}}{4,848136811 \cdot 10^{-6}} = 2,062648063 \cdot 10^5 \text{ UA} \approx 206\,265 \text{ UA}$$

Tomando o valor de 1 UA da tabela 5, com cinco casas após a vírgula, temos:

$$D \approx (206\,265) (1,49598 \cdot 10^{11} \text{ m}) \approx 3,08568 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

Assim:

$$1 \text{ parsec} \approx 206\,265 \text{ UA} \approx 3,08568 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

Na tabela a seguir relacionamos algumas unidades do Sistema Inglês; não é necessário memorizá-las, mas é útil ter essa tabela para poder interpretar publicações vindas dos Estados Unidos e da Inglaterra.

Figura 33 – Exemplo 27

Fonte: Sampaio e Calçada. V1,p. 33, 2005.

O exemplo acima trata das medidas utilizadas em astronomia como a Unidade Astronômica (UA) e o Parsec. Ele discute o método das paralaxes, utilizado para se obter a distância existente entre um astro qualquer e a Terra. Este excerto encontra-se no capítulo sobre Introdução à Física e apresenta características que o levaram a ser classificado em mais de uma categoria. Podemos identificar nele propriedades do movimento da Terra em órbita do Sol como a seu raio, o seu período, o fato de estar em dois pontos opostos depois de certo período de tempo, etc., como também, o fato de contribuir para ampliar o conhecimento dos alunos com relação ao universo (C5) bem como, demonstrar o uso de um métodos matemáticos e modelos físicos nesta determinação, evidenciando que a presença da física em um processo que envolve corpos de fora do sistema solar, além de demonstrar uma aplicação prática,

ainda que avançada para a física (C6).

Outros são os excertos classificados em mais de uma categoria. Eles podem ser encontrados no quadro referente aos excertos disponível nos complementos do capítulo que trata do subsídio ao professor, parte integrante desse trabalho.

Os resultados da classificação dos excertos nas categorias definidas anteriormente são apresentados no quadro abaixo. Ela exhibe a frequência absoluta com que cada uma das categorias se encontra presente em cada uma das obras. Nela estão incluídas as situações que envolvem classificação em mais de uma categoria, sendo que elas foram contadas separadamente, isto é, se um excerto foi classificado em C1, C4 e C5 simultaneamente, por exemplo, cada uma delas constitui uma das frequências contidas nas colunas C1, C4 e C5 respectivamente.

OBRA	C1	C2	C3	C4	C5	C6	TOTAL
A	20	7	0	7	11	27	72
B	52	50	5	8	3	21	139
C	6	6	0	4	3	12	31
G	10	10	0	3	4	23	50
D	4	5	0	0	2	10	21
E	12	12	1	2	0	2	29
F	9	10	0	2	1	5	27
H	10	4	0	2	2	5	23

Quadro G1-B: Números de excertos nas categorias de análise

Fonte: Dados da análise

Para melhor visualizar a distribuição dos excertos nas categorias, os dados do quadro acima são apresentadas em gráficos de barra (histogramas).

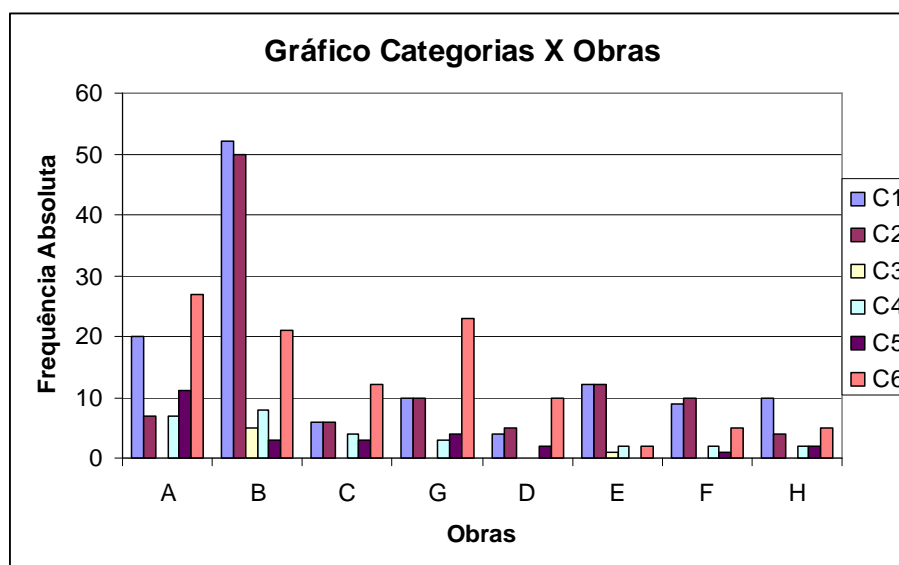


Gráfico G1- 05: Frequência dos excertos nas categorias de análise

A distribuição dos excertos nas categorias de análise revelada pelo gráfico mostra que as obras apresentam certa tendência em ressaltar as características ou propriedades dos corpos celestes, tais como suas dimensões, massa, brilho, parte iluminada, aspecto da superfície etc. Vemos também, que além de evidenciar as propriedades dos corpos, todas as obras utilizam excertos de astronomia buscando evidenciar, embora não explicitamente, a física que presenciamos aqui no nosso mundo também se acha presente pelo universo sendo responsável pelos fenômenos que nele ocorrem. Isto justifica a expressiva presença da categoria C6 em todas as obras. Excertos que relacionam objetos astronômicos espaço- temporalmente, identificados pela categoria C2 se acha bastante presente na obra B.

Vemos que, em geral, todas as obras não tratam de modelos cosmológicos ao longo do texto, fora do conteúdo de gravitação, tendência esta indicada pela quase ausência da categoria C3 em todas as obras. Embora com baixa frequência, quase todas as obras descrevem fatos históricos relevantes para o desenvolvimento da ciência, não sendo encontrado excerto a esse respeito apenas na obra D. Destacam-se nesta forma de abordagem as obras A e B com mais de 5 excertos cada.

3.4 – Análise dos exercícios (Grupo G2)

3.4.1 – Identificando a presença dos exercícios

Todo livro didático apresenta em sua constituição exercícios a respeito dos assuntos que nele são tratados. Estes exercícios influenciam, e muito, na qualidade do livro didático sendo um dos elementos que o professor analisa para a sua escolha. Assim como o texto, o exercício é parte complementar no processo da aprendizagem contribuindo para uma maior fixação dos assuntos trabalhados e servindo como avaliação cotidiana do nível de compreensão atingido pelo aluno.

De um modo geral, os livros apresentam o seu conteúdo distribuído em unidades as quais, por sua vez se dividem em capítulos e esses também se acham divididos em tópicos. Os exercícios são distribuídos de forma que um pequeno número deles se acha localizado no final de um tópico. Ao final de um capítulo existem mais exercícios incluindo alguns deles como revisão do conteúdo trabalhado no capítulo. Por fim, temos as questões de vestibulares que servem como preparo para entrada no ensino

superior.

Os exercícios também possuem graus de dificuldade diferentes. Aqueles presentes no final de um tópico são de nível de dificuldade baixo, destinados à fixação dos conceitos e à aplicação dos modelos. No final do capítulo ou da unidade temos os exercícios de nível médio e mais elevado, destinados tratar todo o conteúdo estudado em questões que envolvem nível de raciocínio mais complexo e, por fim, as questões de vestibular de todos os níveis.

A seguir, temos dois exemplos de exercícios, um deles com nível de dificuldade baixo e outro com nível de dificuldade mais elevado.

8. O campo gravitacional na superfície da Lua é, aproximadamente, $1/6$ do campo gravitacional terrestre. (Considere $g = 10 \text{ N/kg}$.)

a) Na Lua, qual é o peso de um automóvel de massa $1\,000 \text{ kg}$?

b) E na Terra?




Figura 34 – Exemplo 28

Fonte: Gonçalves Filho e Toscano, V.U., p.20, 2007

O exemplo acima, extraído do capítulo que trata de forças, é um exercício que consideramos fácil por tratar apenas da aplicação direta de um modelo, também simples, para realizar o cálculo do peso de um corpo. Este tipo de exercício exige apenas o domínio de operações matemáticas elementares, não apresentando dificuldade alguma para sua resolução.

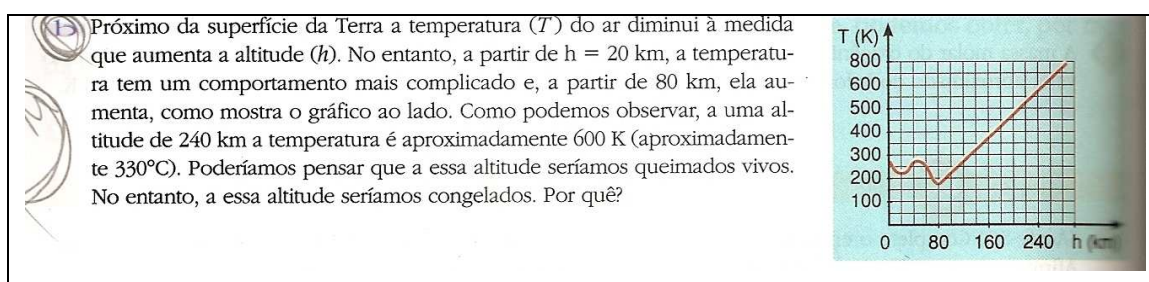


Figura 35 – Exemplo 29

Fonte: Sampaio e Calçada. V2, p. 278, 2005

Este exercício, que se encontra no capítulo sobre termologia, é um exemplo de exercício de nível mais elevado. Para sua resolução, o aluno deve ser capaz de

estabelecer uma relação entre temperatura e energia cinética das moléculas existentes na atmosfera, além do conhecimento a respeito da variação da densidade da atmosfera com o aumento da altitude em relação ao solo, concluindo que o baixo nível de moléculas com muita energia não compensa a perda de calor do corpo por irradiação. Pela necessidade de associar vários modelos para poder elaborar sua conclusão, julgamos o presente exercício como de nível difícil.

Os exercícios das obras possuem estruturas diferentes sendo alguns deles questões fechadas do tipo múltipla escolha ou questões dissertativas em que a resposta deve ser estruturada pelo aluno.

(Fuvest-SP) Um meteorito, de massa m muito menor que a massa M da Terra, dela se aproxima, seguindo a trajetória indicada na figura. Inicialmente, bem longe da Terra, podemos supor que sua trajetória seja retilínea e sua velocidade v_1 . Devido à atração gravitacional da Terra, o meteorito faz uma curva em torno dela e escapa para o espaço sem se chocar com a superfície terrestre. Quando se afasta suficientemente da Terra, atinge uma velocidade final v_2 , de forma que, aproximadamente, $|\vec{v}_2| = |\vec{v}_1|$, podendo sua trajetória ser novamente considerada retilínea. Ox e Oy são os eixos de um sistema de referência inercial, no qual a Terra está inicialmente em repouso.

Podemos afirmar que a direção e o sentido da quantidade de movimento adquirida pela Terra são indicados aproximadamente pela seta:

a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

UNIDADE II

Figura 36 – Exemplo 30

Fonte: Penteadó e Torres, V1, p.133, 2005

1. Por que, numa nave em órbita, não é possível utilizar uma balança para medir o peso?
2. Explique por que, no espaço sideral, um astronauta consegue carregar objetos de massa muitas vezes maior do que a sua.

Figura 37 – Exemplo 31

Fonte: Gonçalves Filho e Toscano. V.U., p. 29, 2007

O exemplo 30 exibe exercício de múltipla escolha, de nível complexo, pois envolve leitura de um longo enunciado, compreensão de esquemas e escolha de um modelo que permita relacionar as variáveis relevantes para sua solução, além de explorar a caracterização de grandezas através de sua representação vetorial. O exemplo 31 um exercício dissertativo, de nível simples de compreensão do enunciado.

Com esses 4 exemplos de exercícios procurou-se apresentar uma amostragem dos mesmos. A análise dos exercícios terá início com a identificação de sua presença nas obras, seguida da caracterização dos elementos astronômicos neles presentes, utilizando as mesmas dimensões de análise utilizadas na classificação dos excertos presentes no decorrer dos textos (análise do item II.3.2). Posteriormente, sua análise quanto à forma de abordagem será feita definindo novas categorias de análise em função das particularidades intrínsecas à sua solução. Nestas análises, as coleções com 3 exemplares tiveram seus exercícios somados de forma que esses sejam apresentados na sua totalidade.

Em relação à presença de exercícios envolvendo elementos da astronomia, o quadro abaixo revela a ordem de grandeza de sua participação.

OBRA	TOTAL DE EXERCICIOS	Exercícios com astronomia
A (3v)	2902	68
B (3v)	3413	51
C (3v)	1317	33
G (3v)	2659	34
D (vu)	971	17
E (vu)	875	8
F (vu)	906	9
H (Vu)	1328	21

Quadro G2-A: Número de exercícios das obras analisadas

Vemos aqui que o número de exercícios que tratam de astronomia em relação à quantidade total é muito pequena, não atingindo nem 3% do total de exercícios em cada obra. No entanto, comparando com outros conteúdos, como ondulatória, por exemplo, que apresenta cerca de 8%, ou equilíbrio de corpos rígidos que apresenta, em média, cerca de 2% do total de exercícios de cada obra, este valor se torna expressivo. Além do mais, o fato do número desses exercícios ser pequeno não reduz a importância

da análise dos mesmos já que também constituem material que pode ser aplicado em sala para o desenvolvimento de temas de astronomia.

Pelo quadro é possível identificar que, entre as obras de 3 volumes, a coleção A utiliza com mais frequência exercícios que envolvem enunciados com elementos de astronomia (68 exercícios), sendo quase o dobro de outras duas coleções C e G (34 e 33 exercícios respectivamente). Entre as obras de volume único, aquele que se destaca é o livro H com 21 exercícios seguido do livro D (17 exercícios).

3.4.2 – Os temas dos exercícios

Para identificar os temas da astronomia envolvidos nos enunciados dos exercícios foram utilizadas as mesmas dimensões de análise elaboradas na classificação dos excertos presentes no decorrer dos textos (análise do item III.2.2), pelo fato de elas darem conta na análise dos mesmos.

Os exercícios classificados na dimensão D1 são aqueles que em seu enunciado apresentam elementos relativos ao planeta Terra.

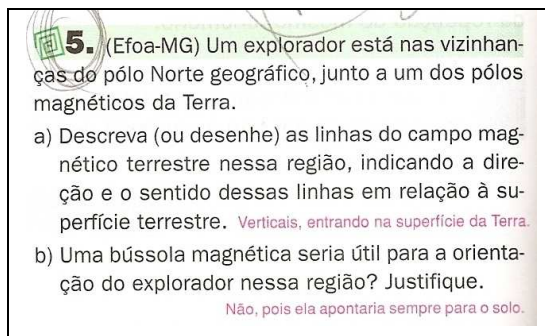


Figura 38 – Exemplo 32

Fonte: Bonjorno, Bonjorno, Bonjorno e Clinton. V3, p.234, 2003.

Este exemplo, extraído do capítulo sobre o campo magnético, foi classificado na dimensão D1 porque, como podemos ver, ele envolve elementos referentes ao nosso planeta. No caso em questão, esses elementos indicam a configuração do campo magnético da Terra.

Na dimensão D2, classificam-se os exercícios que explicitam elementos ou relações entre Terra, Sol e Lua.

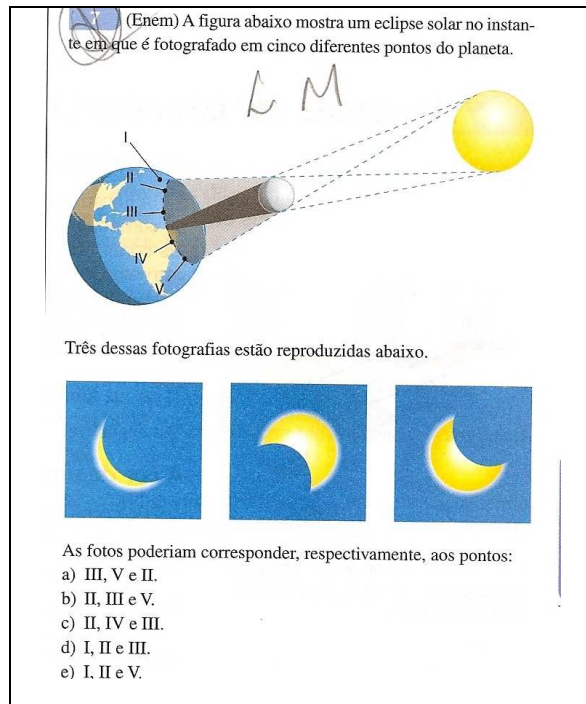


Figura 39 – Exemplo 33

Fonte: Penteadó e Torres. V2,p.153, 2005

O exercício do exemplo acima se classifica na dimensão D2 por envolver a posição relativa entre os três astros, Terra, Lua e Sol para descrever o eclipse por eles gerado.

Na dimensão D3 temos os exercícios que envolvem elementos relativos ao sistema solar, desde que não envolvam apenas a Terra, Sol ou a Lua.

38. Como vimos, Roemer observou que, quando a Terra se deslocava da posição A para a posição B, representadas na fig. 14-34, havia um atraso de vários minutos na observação de um eclipse de um satélite de Júpiter.

- Este atraso era devido ao tempo que a luz gasta para percorrer o diâmetro do Sol, da Terra, ou da órbita da Terra?
- Consultando a tabela no final deste volume e lembrando que $c = 3,00 \times 10^8$ m/s, determine, em minutos, o valor deste atraso.

Fig. 14-34 - pag. 220

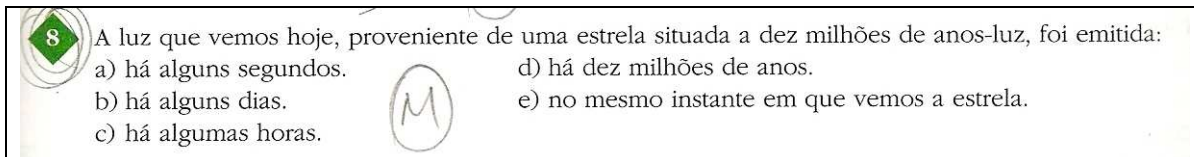
Figura 40 – Exemplo 34

Fonte: Alvarenga e Máximo. V2, p. 223, 2006

Este exercício encontra-se no capítulo sobre reflexão da luz. Pode-se notar elementos que envolvem astros do sistema solar além da Terra, o Sol e a Lua.

A dimensão D4 envolve os exercícios que tratam de elementos que se acham fora do sistema solar como estrelas, galáxias, nebulosas, etc.

Exemplo 35)



8 A luz que vemos hoje, proveniente de uma estrela situada a dez milhões de anos-luz, foi emitida:

a) há alguns segundos. d) há dez milhões de anos.

b) há alguns dias. e) no mesmo instante em que vemos a estrela.

c) há algumas horas.

Figura 41 – Exemplo 35

Fonte: Sampaio e Calçada, V.1. p.61, 2005

Este exercício está no capítulo que trata da Velocidade escalar. Ele trata do ano-luz e o envolve em uma situação que envolve uma estrela que se acha fora do sistema solar.

A seguir temos o gráfico que exhibe a distribuição dos exercícios em cada uma das dimensões de análise, tomados em cada uma das suas respectivas obras.

OBRA	Exercícios	D1	D2	D3	D4
A (3v)	71	20	28	10	13
B (3v)	51	20	22	0	9
C (3v)	33	9	13	4	7
G (3v)	34	13	14	3	4
D (vu)	17	8	7	1	1
E (vu)	8	4	3	0	1
F (vu)	9	2	4	0	3
H (Vu)	22	8	8	3	3

Quadro G2 – B: Número de exercícios nas diferentes dimensões

O quadro acima mostra o predomínio da dimensão D2 em quase todas as obras. Temos então que a maioria dos exercícios analisados se refere ao sistema Sol-Terra-Lua, explorando grandezas como as massas desses corpos, seus diâmetros, o raio da órbita da Terra em torno do Sol e o raio da órbita da Lua em torno da Terra, os eventos que se originam devido aos seus movimentos relativos, como os eclipses e as fases da lua, além das interações de um com o outro, originadas pelas forças de ação

gravitacional. Encontram-se inseridos aqui os casos de exercícios que tratam das viagens espaciais envolvendo a Terra e a Lua.

Seguindo a dimensão D2 vemos a dimensão D1 que se acha bastante presente nas obras, chegando mesmo a superar D1 nas obras D e E. Isto mostra que os exercícios exploram bem o planeta Terra. Nesta abordagem são explorados os cálculos do seu diâmetro, da sua massa, da velocidade de escape, dos efeitos da aceleração da gravidade sobre corpos em queda próximo à sua superfície, de parâmetros associados aos seus movimentos de rotação e translação e, ainda, situações que envolvem a caracterização do seu campo gravitacional, magnético e elétrico, além de situações que envolvem sua atmosfera e os efeitos ópticos por ele gerados etc.

A dimensão D3 é explorada pelos exercícios em situações que envolvem aspectos referentes a temperatura na superfície dos demais corpos do sistema solar, como os planetas Marte e Júpiter, bastante citados, da constituição e efeitos provocados pela sua atmosfera, do cálculo de variáveis como o tempo gasto pela luz ao percorrer a distância que separa a Terra de outros corpos do sistema solar, da interação gravitacional desses corpos com outros próximos à sua superfície, da influência desta interação no movimento de queda livre, dos efeitos ópticos provocados pelo seu movimento orbital como as fases de Vênus, etc.

Além de estar pouco representada, exceto na obra A, onde foram encontrados 10 exercícios nela classificados, a dimensão D3 não aparece nas obras B, E e F nas quais não foram encontrados exercício que evidenciam elementos relacionados aos demais corpos do sistema solar, além da Terra, do Sol e da Lua.

Embora não estejam presentes com a mesma frequência que as dimensões D1 e D2, a dimensão D4 acha-se presente em todas as obras analisadas com uma frequência que oscila entre os valores 1 e 5. Identificamos então que todas as obras apresentam exercícios que tratam de fenômenos que envolvem corpos que se acham além dos limites do sistema solar. Vemos que essa tendência se faz mais presente principalmente na obra A, onde temos mais de 10 exercícios classificados nesta dimensão. Especificamente falando, são exercícios que tratam de situações variadas envolvendo situações hipotéticas, em que se consideram planetas imaginários onde não haja atmosfera ou mesmo gravidade, além dos buracos negros, estrelas e sua evolução, expansão do universo, galáxias e situações que envolvem o conceito de ano-luz no cálculo de tempos e distâncias astronômicos.

3.4.3 – A natureza dos exercícios

Além do tema ser diferente, a forma de abordagem presente nos exercícios também é diferente. Alguns exigem dos alunos apenas a aplicação direta de uma equação matemática. Outros exploram a leitura e interpretação de tabelas, quadros, gráficos, gravuras e fotos, já outros envolvem situações problema, caracterizadas por exigir do aluno a mobilização de recursos, a tomada de decisões e a ativação de esquemas para que sejam solucionadas.

Com base nisto e analisando as competências encontradas nos PCN+ de Física, foi possível estabelecer quatro categorias para a classificação dos exercícios, permitindo a análise dos mesmos em busca do seu objetivo, isto é, que tipo de competência o exercício poderá desenvolver no aluno. Novamente são categorias de inferências.

Assim, as categorias de análise para os exercícios são:

L – Desenvolvimento da Linguagem científica

M – Aplicação de modelo

P – Situação-Problema

H – Acontecimento histórico

As categorias acima não são excludentes podendo um mesmo exercício ser classificado em qualquer uma delas ou em suas combinações.

Categoria L

Classificam-se aqui os exercícios que envolvem o trabalho com grandezas físicas explorando a conversão entre escalas, representação de grandezas em notação científica, expressar grandezas através de suas ordens de grandeza, leitura e interpretação de tabelas e gráficos, leitura e interpretação de gravuras e representações simbólicas.

Os exemplos abaixo irão esclarecer melhor o tipo de exercício que foi classificado nesta categoria.

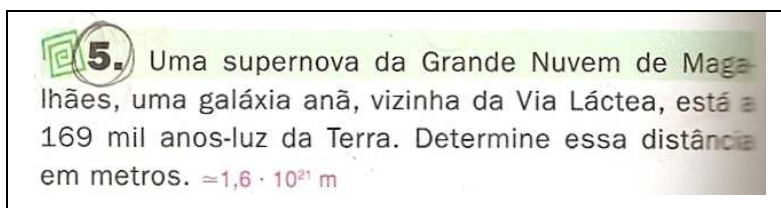


Figura 42 – Exemplo 36

Fonte: Bonjorno, Bonjorno, Bonjorno, Ramos. V.U., p. 320, 2004

Este exercício, que trata do cálculo da distância entre a Terra e uma supernova observada na Grande Nuvem de Magalhães, encontra-se no capítulo que trata dos conceitos fundamentais de óptica. Ele trata da conversão da distância existente entre esta supernova e a Terra, que é expressa em anos-luz, para o metro, unidade padrão do SI (Sistema Internacional de Unidades).

EXERCÍCIOS Resolva em seu caderno

11 Um homem tem altura de 1,83 m. Expresse o valor dessa altura:
a) em cm b) em mm c) em km

12 (Unicamp-SP) *“Erro da NASA pode ter destruído sonda*
Para muita gente, as unidades em problemas de Física representam um mero detalhe sem importância. No entanto, o descuido ou a confusão com unidades pode ter consequências catastróficas, como aconteceu recentemente com a Nasa. A agência espacial americana admitiu que a provável causa da perda de uma sonda enviada a Marte estaria relacionada com um problema de conversão de unidades. Foi fornecido ao sistema de navegação da sonda o raio de sua órbita em **metros**, quando, na verdade, este valor deveria estar em **pés**. O raio de uma órbita circular segura para a sonda seria $r = 2,1 \cdot 10^5$ m, mas o sistema de navegação interpretou esse dado como sendo em **pés**. Como o raio da órbita ficou menor, a sonda desintegrou-se devido ao calor gerado pelo atrito com a atmosfera marciana.” (Folha de S.Paulo, 1º de outubro de 1999.)
Calcule, para essa órbita fatídica, o raio em metros. Considere 1 pé = 0,30 m.

13 Um recipiente contém 2,5 kg de farinha de trigo. Expresse essa massa:
a) em gramas; b) em toneladas (1 t = 1.000 kg).

14 Um jogo de futebol, durante a Copa da França, teve duração total de 1h 40 min. Expresse esse intervalo de tempo:
a) em minutos; b) em segundos.

15 Uma corrida de Fórmula 1 teve sua largada às 10 h 05 min 30 s. A bandeirada de chegada foi dada, ao vencedor, às 11 h 50 min 20 s. Expresse a duração dessa corrida:
a) em h, min e s; b) em minutos; c) em segundos.

Figura 43 – Exemplo 37

Fonte: Penteadó, Torres. VI, p. 21, 2005

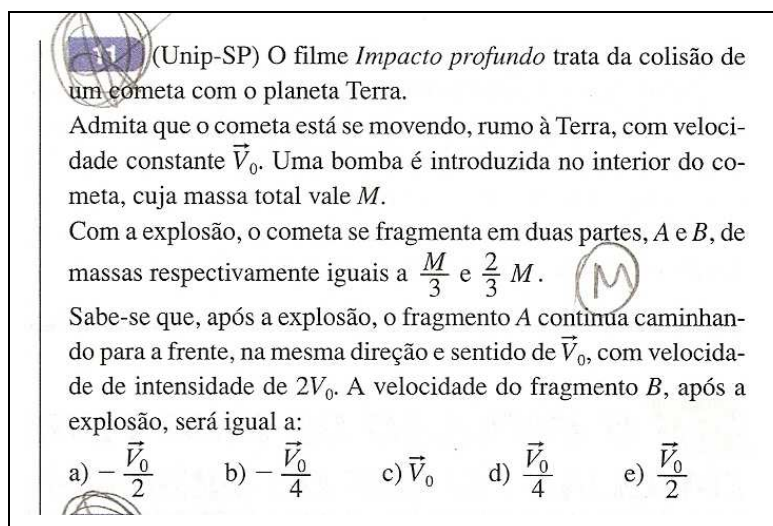
O exercício acima, que aborda o lançamento de uma sonda ao planeta Marte, explora a capacidade que o aluno apresenta em converter grandezas expressas em uma dada unidade em outra diferente, mas que tenha relação com a primeira. No caso acima, temos um exercício que explora a conversão entre duas escalas de medida de comprimento, o pé e o metro, uma das unidades do SI. Assim, os dois exercícios exploram a linguagem da física.

Categoria M

Nesta categoria estão classificados os exercícios que envolvem a aplicação

de um modelo teórico para a sua resolução. É o caso de exercícios muito comuns utilizados nas aulas de física do ensino médio em que o aluno precisa aplicar os conhecimentos teóricos estabelecidos em um dado modelo físico e as equações associadas a ele.

São exemplos desse tipo de exercícios:



(Unip-SP) O filme *Impacto profundo* trata da colisão de um cometa com o planeta Terra.

Admita que o cometa está se movendo, rumo à Terra, com velocidade constante \vec{V}_0 . Uma bomba é introduzida no interior do cometa, cuja massa total vale M .

Com a explosão, o cometa se fragmenta em duas partes, A e B, de massas respectivamente iguais a $\frac{M}{3}$ e $\frac{2}{3} M$.

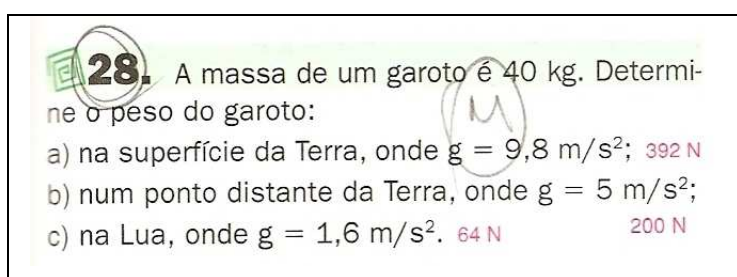
Sabe-se que, após a explosão, o fragmento A continua caminhando para a frente, na mesma direção e sentido de \vec{V}_0 , com velocidade de intensidade de $2V_0$. A velocidade do fragmento B, após a explosão, será igual a:

a) $-\frac{\vec{V}_0}{2}$ b) $-\frac{\vec{V}_0}{4}$ c) \vec{V}_0 d) $\frac{\vec{V}_0}{4}$ e) $\frac{\vec{V}_0}{2}$

Figura 44 – Exemplo 38

Fonte: Penteado e Torres. V1, p. 129, 2005

O exemplo acima, extraído do capítulo sobre quantidade de movimento e impulso, trata da colisão de um cometa com a Terra, situação que serviu como tema para o filme nele citado. O exercício oferece certa quantidade de informações, incluindo algumas grandezas, como a massa da Terra, a massa do cometa e a velocidade da Terra e explora a capacidade que o aluno tem de relacionar estas grandezas dentro de um modelo teórico que permita a sua solução. O modelo em questão, seria o da conservação da quantidade de movimento.



28. A massa de um garoto é 40 kg. Determine o peso do garoto:

a) na superfície da Terra, onde $g = 9,8 \text{ m/s}^2$; 392 N

b) num ponto distante da Terra, onde $g = 5 \text{ m/s}^2$;

c) na Lua, onde $g = 1,6 \text{ m/s}^2$. 64 N 200 N

Figura 45 – Exemplo 39

Fonte: Bonjorno, Bonjorno, Bonjorno, Ramos, V.U., p. 175, 2004

Este é um exemplo clássico de exercício trabalhado no ensino de física do ensino médio. Extraído do capítulo Força e Movimento, ele aborda a força de atração gravitacional de atração existente entre os corpos, o peso, considerando-o tanto na Terra quanto na Lua. Assim como o exemplo 39 acima, ele fornece um conjunto de informações como a massa do corpo e a aceleração da gravidade na Terra e na Lua e explora a capacidade do aluno em organizar estas informações e inserí-las em um modelo apropriado para a sua resolução.

Categoria P

Nesta categoria encontram-se os exercícios que promovem o confronto entre o aluno e uma situação problema.

Entende-se por situação problema aquela que se caracteriza por recortes de um domínio complexo, cuja realização implica mobilizar recursos, tomar decisões e ativar esquemas. São fragmentos relacionados com nosso trabalho, nossa interação com as pessoas, nossa realização de tarefas, nosso enfrentamento de conflitos. (Macedo 2002).

Aqui se acham classificados exercícios que exigem do aluno maior mobilização dos conceitos já aprendidos, confronto de modelos e idéias para alcançar estabelecer o caminho pelo qual será alcançada a sua solução.

Não foram encontrados exercícios classificados nesta categoria isoladamente, estando ela sempre associada a uma das anteriores.

Categoria H

Alguns dos exercícios analisados não exibiam características que os levassem a ser classificados nas categorias L, M e P. Não se classificam aqui os exercícios que trazem em seu enunciado trechos que citam acontecimentos históricos e, em seguida, exploram um conceito que não necessita deste acontecimento para sua solução. Classificam-se nesta categoria os exercícios cujo objetivo é promover o contato do aluno com a história da ciência por meio de pesquisa e leitura, podendo ou não solicitar a transcrição de partes de textos na forma dissertativa como sua resolução. Eles não envolvem a aplicação de modelos (categoria M) nem a leitura e interpretação de gráficos ou um situação-problema (categorias L e P) além de se apresentarem em número muito reduzido.

35. Faça uma pesquisa sobre as teorias de Galileu que entraram em choque com idéias estabelecidas como dogmas na época e que o levaram a ser condenado pelo Tribunal da Inquisição.

Figura 46 – Exemplo 40

Fonte: Alvarenga e Máximo. V1, p.62, 2007

O exercício em questão solicita uma pesquisa sobre as idéias de Galileu que entraram em choque com as idéias vigentes em sua época. Embora esta pesquisa envolva as idéias relativas ao modelo do sistema solar, não se trata de uma questão que necessite do emprego deste modelo para a solução de alguma situação proposta.

Assim sendo, ele não se encaixa direta e claramente nas categorias anteriores sendo, portanto, classificado na categoria H.

27 a) Qual o cientista que convenceu Newton a publicar sua mais famosa obra: *Princípios matemáticos da filosofia natural*?

b) Qual o corpo celeste que recebeu o nome desse cientista?

H c) Em que idioma foi escrita originalmente a obra mencionada na questão (a)?

Figura 47 – Exemplo 41

Fonte: Alvarenga e Máximo. V1, p. 127, 2007

O exercício deste exemplo assim como o anterior aborda uma revisão histórica a respeito da obra de Newton, buscando alguns dos fatos associados a ela. Assim, também foi classificado nesta categoria.

Apenas os dois exemplos anteriores são exercícios encontrados no processo de análise que foram classificados nesta categoria. Ambos se encontram na obra A e pertencem aos capítulos movimento retilíneo e leis de Newton.

Associação das categorias

Assim como ocorre com a categoria P, encontrada somente associada às categorias L e M, temos exercícios que apresentam características comuns a duas das categorias citadas, constituindo as associações LM, MP e LP, ou mesmo das três juntas, formando a associação LMP.

Como exemplo deste tipo de associação temos:

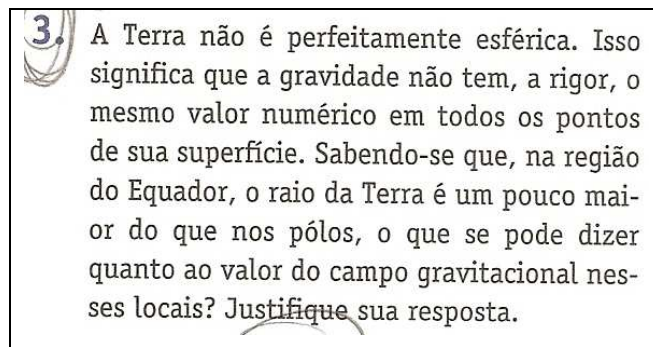


Figura 48 – Exemplo 42

Fonte: Gonçalves e Toscano. V.U.,p.18, 2007

Este exercício envolve a caracterização da aceleração da gravidade da Terra e foi extraído do capítulo que trata das Forças. Ele envolve a busca do modelo que expressa a natureza e a caracterização física da aceleração gravitacional da Terra, além de propor um desafio que é o de estabelecer um parâmetro que relacione o módulo desta aceleração em posições distintas da Terra com diferentes latitudes. Trata-se de um exercício classificado nas categorias M e P.

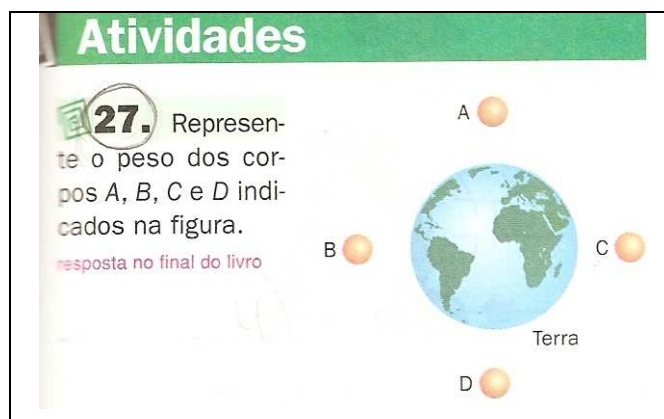


Figura 49 – Exemplo 43

Fonte: Bonjorno, Bonjorno, Bonjorno, Ramos. V1, p. 175. 2003

O exercício acima foi extraído do capítulo Força e movimento e trata da caracterização da força peso, exercida pela Terra em objetos próximos. Neste exercício temos uma combinação das categorias L e M, pois exploram-se a capacidade de leitura e interpretação gráfica, a aplicação de um modelo teórico e a representação simbólica de força.

b) Qual deve ser a relação entre \vec{v}_M e \vec{v}_c para que o menino siga a trajetória AB?

c) Considerando que $v_c = 0,50$ m/s e $v_M = 1,0$ m/s, calcule o valor de θ para que o menino siga a trajetória AB desejada.

22. Sabemos que a Terra possui, além do movimento de rotação em torno de seu eixo, um movimento de translação em torno do Sol. Na figura deste problema, as setas indicam os sentidos destes dois movimentos. Analise a figura e responda: a velocidade resultante (em relação ao Sol) de uma pessoa situada no equador é maior ao meio-dia ou à meia-noite?

LMP

Problema 22.

Figura 50 – Exemplo 44

Fonte: Alvarenga e Maximo. V1, p.101, 2007

Este exemplo foi extraído do capítulo sobre Vetores e movimento curvilíneo. Ele explora a caracterização da velocidade de um corpo na superfície da Terra em relação ao Sol, o que envolve o conhecimento de um modelo que envolva a resultante de vetores, o conhecimento dos movimentos da Terra e a interpretação de gravuras e representação de grandezas por vetores. Assim, devido a esta vasta mobilização de conhecimentos, esse exercício foi classificado nas categorias L, M e P, simultaneamente.

Definidas as categorias, todos os exercícios envolvendo elementos da astronomia foram classificados e o resultado é apresentado no gráfico abaixo.

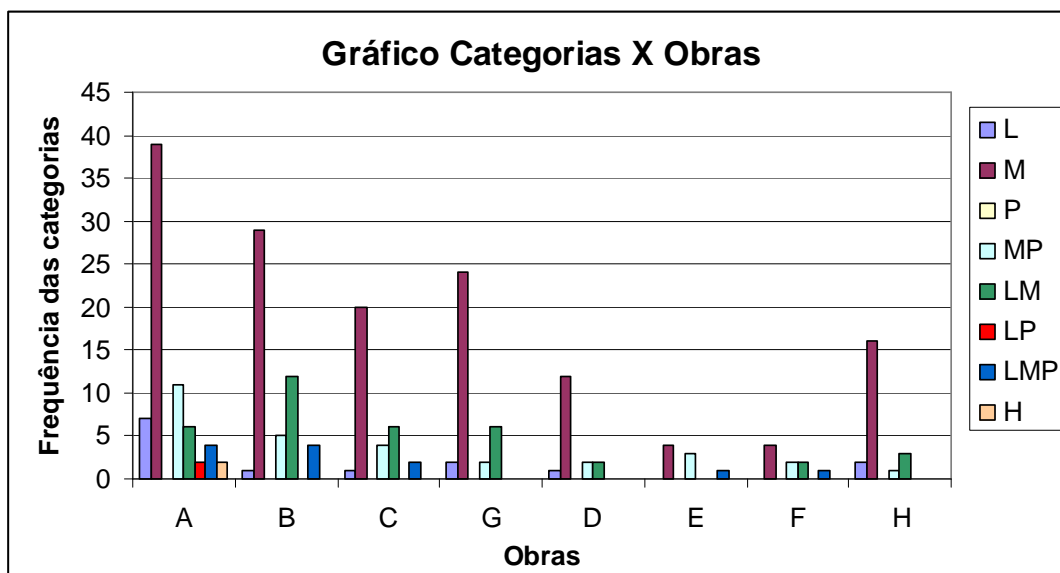


Gráfico G2-01: Distribuição dos exercícios nas categorias definidas

O gráfico da distribuição dos exercícios nas categorias revela que a maioria dos exercícios encontrados em todas as obras analisadas encontra-se classificada na

categoria M, onde se acham inseridos os exercícios que exploram apenas a capacidade do aluno em aplicar a uma situação um modelo da física ou uma relação entre elementos ou variáveis desenvolvidos anteriormente para se obter uma solução. Isto mostra que nos livros ainda são predominantes exercícios que envolvem apenas a manipulação simbólica e o cálculo matemático. Situações desafiadoras envolvendo raciocínio e que desenvolvam a habilidade de resolver problemas são minoria.

A categoria LM também se mostra presente em uma frequência razoável em obras de 3 volumes (A,B,C e G). Este resultado revela a existência de exercícios que tratam de situações que exploram, de forma combinada, a leitura e interpretação de informações. Estas informações normalmente são fornecidas em formato gráfico, como gravuras, tabelas, vetores, gráficos, etc., além de explorar a habilidade do aluno no trabalho com grandezas, expressando-as em notação científica ou em ordem de grandeza.

A categoria MP também se mostra presente. Assim, encontramos em todas as obras, exercícios caracterizados pela aplicação de um modelo físico, tal como ocorre na categoria M, diferenciando-se dela apenas pela presença de uma situação problema. As outras categorias são menos frequentes, exceto a LMP, que explora a capacidade de leitura e interpretação associada à aplicação de modelos para a solução de uma situação problema.

Podemos observar que nenhuma das obras apresenta exercícios puramente P, fato que não constitui novidade, já que uma situação problema serve apenas como elemento desafiador que promove a motivação necessária para a busca por artifícios que possam ser aplicados em sua solução.

Exercícios que envolvem pesquisa ou revisão bibliográfica referente a fatos históricos relevantes para o desenvolvimento da ciência, categoria H, ou que tratem da leitura e interpretação de símbolos e grandezas bem como sua conversão envolvendo uma situação problema, categoria LP, somente aparecem na obra A.

A análise do gráfico revela ainda que, em termos de exercícios, a obra A, além de apresentar uma quantidade significativamente maior de questões relacionadas com a astronomia, também se mostra mais abrangente, apresentando exercícios presentes em quase todas as categorias de análise. Já a obra E apresenta poucos exercícios que apresentam relação com a astronomia, além de abranger menos categorias que as demais obras, restringindo a abrangência dos mesmos.

3.5 – Conteúdos da Gravitação (Grupo G3)

Após várias tentativas de análise sobre a forma de apresentação do conteúdo de Gravitação presente nos livros didáticos, foi decidido que a melhor alternativa seria fazê-lo por meio dos mapas de conceitos. Isto porque, ao contrário do que ocorre com elementos de astronomia presentes ao longo do texto, que se acham espalhados e não constituem uma unidade de ensino, a parte de Gravitação sempre se apresenta como um ou mais capítulos das obras, não apresentado, portanto, o aspecto fragmentado característico dos elementos que se acham fora da Gravitação.

Um mapa de conceitos pode ser entendido como um diagrama que relacione os conceitos de uma teoria em uma ou mais dimensões (Salém, 1986) e fornece uma visão estrutural do conhecimento. A autora constrói o mapa da Eletrostática e de forma comparativa analisa os mapas deste conteúdo de uma amostra de alunos. Já Oliveira (1999) utilizando um mapa conceitual de referência, construída a partir de livro de Física Básica de Nussenzveig, analisa as diferentes estruturas da Mecânica de diferentes materiais didáticos. Fundamentados na teoria cognitivista de Ausubel (2009) os mapas de conceitos também são largamente empregados em vários ramos do conhecimento como, por exemplo, na área de pesquisa em biologia molecular (Amabis, 2009) com o intuito de criar uma abordagem integrada dos diversos conceitos, de modo a formar um corpo de conhecimentos coerente e significativo tanto para o professor quanto para os estudantes. Como outro exemplo, Nunes e Costa (2007), propõem o uso de mapas de conceitos na estruturação de hipertextos em ambientes de ensino à distância. Segundo eles, o modelo colaborativo de educação, que serve como fundamento para os ambientes de ensino à distância, é caracterizado por considerar o aluno como elemento ativo no sentido de estabelecer inter-relações contínuas com outros alunos, com o professor e principalmente com o mundo. Os hipertextos são um meio de promover estas inter-relações e os mapas conceituais teriam como aplicação a organização destes hipertextos estabelecendo relações lógicas entre os diversos conceitos que compõem o conteúdo de um texto.

Primeiramente foi realizado o levantamento dos conteúdos fundamentais que compõem o ensino de Gravitação em cada uma das obras. Cada uma das obras teve os conceitos identificados organizados em uma lista que, posteriormente, serviria como

base para a elaboração do mapa. Em seguida, esses conceitos foram dispostos seguindo a mesma seqüência em que aparecem nos livros a fim de se estabelecer uma relação entre eles. Feito isso, os conceitos e as relações foram inseridas em um software² com o qual são criados os mapas de conceitos.

A análise dos mapas individuais permitiu identificar que todos os livros apresentam uma estrutura básica comum com relação à gravitação, composta de tratado sobre:

- ✓ Modelos planetários
- ✓ Leis de Kepler
- ✓ Forças de Atração gravitacional
- ✓ Lei da gravitação
- ✓ Campo gravitacional
- ✓ Movimento de satélites

Apresentamos a seguir o mapa de conceitos que envolve todas as obras analisadas a fim de que possamos comparar a abrangência de cada uma delas no estudo da Gravitação. Cada obra é identificada por uma cor (obra A = vermelha; obra C=verde etc. Ver legenda) . A estrutura básica presente em todas as obras se acha na parte central do mapa, com conceitos e textos de conexão em sem cor (em branco). As setas indicam seqüência com que os conceitos são abordados. Os retângulos sem canto arredondado indicam os textos que conectam os conceitos e os retângulos com bordas escuras e com cantos arredondados indicam os conceitos. Retângulos com a parte interna de uma cor e com a cercadura com cor diferente indicam conceitos presentes em duas obras diferentes. A obra C, em verde, possui como conceito inicial a origem do universo e a obra F, sem cor, inicia o estudo da gravitação nas leis de Kepler. Todas as demais obras iniciam o estudo da gravitação em Modelos planetários.

²CmapTools, disponível em <http://cmap.ihmc.us/download/>

Do mapa podemos observar que as obras D, F e H abordam apenas os conceitos desta estrutura básica comum, não apresentando nenhum tipo de tópico complementar que venha a enriquecer o estudo da gravitação em direção à astrofísica, abordando aspectos como a evolução estelar, a origem do sistema solar ou mesmo a influencia de planetas no movimento das estrelas distantes causada pela interação gravitacional também responsável pela formação dos aglomerados estelares. Não se menciona nada a respeito da cosmologia, que trata das grandes estruturas do universo como galáxias e aglomerados de galáxias, mesmo sendo estas estruturas formadas devido à interação gravitacional.

Essas três obras, além das obras B e G, não exploram conceitos que vão além das fronteiras do sistema solar. Já as obras A, C, e E exploram conceitos que tratam de fenômenos que ocorrem fora dos limites do sistema solar, como a evolução estelar e a origem do universo. No caso da obra E, vemos que ela trata com certo aprofundamento as etapas de evolução das estrelas enquanto a obra C dá ênfase à origem do universo, abordando com menos aprofundamento, a evolução estelar.

Em C, o estudo da origem do universo envolve aspectos importantes como a descoberta da Radiação cósmica de fundo, uma das maiores evidências do Big Bang, e algumas das fases pelas quais o universo passou em seu processo de evolução. A obra A exhibe um pequeno texto sobre buracos negros e a obra E faz referência à evolução estelar dentro de um texto que aborda a formação do sistema solar.

As obras A, B e G priorizam aspectos que envolvem o planeta Terra, discutindo a influência da latitude e da altitude na aceleração da gravidade e a obra A, aborda ainda o fenômeno das marés como sendo o resultado da atração gravitacional entre a Terra, o Sol e a Lua, em um tópico especial intitulado “O triunfo da Gravitação Universal”.

Todas as obras abordam aspectos históricos referentes à construção dos modelos que tratam do nosso sistema solar. Algumas delas discutem o modelo grego, o modelo de Ptolomeu, o modelo de Copérnico, a influência de Galileu (obras C, E, G e H), o modelo de Kepler (as leis de Kepler), baseado nas observações de Tycho Brahe e o advento da gravitação de Newton.

Encerrando o presente capítulo sobre a análise dos livros faremos uma breve retomada de alguns dos principais resultados obtidos.

Verificamos a existência de grande quantidade de elementos de astronomia presentes nos livros didáticos de física, estando uma parte deles distribuídas ao longo dos textos dos capítulos como uma forma de exemplificar a física neles trabalhada e a outra parte inserida nos exercícios. Constatamos que o número de exercícios que apresentam ligação com a astronomia é expressivo, estando este conteúdo quase sempre presente contextualizando a situação do seu enunciado. Além disso, verificamos que a grande maioria dos elementos encontrados, seja como excertos, seja como exercícios, abordam principalmente nosso planeta como também do sistema formado pela Terra, pelo Sol e pela Lua, tratando principalmente de aspectos relacionados às suas propriedades, às relações existentes entre esses astros, sendo os elementos astronômicos fora do sistema solar bastante raros nesses livros. A forma como os elementos astronômicos estão inseridos no desenvolvimento do conteúdo pode ser interpretada como uma demonstração para o aluno da presença da física estudada por ele em todo o universo a fim de ampliar a sua visão com relação a esta ciência, embora isto não seja explicitada em nenhum momento pelos autores.

Na gravitação constatamos a existência de uma estrutura básica que se acha presente em todas as obras, constituindo para algumas delas, a única abordagem dada a esse conteúdo. Além disso, conseguimos detectar a presença de conteúdos que abordam a origem do universo e a do sistema solar inseridos no capítulo sobre gravitação, além de conteúdos relacionados com a evolução estelar.

Finalizando, podemos afirmar que as obras analisadas apresentam vários elementos comuns, mas podemos diferenciá-las com respeito à quantidade numérica de situações envolvendo astronomia e principalmente em relação às dimensões espaciais cosmológicas exploradas.

4 – SUBSÍDIOS PARA O PROFESSOR

Este capítulo apresenta um texto que contém subsídios para o professor de Física elaborado a partir dos resultados obtidos da pesquisa relatada nos capítulos anteriores e redigido com o objetivo de propiciar elementos para que ele possa ensinar um pouco de astronomia aproveitando, além da gravitação, os elementos da astronomia que são apresentados nos livros didáticos, no decorrer do desenvolvimento dos conteúdos da Física.

A ASTRONOMIA DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA

Prezado(a) professor(a)

O presente texto, escrito com o propósito de servir de um guia, é fruto do trabalho de pesquisa com livros didáticos em busca de elementos relacionados com a astronomia. Por se tratar de uma ciência que desperta grande interesse, ela pode vir a assumir papel importante no resgate do interesse do aluno para o ambiente escolar.

Por se tratar de um guia espera-se que ele auxilie o professor, oferecendo-lhe elementos que lhe permitam abordar a astronomia em sala trabalhando temas como Universo, Sistema Solar e Terra, conforme sugerido nos PCN+ de Física ou ainda, oferecer a possibilidade de ir além do que se acha sugerido. Portanto, disponibilizamos nele, além da relação do material presente nos livros de física relacionados com astronomia, sugestões de como utilizar este material para o desenvolvimento dos assuntos que sejam do seu interesse a fim de que os alunos possam ter um contato com esta ciência, adquirindo algumas das habilidades e competências previstas nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

O que os livros didáticos de física do ensino médio têm a oferecer ao professor em se tratando do ensino de astronomia e onde podemos encontrá-lo? Estes são os pontos principais a serem tratados neste guia.

Antes de iniciar o trabalho com o guia sugerimos que o professor procure em sua escola as coleções aqui citadas e que foram enviadas na ocasião da escolha dos exemplares a serem adotados. Em caso desta impossibilidade, sugerimos que sejam conseguidas mais de uma das coleções ou volumes únicos aqui abordados. Esta postura evita uma limitação significativa do seu campo exploratório posto que, a quantidade de

material presente em uma dada coleção ou em um volume único pode ser reduzida, o que não é muito desejável. Insistimos que o interessante mesmo é que estejam disponíveis todos os volumes indicados pelo PNLEM e que, na total impossibilidade de obtenção perante a escola, pudessem ser solicitados diretamente às editoras ou por intermédio do seu representante. Além dos livros didáticos, é interessante que a escola ou mesmo o professor disponha de outras bibliografias como livros e revistas relacionados com a astronomia. Em um ponto mais adiante, iremos disponibilizar uma lista envolvendo este tipo de material incluindo livros, revistas e outros tipos de mídia que podem ser conseguidos facilmente e que fazem parte do universo de nossos alunos.

A impossibilidade de obtenção de todos os livros bem como do material aqui sugerido não compromete de maneira significativa o trabalho com este guia, que será destinado principalmente a expor o material encontrado nos livros didáticos, mas apenas reduzindo, um pouco, o raio de ação do professor.

Finalizando de fato os comentários iniciais, chamamos a atenção para outro fato. Grande parte do material disponível nos livros didáticos é constituído por imagens. Essas imagens são, em sua maioria, gravuras simples e que podem, em um primeiro momento, parecer não apresentar relação com astronomia. Certamente também não permitem a visualização tridimensional dos corpos, da magnitude de suas dimensões e nem a percepção dos seus movimentos. Isso implica na necessidade do emprego de outros recursos que o permitam. Uma boa alternativa para contornar este obstáculo e que constitui uma solução simples e bem produtiva seria a produção de modelos com os alunos, utilizando material que possa ser facilmente encontrado e cuja aquisição possa ser feita, se possível, sem custos. Tal material constitui-se, por exemplo, de esferas de isopor ou bolas de plástico de tamanhos diversos ou, na falta delas, frutas com dimensões esféricas, como laranjas, maçãs etc.

É imprescindível, ainda, deixar bem claro que a discussão de métodos e processos pelos quais se concretiza a educação não constitui objetivo deste guia, portanto, ele não traz sugestões de propostas de conteúdo para ensino de astronomia nem de métodos que proporcionem uma aprendizagem mais eficaz.

Cada professor possui suas estratégias e características próprias para o desenvolvimento do seu trabalho em sala de aula. O que esperamos é que este mesmo professor seja receptivo e esteja aberto para novas idéias e sugestões que possam enriquecer o seu trabalho.

Sendo assim, passemos a falar da utilização do material para tratar os

assuntos sugeridos no PCN+ de Física.

1. A presença da astronomia no livro didático

Certamente você já deve ter percebido a existência de alguns elementos envolvendo astronomia no livro didático de física e também já deve ter trabalhado astronomia durante suas aulas, sobretudo, ao tratar os assuntos presentes nos capítulos de Gravitação e de Óptica. No entanto, é possível que você não tenha percebido que em quase todos os capítulos dos livros de física existem elementos que se referem à astronomia. Estes elementos são utilizados com enfoque de exemplificar os conteúdos da física, que não evidenciam suas características astronômicas e que, por serem abordados como tal, acabam passando despercebidos aos nossos olhos.

Analisamos os livros de física aprovados pelo PNLEM e também o livro do Bonjorno e Clinton, representante do segmento dos livros tradicionais de física e ainda bem utilizados em algumas escolas.

O quadro abaixo mostra todos os livros analisados:

	Autores	Título da Obra	Volumes	Editora	Nº de Páginas	Ano
Obra A	Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga	Física Ensino Médio	3	Scipione	Vol. 1 – 391 Vol. 2 – 400 Vol. 3 – 416	2006
Obra B	José Luiz Sampaio e Caio Sérgio Calçada	Universo da Física	3	Atual	Vol. 1 – 465 Vol. 2 - 520 Vol. 3 – 500	2005
Obra C	Paulo César Penteado e Carlos Magno Torres	Física, Ciência e Tecnologia	3	Modern a	Vol. 1 – 230 Vol. 2 – 231 Vol. 3 – 262	2005
Obra D	Alberto Gaspar	Física	1	Ática	552	2007
Obra E	Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano	Física	1	Scipione	472	2007
Obra F	José Luiz Sampaio e Caio Sérgio Calçada	Física	1	Atual	472	2005
Obra G	José Roberto Bonjorno Regina Azenha Bonjorno Valter Bonjorno Clinton Márcico Ramos	Física, História e Cotidiano	3	FTD	Vol. 1 – 488 Vol. 2 – 424 Vol. 3 – 453	2003

Obra H	José Roberto Bonjorno Regina Azenha Bonjorno Valter Bonjorno Clinton Márcico Ramos	Física, História e Cotidiano	1	FTD	672	2005
--------	--	------------------------------------	---	-----	-----	------

Quadro (1) - Obras analisadas

Encontramos grande quantidade de trechos dos livros contendo elementos da astronomia, em sua maioria caracterizados por fotos, gravuras e caixas de texto (boxes), mas que não exploram características relacionadas com a Astronomia. Também foi encontrada uma quantidade expressiva de exercícios que envolvem astronomia em seu enunciado embora com o objetivo de motivar o trabalho com a física, não com astronomia. Como era esperado, a gravitação, parte da Astronomia, é desenvolvida em todos as coleções de livros analisadas.

O processo de análise do livro didático se deu mediante a separação dos trechos envolvendo astronomia em três grupos. O primeiro deles, designado pela sigla G1, é composto por todos os trechos contendo astronomia encontrados ao longo do livro em capítulos exceto aqueles que tratam da Gravitação. O segundo grupo, G2, é aquele que trata dos enunciados dos exercícios presentes no livro didático envolvendo Astronomia e o terceiro, grupo G3, é aquele constituído de conteúdos dos capítulos que tratam da gravitação.

1.1 - Material do grupo G1

Este grupo contém trechos (excertos) encontrados ao longo do texto dos capítulos, sendo tais trechos constituídos por textos, caixas de texto (boxes), gravuras e fotos. Detectamos cerca de 100 deles na obra B, 60 na obra A e quantidades próximas a 25 excertos nas demais obras.

Foram detectados excertos em quase todos os capítulos inseridos de maneira aleatória e com o objetivo de sempre evidenciar a física presente nos fenômenos que nele se acham representados.

Todo o material pertencente ao grupo G1 foi catalogado e classificado mediante algumas dimensões de análise. As dimensões foram elaboradas com base nas unidades que estruturam o ensino de Física, segundo PCN+ (Universo, Sistema Solar e Terra) e nas características dos excertos presentes, que levou a considerar também o

distanciamento espacial entre o astro ou fenômeno tratado em relação à Terra.

As dimensões estabelecidas para o processo de análise são:

- D1- Terra – elementos que evidenciem propriedades e fenômenos observados em nosso planeta
- D2 - Sistema Terra-Sol-Lua – elementos que evidenciem fenômenos que envolvam a relação Terra-Lua, Terra-Sol e Sol-Lua, como eclipses, fases da Lua, etc.
- D3 - Sistema Solar – elementos que evidenciam fenômenos ou que envolvam os demais astros do sistema solar, como cometas, planetas, satélites, etc.
- D4 - Universo – elementos que evidenciam fenômenos ocorridos fora dos limites do sistema solar ou propriedades de corpos como estrelas, galáxias, buracos negros, etc.

Assim, uma chuva de meteoros que ocorre devido ao atrito de partículas de rocha com ar tem sua ocorrência no próprio planeta Terra, portanto, constitui um elemento classificado na dimensão D1. Os eclipses ocorrem devido à posição relativa do Sol, da Terra e da Lua, portanto, constitui um elemento classificado na dimensão D2. A observação do movimento retrógrado do Planeta Marte ocorre no âmbito do sistema solar logo, constitui um elemento classificado na dimensão D3. As teorias sobre a formação do universo ou a evolução estelar são elementos classificados na dimensão D4.

Além da classificação mediante as dimensões elaboramos também algumas categorias com o objetivo de explicitar ainda mais a natureza dos excertos. Estas categorias foram baseadas nas competências descritas nos PCN+ e que devem ser alcançadas pelo aluno.

As Categorias são:

- C1 – Propriedades – Elementos que foram empregados no texto com o objetivo de evidenciar alguma propriedade específica da entidade que ele representa. Entende-se por propriedade específicas grandezas como a velocidade, o brilho, as formas, aspectos da superfície, aspectos observáveis na atmosfera, fenômenos atmosféricos ou que ocorram na superfície desde que não seja provocado por interações entre corpos como, por exemplo, reflexão de luz na superfície e

refração atmosférica. Ainda como exemplo de propriedade temos a presença de campo gravitacional e/ou magnético, evidência de qualquer uma das dimensões de um corpo, como raio, diâmetro, comprimento etc.

- C2 – Relação entre objetos - Nesta categoria foram incluídos os excertos cujo emprego no texto revele algum tipo de relação entre dois ou mais corpos astronômicos. Entende-se por relação as interações que possam ocorrer entre os corpos como, por exemplo, presença de forças de caráter gravitacional, movimento orbital, alinhamento entre corpos celestes, marés etc.
- C3 – Modelos Cosmológicos - Nesta categoria foram classificados os excertos que descrevem, através de modelos explicativos, a dinâmica do sistema solar. Estão incluídos aqui, trechos de textos que citam tais modelos discutindo a forma como foram estabelecidos, suas características, seus idealizadores etc.
- C4 – Processos Históricos – Nesta categoria temos classificados os excertos que fazem alguma descrição histórica de fatos relacionados com astronomia como, por exemplo, textos que revelem as contribuições de personalidades em relação à astronomia ou do desenvolvimento de teorias que descrevam os fenômenos observáveis no cosmos como a relatividade etc.
- C5 – Ampliação da Visão Cosmológica – Nesta categoria temos classificados os excertos que possuem como característica a abordagem de temas que visam enriquecer o conhecimento do aluno a respeito do universo. Assim temos classificados nesta categoria os excertos que abordem a teorias sobre criação do universo e sua expansão, evolução das estrelas, relatividade, buracos negros, radiação cósmica, etc., sendo também nela classificadas as fotos de galáxias, textos que envolvem os grandes telescópios em sua investigação sobre os confins do universo.
- C6 – Ampliação da Visão Física – Classificam-se nestas categorias excertos que visam mostrar que as leis da física tratadas em sala de aula e que se aplicam em nosso mundo, observáveis em nosso

cotidiano também estão presentes em regiões do espaço exterior, longínquas ou não. Excertos que demonstram essa característica foram classificados nesta categoria.

Apresentamos no final do presente texto, na seção Complementos, o quadro G-1, onde se encontram os elementos de astronomia que aparecem ao longo do texto de obras analisadas segundo dimensões e categorias.

1.1.1 – Como utilizar o QuadroG-1

Suponhamos que o professor deseja trabalhar em sala o tema Terra explorando a caracterização do seu campo magnético.

Procurando no quadro G-1, encontramos na obra C-3, Penteado e Torres volume 3, referências a um excerto pertencente à dimensão D1 (Terra) e à categoria C1 (propriedade), localizado à página 75, descrito como uma gravura que caracteriza o campo magnético terrestre.

Ainda no quadro G-1 encontramos na obra A3, Alvarenga e Máximo, volume 3, referência a um excerto que pertence à dimensão D1 e à categoria C1, localizado à página 266, que também descreve a configuração do campo terrestre.

Como último exemplo de elemento do quadro G-1 encontramos na obra F, Sampaio e Calçada, Volume único, referência a um excerto que pertence à dimensão D1 e à categoria C1, página 356, que é uma gravura que também esquematiza o campo magnético da Terra.

Assim sendo, se a busca no quadro continuar, encontraremos mais excertos, pertencentes a outras obras e que tratam do campo magnético terrestre. Desta forma, o professor tem ao seu dispor alguns excertos, presentes nas diversas obras analisadas e que podem ser aplicados em suas aulas.

Outro exemplo. Suponha que se deseja trabalhar os movimentos de rotação e translação da Terra. Verificando o Quadro G-1, encontramos nela a referência a uma foto localizado na obra A, à página 39, no capítulo sobre MCU, pertencente à dimensão D1 (Terra) e à categoria C2 e C6 (relações e visão física), descrito como foto de longa exposição do céu noturno.

Continuando a olhar o quadro G-1, encontramos na obra B1, Sampaio e Calçada, referência sobre duas gravuras, sobre movimento aparente do Sol no céu,

pertencentes à dimensão D1 e à categoria C1 e C2 e que também podem ser empregadas no estudo dos movimentos da Terra. Na obra D, página 124 há indicação de um excerto, pertencente à dimensão D1 e à categoria C1, que trata do movimento de um corpo situado na superfície da Terra.

Exemplo final. Suponhamos que o professor queira dar uma aula sobre as fases da Lua.

No quadro G-1 encontramos na obra F, páginas 206 e 207, referência a um texto que trata deste assunto, classificado na dimensão D2 (sistema Terra-Sol-Lua) e na categoria C2 (relação entre objetos). Na obra B2 também temos a indicação de um texto sobre esse assunto, localizado na página 337, com gravuras classificadas como da dimensão D2, e da categoria C2, que tratam dos eclipses e das fases da Lua.

Estes são exemplos de situações presentes em algumas obras sobre os movimentos da Terra e que também se acham indicadas no quadro G-1.

1.2 - Material do Grupo - G-2

Neste grupo estão os exercícios cujo enunciado fazem referência a astronomia. O quadro abaixo mostra o número de exercícios encontrados por obra, comparado com o número total dos mesmos presentes em cada uma das obras analisadas.

OBRA	TOTAL DE EXERCÍCIOS	Exercícios com astronomia
A (3v)	2902	68
B (3v)	3413	51
C (3v)	1317	33
G (3v)	2659	34
D (vu)	971	17
E (vu)	875	8
F (vu)	906	9
H (Vu)	1328	21

Quadro (2): Presença de exercícios nos livros

À primeira vista o número de exercícios encontrados pode parecer insignificante. No entanto, comparados com os exercícios de alguns temas como ondulatória, que totalizam cerca de 3% do número total dos exercícios presentes nas

respectivas obras, o número de exercícios relacionados com a astronomia, cerca de 2 a 3% passa a ser expressivo.

Da mesma forma que ocorreu com os excertos, encontramos exercícios em quase todos os capítulos, também com o objetivo de evidenciar a física presente nos fenômenos que nele se acham representados.

O processo de análise dos exercícios obedeceu uma classificação também semelhante à dos excertos. As dimensões adotadas foram as mesmas dos excertos, porém as categorias estipuladas para estes não eram adequadas para a classificação destes. Assim sendo, uma nova classe de categorias foi criada levando-se em consideração a habilidade explorada em cada um dos exercícios.

As categorias de análise dos exercícios são:

- **L** – Desenvolvimento da Linguagem científica - Classificam-se aqui os exercícios que envolvem o trabalho com grandezas físicas envolvendo conversão entre escalas, representação de grandezas em notação científica, expressar grandezas através de suas ordens de grandeza, leitura e interpretação de tabelas e gráficos, leitura e interpretação de gravuras e representações simbólicas.
- **M** – Aplicação de modelos - Nesta categoria estão classificados os exercícios que envolvem a aplicação de um modelo teórico para a sua resolução. É o caso de exercícios muito comuns utilizados nas aulas de física do ensino médio em que o aluno precisa aplicar os conhecimentos teóricos estabelecidos em um dado modelo físico e as equações associadas a ele.
- **P** – Situação Problema - Aqui se acham classificados exercícios que exigem do aluno maior mobilização dos conceitos já aprendidos, confronto de modelos e idéias para alcançar estabelecer o caminho pelo qual será alcançada a sua solução.
- **H** – Reconhecimento histórico - Classificam-se nesta categoria os exercícios cujo objetivo é promover o contato do aluno com a história da ciência por meio de pesquisa e leitura, podendo ou não solicitar a transcrição de partes de textos na forma dissertativa como sua resolução.

Identificamos também a presença de exercícios que pertencem a mais de

uma categoria sendo eles classificados em novas classes caracterizadas pela associação das categorias já existentes. Temos então, exercícios classificados como LM, junção das habilidades exploradas nos exercícios L com as habilidades exploradas em exercícios M; MP, junção das habilidades exploradas nos exercícios M com as habilidades exploradas nos exercícios tipo P, e assim por diante.

Apresentamos no final do presente texto, na seção complementos, a quadro G-2, onde se acham relacionados os exercícios presentes em cada uma das obras, evidenciando-se sua dimensão e categoria, além de identificar o capítulo onde o exercício pode ser encontrado.

1.2.1 - Como utilizar o Quadro G-2

Suponhamos que o professor deseja explorar em sala o tema eclipses mediante a aplicação de um exercício onde possa verificar se seus alunos desenvolveram determinada habilidade. Tomemos como exemplo a habilidade de ler e compreender signos associada à habilidade de aplicação de modelos físicos, correspondente à categoria LM.

Consultando a quadro G-2, encontramos na obra C-2, página 153, mais um exemplo:

Suponhamos que um professor deseje explorar o sistema solar em um exemplo que aborde os planetas e que explore a habilidade de leitura e compreensão de signos, combinada com a aplicação de um modelo (LM). Consultando o quadro G-2 encontramos o exercício número 38, localizado na obra A-2 à página 223, classificado como D3 (sistema solar) e LM, justamente aquele buscado pelo professor e que pode se encaixar em seus objetivos. Ainda no quadro G-2, encontramos a descrição de outro exercício presente na obra H, página 68, o exercício 28, classificado na dimensão D3 e na categoria LM, conforme nosso exemplo.

Assim como ocorre com o quadro G-1, o quadro G-2 relaciona todos os exercícios presentes em todas as obras analisadas, e que podem ser aplicados conforme as necessidades do professor.

1.3 - Material do Grupo - G-3

O grupo G-3, que representados pelo capítulo ou capítulos que tratam da gravitação, não exhibe trechos que podem ser relacionados como ocorreu com os

elementos dos grupos G-1 e G-2, por um motivo óbvio. Os capítulos de gravitação constituem, integralmente, um elemento completo relacionado com astronomia.

De imediato percebemos que a análise desse grupo não seria semelhante aos anteriores exigindo uma nova estratégia tanto para a análise quanto para a apresentação dos resultados. Assim sendo, preferimos analisar a forma como a astronomia se acha distribuída e abordada nos livros didáticos, apresentando os resultados na forma de um mapa de conceitos e não na forma de quadros, como fizemos nos grupos anteriores.

Ao analisarmos os capítulos sobre a gravitação, foi possível identificar a presença de uma estrutura comum a todos os exemplares, que identificamos com unidade básica de gravitação. Em nosso mapa esta unidade básica aparecerá em branco e é composta por:

- ✓ Modelos planetários
- ✓ Leis de Kepler
- ✓ Forças de Atração gravitacional
- ✓ Lei da gravitação
- ✓ Campo gravitacional
- ✓ Movimento de satélites

Verificamos que alguns dos exemplares analisados exploram alguns assuntos além desta unidade básica, sendo eles identificados por um código que cores que constituí a legenda do nosso mapa de conceitos, que apresentamos na seção referente aos complementos, no final do presente guia.

1.3.1 -Como ler o mapa G-3

Cada obra é identificada por uma cor (ver legenda); as setas indicam seqüência com que os conceitos são abordados. Os retângulos sem canto arredondado indicam os textos que conectam os conceitos e os retângulos com bordas escuras e com cantos arredondados indicam os conceitos. Retângulos com a parte interna de uma cor e com a cercadura com cor diferente indicam conceitos presentes em duas obras diferentes.

Com exceção da obra C, em verde e que possui como conceito inicial a origem do universo, todas as demais obras iniciam o estudo da gravitação em Modelos planetários, varrendo toda a unidade básica até o movimento de satélites, após ter sido

tratada a lei da gravitação de Newton.

A obra C, além da unidade básica aborda também a origem do universo, a evolução das estrelas e os buracos negros. A seqüência pode ser identificada no mapa, pela análise das setas nele existentes. Esta obra trás ainda, um texto que trata da imponderabilidade, experimentada pelos astronautas quando se acham no espaço.

A obra A, além da unidade básica, faz um tratado a respeito do campo gravitacional, tratando também da influência sofrida pela gravidade devido às características do nosso planeta como altitude e a latitude. Esses conceitos podem ser vistos em nosso mapa através dos retângulos vermelhos. Ela também traz um texto que trata das marés.

A obra E também aborda assuntos que vão além da unidade básica de gravitação. Esses assuntos estão relacionados com a origem do sistema solar, a evolução estelar e as possíveis fases finais das estrelas.

A obra B, além da unidade básica de gravitação explora temas como a Energia potencial gravitacional, a imponderabilidade e a velocidade de escape, todos relacionados com o campo gravitacional dos planetas, além das marés.

Por fim, A obra G, explora a influencia da Altitude na aceleração da gravidade que atua nos corpos.

Todas as obras abordam aspectos históricos referentes à construção dos modelos que tratam do nosso sistema solar. Algumas delas discutem o modelo grego, o modelo de Ptolomeu, o modelo de Copérnico, a influência de Galileu (obras C, E, G e H), o modelo de Kepler (as leis de Kepler), baseado nas observações de Tycho Brahe e o advento da gravitação de Newton.

Desta maneira, após a apresentação dos exemplos de elementos que encontramos no processo de análise dos livros e do nosso mapa da gravitação, consideramos finalizado este guia, cujo objetivo é o de contribuir para que o ensino de astronomia no nível médio se torne realidade não apenas no PCN, mas na prática do dia-a-dia dentro da sala de aula.

2 - Complementos

QUADRO – G1
DIMENSÃO D1 – TERRA

OBRA	MATERIAL	PÁGINA - IDENTIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA
A - 1	Gravura	27 – fig. 1.10	Gravura da Terra ilustra o texto sobre o sistema métrico.	C6
	Foto	39 – Fig. a	Uma foto do céu noturno, de longa exposição, é utilizada para ilustrar o estudo do movimento circular uniforme (MCU)	C2 C6
	Gravura	118 – sem identificação – centro da pág. à esquerda	Gravura de um Ônibus espacial ilustra exemplo de ação e reação	C2
	Foto	149 – Foto de abertura de capítulo – sem identificação	Foto do foguete Ariane 5 abre o capítulo sobre segunda lei de Newton.	C6
	Gravura	159 – Fig. 5-9	Gravura da Terra caracterizando a aceleração da gravidade g e o peso dos corpos p no equador e nos pólos.	C1
	Gravura	160 – Fig. 5-12	Gravura de astronauta em órbita ilustra texto sobre segunda lei de Newton	C2
	Texto	165 – Caixa de Texto – A força de resistência do	Este volume apresenta uma caixa de texto que discute a queda dos corpos com a influência da resistência do ar	C2
	Foto	165 – Fig. I e II	fotos de meteoros e crateras de impacto na Terra	C2
	Gravura	168 – Fig. 5.22	Gravura de um satélite em órbita da Terra (fig. 5-22) é utilizada para exemplificar força centrípeta.	C2
	Texto	313 e 314 – Caixa de Texto – Velocidade de escape	Caixa de texto sobre a variação do peso de um corpo com a variação da latitude	C1 C2
XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
A - 2	Gravura	55 – Fig. 10-16	Gravuras sobre a Terra são utilizadas em exemplo sobre dilatação.	C6
	Foto	192 – Foto de abertura de capítulo – Sem identificação	Foto do por do sol abre capítulo sobre Reflexão da luz	C6
	Gravura	195 – Fig. 14-6	Gravura da Terra mostra como os raios solares incidem na sua superfície.	C1
	Gravura	235 – Foto de abertura de capítulo – sem identificação	Uma foto de um grande telescópio refrator abre o capítulo sobre refração da luz.	C4 C6

	Texto	292 – Caixa de texto – O pêndulo de Foucault	Caixa de texto inserida no capítulo sobre oscilações trata do experimento realizado por Foucault no qual ele demonstrou de forma muito convincente que a Terra se encontra em movimento.	C1 C4
	Foto	316 – Foto sem identificação, está na parte superior esquerda da página	Foto mostra a luz avermelhada do sol próximo ao horizonte	C1
XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
A – 3	Gravura	47 – Figura 18-2	Gravura ilustra campo gravitacional da Terra traçando um paralelo com o campo elétrico.	C1
	Foto	205 – Foto de abertura de capítulo – sem identificação numérica	Uma bela foto da aurora boreal abre o capítulo sobre campo magnético. Na foto pode-se observar a presença de planetas que são identificados pelo texto que a acompanha.	C1 C5 C6
	Gravura	208 – Fig. 22-4	Gravura mostra a Terra como um grande ímã.	C2
	Gravura	217 – sem identificação, localizada à parte superior esquerda da página.	Gravura mostra a Terra com a configuração do seu campo magnético.	C1
	Texto	266 a 268 – Caixa de texto – O campo magnético da Terra	Caixa de texto* trata do campo magnético da Terra explicando também como se forma a aurora boreal.	C1 C2
	Gravura	266 – Fig. I	Gravura esquematiza o campo magnético terrestre	C1
	Foto	267 – Fig. II	Foto da Aurora Boreal	C1
	Gravura	268 - Fig. III	Gravura esquematiza as linhas do campo magnético terrestre	C1
XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
F	Foto	1 – Foto de abertura de capítulo – sem identificação numérica	Uma foto da Terra abre a unidade na qual será abordado o estudo da Mecânica.	C1
	Foto	9 – Foto de abertura de capítulo – sem identificação numérica	Uma foto do céu noturno de longa exposição onde aparecem as trajetórias circulares das estrelas próximas ao pólo celeste serve como imagem de abertura do capítulo sobre Introdução à mecânica .	C1 C2
	Gravura	10 – Fig. 6 e 7	A figura 6* desta página exibe uma gravura que ilustra o movimento da Terra ao redor do Sol e a figura 7** é uma gravura que ilustra o movimento do Sol em sua trajetória no céu diurno, ambas utilizadas com o objetivo de exemplificar o conceito de movimento relativo	*C2 **C2

	Gravura	78 – Fig. 72 e 73	Duas gravuras, figuras 72* e 73** esquematizam a atração da Terra sobre corpos próximos evidenciando que tal atração é dirigida para o centro do planeta e que, corpos próximos caem paralelamente um ao outro	C1 C2
	Gravura	83 – fig. a	Gravura da Terra caracteriza a força peso	C1 C2
	Foto	204 – Foto de abertura de capítulo, sem identificação, à parte superior da página.	Foto do Sol no Horizonte abre capítulo sobre A Luz	C1
	Foto	285 – Foto de abertura de capítulo – sem identificação numérica	A foto de uma estação espacial abre o capítulo sobre Campo elétrico de várias cargas.	C6
	Gravura	356 – Fig. 81	Nesta página se discute o campo magnético da Terra. A figura 81 serve de ilustração para o texto sendo uma gravura que mostra esquematicamente a configuração do campo magnético terrestre.	C1
	Foto	358 – Foto de abertura de capítulo, parte superior da	Foto da Aurora Boreal abre capítulo sobre força magnética	C1
	Gravura	383 – Fig. 119	Gravura que mostra um satélite em torno da Terra. Tal figura foi colocada como exemplo de aplicação dos geradores elétricos, assunto discutido no capítulo em questão.	C2 C6
	Gravura	388 – Fig. 130	Gravura da Terra com satélite ilustra texto sobre rádio e televisão	C2
XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
B – 1	Foto	2 – Uma das fotos que inicia o capítulo – foto de baixo à esquerda – sem identificação	Foto do planeta Terra visto do espaço utilizada na abertura do capítulo 1	C1
	Gravura	44 – Fig. 6 a e b	a figura 6 é constituída por duas gravuras sobre o planeta Terra.	C1
	Gravura	44 – Fig. 4 e 5	Nesta página três gravuras são utilizadas para exemplificar a idéia de referencial. Duas delas, as figuras 4* e 5** mostram uma astronauta no espaço	C1
	Foto	47 – Fig. 15	A figura 15 é uma foto de longa exposição que mostra a trajetória das estrelas no céu noturno	C2

Gravura	199 – Gravura de abertura de capítulo – sem identificação numérica, à parte superior da	Uma gravura da Terra abre o capítulo sobre Cinemática angular	C1
Texto	224 – Caixa de texto – Quantas horas tem um dia?	Caixa de texto* trata da duração do dia terrestre. As figuras a** e b*** são representações esquemáticas que, juntamente com a figura c****, ilustram o que esta no texto. Como continuação da caixa de texto da pagina 224 temos a discussão sobre o mês sinódico e o mês sideral, cuja abordagem é ilustrada pela figura d*****	* a **** C1 C2 C6 ***** C1 C2 C5
Gravura	244 – Fig 21 e 22	Duas gravuras da Terra(Fig. 21* e 22**) com objetos próximos são utilizadas para ilustrar o texto sobre a força Peso.	C2
Foto	249 – Fig. e, inserida no texto	Na caixa de texto do exemplo 10, que trata da 3ª lei de Newton, temos duas figuras. Uma delas é uma foto do lançamento de um ônibus espacial (figura d)* e a outra (figura e)** mostra um astronauta no espaço próximo à Terra.	C2 C5
Gravura	250 – sem identificação – parte inferior da página à direita.	Gravura da Terra com um corpo próximo caracteriza a força de atração que ele exerce sobre os corpos.	C2
Gravura	253 – Fig 28	Gravura sobre a Terra (figura 28) com um corpo em sua órbita ilustra o que se acha exposto no texto sobre Galileu e Newton que trata do movimento da Terra ao redor do Sol	*C2 ** C2 – C4
Gravura	259 – Fig. 3	Gravura da Terra com corpos próximos caracteriza a sua força de atração sobre eles.	C2
Gravura	310 e 311 – Fig. 8, 9, 11	Texto trata da órbita da Lua em torno da Terra, da órbita da Terra em torno do Sol, da órbita de satélites e estações espaciais em torno da Terra. As figuras 8* e 9** são gravuras da Terra e Essas figuras ilustram o que é discutido no texto.	* C1- C2-C6 **C2
Foto	310 – Fig. 10	Foto de um astronauta em um ônibus espacial em órbita da Terra.	***C2 -C6
Foto	326 – Fig. 25	Foto de um furacão visto do espaço serve para ilustrar o que esta exposto no texto.	C1-C6
Foto	333 – Fig. 13	Foto do Sol no horizonte que ilustra o texto sobre energia radiante	C2
Gravura	386 – Fig. c	Gravura de corpo ao redor da Terra ilustra exemplo de variação da quantidade de movimento	C2
Foto	406 – Fig. 14	Foto de um ônibus espacial que ilustra o texto sobre as Aplicações da quantidade de movimento	C6

C - 1	Foto	1 – Foto de abertura de unidade – Figura do meio da página, lado esquerdo, abaixo do título da unidade	Em meio às gravuras que ilustram a abertura do capítulo sobre fundamentos da física, há uma foto de um astronauta trabalhando em órbita da Terra.	C6
	Foto	3 – Fig. 1.1	Na introdução do capítulo sobre a natureza da ciência, uma foto de um astronauta em órbita ilustra as discussões presentes no texto.	C1
	Texto	25 – Caixa de texto – O sistema de Posicionamento Global - GPS	Uma caixa de texto sobre aplicações tecnológicas da física trata do GPS	C1 C6
	Gravura	25 – Fig. inserida na caixa de texto mencionada acima	Nela está presente uma gravura de um satélite em órbita e outras gravuras que ilustram a explicação do funcionamento do GPS descrita no texto	C1 C6
	Texto	35 e 36 – Abertura de capítulo	Na introdução do capítulo destinado ao estudo das forças há uma pequena descrição bibliográfica sobre Aristóteles, Galileu e Newton, que cita, de forma quase imperceptível, que eles contribuíram com o desenvolvimento da astronomia.	C3 C4
	Texto	73 – Fig. 3.35	Texto sobre peso e gravidade	C1 C2
XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
C - 3	Gravura	32 – Fig. 1.36	Gravura da Terra exhibe seu potencial elétrico. (fig. 1.36)	C1
	Gravura	75 – Fig. 2.9	A figura 2.9 é uma gravura da Terra caracterizando seu campo magnético	C1
XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
E	Gravura	10 – sem identificação, parte inferior direita da pág.	Gravura satiriza a era espacial.	C2
	Gravura	16 – Fig. 2 e 3	Gravura que ilustra esquematicamente as características da força de atração que a Terra exerce sobre os corpos, inclusive a Lua, e a figura 3** caracteriza a gravidade como uma ação radial e centrípeta.	*C1 **C2 *C2 **C4 *C3 *C4
	Texto	17 – Sem identificação, parte central esquerda da página.	Caixa de texto trata do campo gravitacional da Terra.	C1 C2
	Foto	18 – Fig. 4	Foto da estação espacial internacional e exemplifica o que se	C2
	Gravura	20 – Fig. 6	Gravura empregada para caracterizar a gravidade terrestre.	C1 C2
	Gravura e Texto	27 – Fig. 16	Texto sobre falta de peso. Gravura ilustra o que é tratado no texto.	C1 C2

	Foto	28 – Fig. 17 e 18	Fotos de Astronauta em situação de sensação de falta de peso.	
	Gravura	28 – Fig. 19	Gravura da Terra com satélite	C1
	Foto	29 – Fig. 21	Foto de astronauta em nave no espaço	C1
	Gravura	29 – Fig. 20	Gravura mostra astronauta fora da nave no espaço	C1
	Foto	46 – Fig. 3	Foto do lançamento de um ônibus espacial é utilizada para ilustrar a terceira lei de Newton	C1
	Gravura	47 – Fig. 6 e 7	Gravuras da Terra ilustram o texto sobre Peso	C1
	Gravura	48 – Fig. 9	Gravura da Terra ilustra texto sobre peso	C1
	Gravura	49 – Fig. 12 e 15	Gravura da Terra ilustra texto sobre peso.	C1
	Gravura	148 – Fig. 22	Gravura satiriza o efeito estufa.	C1
	Gravura	263 – Fig. 29	A cor azul do céu durante o dia terrestre é explicada na página 263 onde há a figura 29* que é um esquema de como ocorre o	C1
	Gravura	264 – Fig. 30.a	Gravura esquematiza refração da luz solar na atmosfera	C1
	Foto	264 – Fig. 30b	Foto do pôr-do-Sol ilustra o texto sobre refração da luz.	C1
	Gravura	344 – Fig. 8	A figura desta página é uma gravura que ilustra o que é tratado no texto sobre o campo magnético da Terra.	C1
	Gravura	348 – Fig. 17	Gravura que mostra a configuração do campo magnético da terra	C1
XXXX	XXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
G-1	Foto	44 – Figura na parte superior direita desta página	Foto de satélite em órbita ilustra texto sobre movimento uniforme	C2
	Gravura	89 – Figura na parte inferior esquerda da página	Gravura da Terra trata da gravidade	C1
	Foto	167 – Figura na parte central, lado direito desta página	Foto da estação espacial MIR ilustra o texto sobre inércia (1ª lei de Newton)	C2
	Foto	174 – Figura na parte inferior direita da página	No texto sobre peso de um corpo temos uma gravura da Terra* que caracteriza o peso de um corpo e uma foto** do planeta para discutir a existência do campo gravitacional	C1 C2
	Foto	290 – Foto na parte superior direita da página	Foto sobre lançamento de um ônibus espacial ilustra o texto.	C1
XXXX	XXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
	Gravura	158 – Figura localizada ao centro da página e à esquerda	Uma gravura** ilustra a distribuição dos satélites em órbita da Terra e, como exemplo de sua aplicação, temos uma foto que exhibe características da superfície da Terra	C1 C2

	Texto	158 e 159 – Texto – Sistema de posicionamento Global	Texto* sobre o Sistema de posicionamento global trata dos satélites.	C2
	Foto	159 – Foto localizada na parte inferior da página ao centro	Foto que exhibe características da superfície da Terra	C1
	Texto	195 – sem identificação, parte superior da página	Texto – Altura aparente dos astros	C1 C4
	Foto	220 – Foto localizada na parte inferior da página à direita	Abrindo o capítulo 14 sobre instrumentos ópticos temos a foto de um telescópio* e uma foto da estação espacial** em órbita da Terra.	*C5 – C6 ** C1- C2
	Texto e Foto	224 – Texto e foto	No final do capítulo 14 temos uma discussão sobre a luneta astronômica. Nesta página há uma foto de uma pessoa observando algo através de uma luneta.	C1
	Texto	256 a 258 – Texto – O que são Marés	Texto sobre o fenômeno das marés.	C1 C2
	Foto	256 – Foto localizada na parte inferior da página à esquerda	Foto que mostra o Sol no céu durante uma cheia provocada por maré	C1
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
G - 3	Gravura	230 – Figura localizada na parte superior esquerda da página	Gravura caracteriza o campo gravitacional da Terra	C1
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
H	Gravura	63- parte inferior esquerda da página	Gravura da Terra caracteriza seu campo gravitacional.	C1
	Foto	109- parte central direita da página	Inserida no texto sobre inércia temos a foto de uma estação espacial (Mir), que serve como exemplo do princípio da inércia.	C2
	Gravura	112- parte inferior esquerda da página	Gravura da Terra caracteriza o peso dos corpos	C1
	Foto	113- parte superior direita da página	Foto da Terra é usada para discutir campo gravitacional	C1 C2
	Gravura	115- parte inferior da página, ao centro	Gravura da Terra inserida no texto sobre a 3ª lei de Newton trata das forças de ação e reação.	C1 C2
H	Foto	180- parte central à direita da página.	No capítulo sobre conservação do movimento uma foto do lançamento de um ônibus espacial ilustra o que é tratado no texto.	C2

	Foto	317 – parte inferior direita da página	Foto do Sol no horizonte é utilizada como exemplo de fonte primária no capítulo sobre óptica	C1 C2
	Gravura	575 – parte superior esquerda da página	Gravura é utilizada no texto sobre campo magnético para caracterizar o campo magnético da Terra.	C1
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
D	Gravura	88- parte central à direita da página	Duas gravuras da Terra são empregadas para explicar a força peso de um corpo	C1
	Texto e Gravuras	124 e 125	Atividade sobre movimento de um ponto na superfície da Terra. Discute-se a velocidade de um corpo em função de sua latitude. Gravuras ilustram o que está sendo discutido no texto	C1
	Gravura	127 – centro da página à direita	Gravura de satélite estacionário ao redor da Terra (sem identificação)	C1 C2
	Foto	149- parte superior da página	Foto do lançamento de um ônibus espacial abre o capítulo sobre	C2 C6
	Foto	352- parte superior da página	Foto da Terra em infravermelho caracteriza a distribuição do calor em sua superfície	C1
	Foto	439 – parte superior da página	Foto da Terra tirada do espaço mostra os efeitos da iluminação	C1
	Gravura	480 – parte superior da página à esquerda	Gravura ilustra a aparência do campo magnético da Terra	C1

DIMENSOES D2 E D3 – SISTEMA TERRA-SOL-LUA E SISTEMA SOLAR

OBRA	MATERIAL	PÁGINA – IDENTIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA
A - 1	Texto e Gravura	61	Inserida no estudo da queda livre dos corpos, há uma caixa de texto com uma pequena biografia sobre Galileu Galilei mencionando suas descobertas. Na astronomia, o texto descreve a observação da superfície lunar, dos quatro maiores satélites de Júpiter e das fases do planeta Vênus. Há uma gravura que ilustra as fases exibidas pelo planeta Vênus a um observador localizado na Terra, durante seu movimento em torno do Sol.	C1 C2 C4
	Gravura	126	Texto sobre Newton cita sua colaboração junto a E. Halley para solucionar os problemas mecânicos da órbita do cometa Halley.	C4
	Gravura	159 – Fig. 5-10	Gravura de astronauta na superfície da Lua	C1- C2-C6
	Foto	165 – Fig. III	Foto de cratera na lua	C1

B - 1	Texto	13	Texto desta pagina cita o modelo geocêntrico e o modelo heliocêntrico do sistema solar.	C4
	Texto e Gravura	20- Fig. 24	O texto sobre atitudes e procedimentos científicos cita o fato de Kepler conseguir estabelecer o seu modelo do sistema solar. A figura 24 desta página ilustra o que é <u>tratado no texto.</u>	C2- C3-C4
	Gravura	32	Gravura que esquematiza a órbita da Terra em torno do Sol além de fornecer a distancia entre os dois astros.	C1 C2
	Gravura	42 – Introdução cap. 3	Na introdução do capítulo 3, sobre mecânica, encontramos duas gravuras. Uma delas, no topo da página, é um esquema da trajetória descrita por um planeta em sua órbita ao redor do sol e a segunda, na parte inferior da página é uma gravura que mostra a trajetória seguida por um <u>satélite.</u>	C2 – C4 – C6
	Gravura	47 – Fig. 12	Gravura mostra trajetória da Terra ao redor do Sol	C1 – C2
	Texto - Gravuras	48 – Fig. 16 e 17	O texto desta página é uma continuação da página anterior. A figura 16* é uma gravura que ilustra a trajetória de um planeta observado da Terra. A figura 17** é uma gravura que esquematiza o movimento <u>retrógrado de Marte</u>	C1 C2
	Gravura	137 – Gravura de abertura de capítulo – sem identificação numérica	A gravura de um astronauta abandonando uma pena e um martelo na Lua com a Terra aparecendo ao fundo abre o capítulo sobre movimento vertical livre.	C1 C4
	Texto - Gravuras	224 – Texto Duração do dia	Caixa de texto* trata da duração do dia terrestre. As figuras a** e b*** são representações esquemáticas que, juntamente com a figura c****, ilustram o que esta no texto. Como continuação da caixa de texto da pagina 224 temos a discussão sobre o mês sinódico e o mês sideral, cuja abordagem é ilustrada pela figura d*****	* a **** C1 – C2 – C6 ***** C1 – C2 – C5
	Gravura	228 – Fig. 2 e outra	Gravura do sistema solar* é utilizada para abrir o capítulo sobre as Leis de Newton. Ainda nesta página, outra gravura (figura 2)** que mostra a órbita da Terra em torno do Sol ilustra o <u>texto sobre as Leis de Newton.</u>	*C1 C3 ** C1 – C2
	Gravura	238 – Fig. 14	No texto que trata das forças, uma gravura ilustra a atração da Terra pelo Sol (figura 14).	C1 C2
Gravura	267 –Fig. 13	Gravura que representa o sistema solar sendo utilizada para ilustrar o texto sobre sistemas de corpos	C2 C6	

	Gravura	306 - Gravura de abertura de capítulo – sem identificação numérica	Foto da Terra com Lua próxima abrem o capítulo sobre Dinâmica sobre movimentos curvos.	C2
	Gravura	399 – Fig. 7	Gravura do sistema solar que ilustra o texto sobre sistemas de partículas	C6
	Gravura	400 – Fig. 9 e 10	Gravura ilustra o sistema de forças existente no sistema Terra-Lua-Sol	C1 C2
	Gravura	415 - Gravura de abertura de capítulo – sem identificação numérica	Uma gravura de um astronauta, um módulo lunar com a Terra ao fundo abre o capítulo sobre Colisões	C2 C6
	Gravura - Foto	434 – Fig e, f	Na caixa de texto sobre “A luz tem quantidade de movimento” temos duas figuras. A figura e* é a foto de um cometa e a figura f** é uma gravura sobre veículos espaciais propulidos pela luz, através de “velas”	C2 C6
	Gravura	437 – fig. 4	A figura 4 é uma gravura que esquematiza o movimento conjunto da Terra e da Lua em torno do Sol. A figura ilustra o texto sobre centro de massa.	C2 C6
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
B - 2	Texto	326 -	A figura 4 desta pagina ilustra o texto que trata da medida da velocidade da luz utilizando eclipse da lua de Júpiter.	C1 – C2 – C4 – C6
	Gravura	336	Estas páginas tratam dos eclipses e das fases da lua. Na página 336, a figura b* do exemplo e as figuras 23a**, b*** e c**** e as figuras 24 a***** e b***** esquematizam o texto sobre eclipses.	C1 C2
	Gravuras	337	As gravuras presentes nesta página ilustram a continuação do texto da página anterior. Figuras 25*, 26**-eclipses, 27*** e 28****, fases da Lua	C2
	Gravuras	338	Ainda continuando o texto sobre eclipses temos tres gravuras que constituem a figura 29. Fig. 29-1*, 2** e 3***	C1 C2
	Foto	347 – Fig. 47	Foto de astronauta na superfície da Lua	C2 C6
	Gravura	356 – Fig. 8b	Gravura da Terra com a Lua e trata da determinação da distancia entre estes dois astros.	C1
	Foto	378 – Foto de abertura do capítulo – sem identificação numérica	Uma gravura* e uma foto** sobre eclipse da lua abre o capítulo sobre Refração da luz	C2
	Gravura	408 – Fig. 39a e 39b	As figuras ilustram a refração da luz na atmosfera terrestre dando à lua a sua cor avermelhada nos eclipses	C2

XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
B - 3	Gravura	198 – Fig. 5	Gravura esquematiza o sistema solar ilustrando o texto sobre campo elétrico	C3
XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
C - 2	Gravura	149 – Fig. 4.5	Texto sobre eclipses solares e lunares. A gravura que aparece ilustra as idéias expostas no texto.	C2
	Texto e gravura	150 e 151 – Caixa de texto – Exercício sobre eclipses e fases da Lua	Continuação do texto sobre eclipses. A figura 4.6* é uma gravura que esquematiza como ocorre o eclipse da Lua. Em seguida, uma caixa de texto discute como se formam as fases da lua e os eclipses. As duas gravuras deste texto, uma sobre a formação da fases da lua** e outra sobre o plano de sua órbita***, ilustra suas idéias.	*C2 **C4 ***C1 – C2
XXXX	XXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
C - 3	Texto	205 – Caixa de texto – O eclipse de Einstein	Caixa de texto sobre o Eclipse de Einstein trata do eclipse solar ocorrido em 1919 através do qual a teoria da relatividade veio a ser comprovada.	C2 C4
XXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
E	Gravura	8 - Fig. 2	Gravura do sistema geocêntrico de Ptolomeu (fig. 2)* ilustra o que se acha exposto no texto desta página.	C1 – C2 – C3 – C4
	Foto e Gravuras	196 a 197– Fig. 8, 9, 12	Os eclipses do solar e lunar são abordados nestas páginas dentro do estudo da óptica. A fig. 8* (pág. 196) é uma seqüência de fotos de um eclipse solar e a figura 9** desta mesma página esquematiza o eclipse solar. Na página 197, a figura 12*** é outra gravura que esquematiza o eclinse solar	C2 todas
	Gravura	229 – Fig. 10	No estudo da refração o texto faz referencia à mudança de posição do sol no horizonte devido aos efeitos provocados pela refração da luz na atmosfera. A figura 10 esquematiza o fenômeno e ilustra o texto.	C2 C6
XXXX	XXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
H	Texto	69	Texto sobre Galileu discute sobre suas contribuições para a Ciência.	C1
	Gravura e Foto	137 – Foto e gravura à parte superior da página à	No texto que discute a força centrípeta, uma gravura* da Terra com a Lua em sua órbita e uma Foto da Terra e da lua vistas juntas no espaço, ilustram o que nele é tratado.	C2
	Gravuras	322 – Localizada ao centro da página	Duas gravuras esquematizam os eclipses do Sol e da Lua	C2

	Texto	326	Texto sobre o ciclo de Saros* trata da previsão de eclipses. No texto temos uma seqüência de fotos** que mostra algumas fases de um eclipse lunar	C2
XXXX	XXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
G - 1	Texto	100	No final do capítulo 5 sobre queda dos corpos, há uma leitura sobre Galileu Galilei onde são mencionadas as suas descobertas na astronomia.	C1 C2
	Foto	207 – parte superior direita da página	Foto da Lua em torno da Terra é aplicada para discutir a força centrípeta.	C2
XXXX	XXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
G - 2	Gravura	70 - localizada à parte inferior da página	Gravura do Sol e Terra ilustram o processo de transmissão de calor por irradiação	C1 C2
	Foto	129 – Foto localizada ao centro da página, lado direito	No capítulo sobre óptica temos uma foto do sol* e uma foto da lua** que servem para exemplificar fontes luminosas.	C1 C2
	Texto	134 – Texto sobre eclipses solares e lunares	Texto sobre eclipses solares e lunares.	C1 C2
	Texto e Foto	139 – Texto – Prevendo eclipses com o saros	Encerrando o capítulo 8 temos um texto que discute os eclipses. Há uma figura constituída de uma seqüência de fotos da lua esquematizando etapas de um eclipse lunar.	C1 C2
	Gravura	257 – Três gravuras estão presentes nesta página: uma na parte superior ao centro, uma no centro e outra na parte inferior ao centro	Texto sobre marés com foto do Sol no céu	C1 C2
G - 2	Gravura	258 – parte superior esquerda da página	Gravura esquematiza movimento do centro de massa do sistema Terra-Lua em torno do Sol	C1 C2
XXXX	XXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
D	Texto	171 – centro da página ao centro	Texto sobre conservação da quantidade de movimento cita meteoritos como exemplo de corpos onde esta lei se verifica.	C1 C2
	Gravuras	255	Gravuras a*, b** e c*** tratam dos eclipses da lua e de suas fases.	C2
	Foto	272 – parte superior da	Foto do Sol ao horizonte abre capítulo sobre Refração da luz.	C1
	Gravura	476 – parte superior da página	Gravura do sol e da Terra abrem o capítulo sobre o campo magnético	C1 C2

DIMENSÃO D4 - UNIVERSO

OBRA	MATERIAL	PÁGINA - IDENTIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA
A - 1	Foto	11 – Abertura de capítulo – sem identificação	Foto da Galáxia de Andrômeda abre o capítulo sobre algarismos significativos	C5 C6
	Gravura	26 – centro da página à esquerda	Gravura de um aparelho astronômico usado para medir a posição dos astros no céu.	C4
	Gravura	159 – Abaixo da Fig. 5-59	Gravura mostra astronauta em planeta imaginário	C1 C2
	Texto e Foto	318 – parte superior da página	No estudo da energia, uma caixa de texto trata sobre a relação massa-energia proposta por Einstein. Nela pode-se encontrar um trecho que trata do processo de fusão nuclear, fonte da energia emitida pelas estrelas. Há uma foto de uma erupção solar* que ilustra o texto.	C1 – C4 – C5
XXXX	XXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
A – 2	Gravura	12 – figura de abertura de capítulo – sem identificação numérica	Uma gravura sobre a explosão de um corpo no espaço (provavelmente um meteoro) abre o capítulo sobre conservação da quantidade de movimento	C1 – C5 – C6
	Foto	71	A foto de uma nebulosa gasosa no espaço abre o capítulo sobre estudo do comportamento dos gases.	C1– C5-C6
	Texto	154 – centro da página	Caixa de texto sobre entropia faz referência ao evento da morte térmica do universo.	C1
	Foto	208 –Fig.14.22	No texto desta página temos a figura 14-22* que exhibe a foto do espelho esférico do telescópio Hale, utilizado para observação astronômica. Esta página ainda exhibe mais duas fotos, uma da cúpula do telescópio Hale** e outra de uma galáxia*** que foi fotografada por ele.	** C6 *** C5
	Gravura e Foto	222 e 223 – parte superior da página à esquerda e Fig. 14.36	Ainda no tópico especial mencionado na linha anterior, há um trecho do texto que se refere à medida da distancia entre astros que evidenciam as grandes dimensões do universo. A figura 14-36 constitui-se de uma foto da galáxia de Andrômeda* e uma gravura** mostrando a distancia gigantesca que existe entre essa galáxia e a nossa (Via-Láctea)	C1 C5

B - 1	Texto e Gravura	33	Caixa de texto discute o método de determinação das distâncias que os corpos celestes apresentam em relação à Terra. Nesta caixa de texto, a figura "a" ilustra o método da paralaxe que foi utilizado para a determinação do <i>parsec</i> , uma unidade de medida astronômica, assim como o ano-luz.	C1- C2-C6
	Texto	230 – 231	Caixa de texto sobre Newton cita na página 231, 4º parágrafo, a contribuição de Newton para o estabelecimento da gravitação universal.	C4
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
B - 2	Gravura	325 – Fig. 2.a	Gravura exhibe luneta utilizada por Galileu	C4
	Gravura	482 a 483- Fig. 54, 55, 56 e 57	Os textos desta página tratam dos telescópios refrator e refletor. As figuras contidas no texto ilustram o que nele é tratado .	C2
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
B - 3	Gravura	469 e 470 – Fig. 16, 17	Texto sobre Teoria da Relatividade aborda curvatura do espaço-tempo e a mudança aparente dos astros e sua decorrência. As gravuras (fig. 16* e 1**7) ilustram o texto	C1- C2- C3-C4
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
C - 2	Gravuras	195 – Fig. 4.77, 4.78	Discussão sobre instrumentos ópticos. Dentre eles, o telescópio e a luneta. Duas gravuras ilustram o que está exposto no texto.	C1
	Gravuras	196 – Fig. 4.79, 4.80	Texto sobre o binóculo. O texto trás duas figuras, fig. 4.79 que mostra a visão interna do sistema óptico do binóculo e a fig. 4.80 descreve a trajetória de um raio luminoso em seu interior.	C1
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
C - 3	Foto	01 – Sem identificação, parte inferior esquerda da pág.	No mosaico composto por fotografias presente nesta página pode-se encontrar uma foto que exhibe o arranjo de radiotelescópios que forma o VLA (Very Large Array). Um radiotelescópio empregado na detecção de corpos celestes, monitoração, etc.	C5 C6
	Foto	114 – Foto de abertura de capítulo, sem identificação, parte superior da página.	A foto que abre o estudo das ondas eletromagnéticas é a imagem do gigantesco espelho parabólico que pertence ao radiotelescópio de Arecibo, no qual são feitas as buscas do projeto SETI (Busca de Inteligência Extraterrestre). Um breve texto é utilizado como elemento motivador para o estudo do capítulo.	C5 C6

	Gravura	204 – Fig. 5.29, 530	Essas duas figuras ilustram os efeitos da gravidade sobre a luz. A primeira delas descreve a mudança da trajetória de um raio de luz proveniente de uma estrela localizada na mesma linha de visão do Sol. A outra figura é um esquema do funcionamento das lentes gravitacionais.	C1- C2-C4 C5-C6
	Gravura e foto	241-242 – Fig. 7.17a, 7.17b, 7.18	Texto sobre evolução das estrelas. O texto apresenta três figuras (fig. 7.17a* fig. 7.17b** e a fig. 7.18***). As figuras 7.17 a. e b. ilustram a formação de uma supernova e a figura 7.18 é uma foto do núcleo de	C1- C5-C6
	Texto	246 – centro da página	Texto sobre Cosmologia	C1- C2-C4
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
H	Foto	383 – centro da página à direita	Foto de telescópio abre o capítulo sobre instrumentos ópticos	C1
	Foto	387 – parte superior direita da página	Foto de uma luneta ilustra texto sobre a Luneta Astronômica.	C1
	Texto-Foto	445	Texto discute a expansão do universo revelada pelo efeito doppler observado em galáxias. No texto, como ilustração, temos a foto de um grupo de galáxias.	C1 C2
	Texto	613	Texto trata da confirmação das previsões da Teoria da Relatividade Geral através da observação do céu durante um eclipse, feita em Sobral.	C1- C2-C4
	Texto	623	Texto sobre o Big Bang apresenta esta teoria sobre a criação do	C1- C2-C4
	Texto-Gravura	637 – Atividade	Atividade experimental instrui sobre a confecção de uma luneta astronômica simples	C1 C6
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
G - 1	Gravura	290 – sem identificação, parte superior esquerda da página	No capítulo sobre conservação da quantidade de movimento, uma gravura sobre a explosão de um meteoro*.	*C1- C5
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
G - 2	Foto	220 – Foto de abertura de capítulo, parte superior da pág.	Foto de telescópio e estação espacial abrem capítulo sobre Instrumentos ópticos	C6
	Texto e Foto	322 – Foto à parte inferior da página	Finalizando o capítulo 18 sobre Acústica, uma leitura* sobre o efeito Doppler menciona sua relação com a expansão do universo. Uma foto** ilustra o que é tratado no texto.	C1- C5-C6

	Texto-Gravura	405 – Atividade	O livro trás sugestões de montagens experimentais para aprofundamento dos conhecimentos. Uma destas montagens, que se encontra nesta página (405), é a de uma luneta astronômica caseira.	C1 C6
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
G - 3	Texto e Foto	341 – Foto à parte inferior esquerda da página.	No final do capítulo 19 sobre as idéias da física quântica temos um texto* sobre a teoria da relatividade que cita a sua comprovação mediante à observação de um eclipse solar, a existência das lentes gravitacionais entre outros fenômenos. Inserida no texto temos uma foto** de uma lente gravitacional. **	C1 **C1 C2 **C2 C4 C5
	Texto	343	Texto sobre o Big Bang.	C5
XXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXX
D	Texto-Foto	15 – parte inferior da página	Caixa de texto* sobre vida extraterrestre. A foto de uma galáxia** ilustra o conteúdo do texto.	C1 C5
	Texto-Gravura	24 e 25	Uma atividade de medidas tem em seu texto uma discussão sobre a medida indireta de distancias muito empregada em astronomia.	C1 C6
	Foto	215 – parte superior da página à direita	Foto de uma galáxia ilustra o texto sobre ondas e velocidade da luz	C1
	Gravura	261 – Parte superior da	Gravura de radiotelescópios abre capítulo sobre espelhos esféricos	C1
	Foto	519 – parte superior da	Foto de uma galáxia abre o capítulo sobre física Moderna	C1 C6
	Texto	529 – parte superior da página à direita	Caixa de texto sobre raios cósmicos	C1

QUADRO G-2

OBRA A-1					
Dimensão	Categoria	Capítulo	Forma ou contexto	Número ou Identificação	Pág
D1	L	Algarismos Significativos	Este exercício trabalha a massa da Terra, utilizada para aplicação das potencias de dez..	11	20
D2	L		Este exercício trabalha as escalas, empregando-as na confecção de um modelo do sistema solar.	15	32

D4	L		Este exercício trabalha o ano-luz, seu valor, sua utilização na astronomia para expressar a distancia dos astros.	16	
D2	L	Movimento Retilíneo	Exercício que trabalha o conceito de partícula envolvendo a Terra, o Sol e a distancia existente entre eles.	1	36
D1	L		Ainda tratando do conceito de partícula, este exercício envolve satélites artificiais e a Terra.	2	
D2	M		Exercício que trata da velocidade da luz, envolvendo o Sol, a Terra e a distancia entre eles.	7 item C	44
D3	L M P		Exercício trata do conceito de referencial envolvendo as fases de Vênus.	34	62
D3	H		Este exercício trata das idéias de Galileu sobre o sistema solar.	35	
D4	M		Exercício trata da aceleração da gravidade envolvendo a queda dos corpos em planeta hipotético .	21	67
D2	M		Exercício trata da aceleração da gravidade considerando queda de corpos na superfície da Lua.	22	
D1	M		Exercício trata da aceleração da gravidade considerando queda de corpos na superfície da Terra	23	
D2	M		Este exercício trata da aceleração da gravidade. Envolve discussão sobre ela na Lua e na Terra.	30 a)	
D2	M P			30 b)	
D1	M	Vetores e Movimento Curvilíneo	Exercícios que tratam dos movimentos da Terra relacionando-os com as grandezas do movimento circular.	9	99
D1	L M			12	
D2	L M P		Exercício envolve os movimentos da Terra no cálculo do vetor velocidade resultante.	22	101
D2	L M	Primeira e terceira leis de Newton	Este exercício trata das forças de atração entre Terra e Lua como uma aplicação da terceira lei de Newton	16	121
D3	H		Exercício que trata da relação entre Newton e Halley. Envolve a obra Principia, escrito por Newton e o	27	127

			cometa Halley.		
D3	M	Segunda lei de Newton	Exercícios envolvendo os conceitos de massa, peso e aceleração da gravidade para o cálculo do peso e da massa de um corpo em Júpiter e na Terra.	14	161
D3	M			15	
D1	M P		Este exercício trata da falta de atmosfera na lua e do movimento de queda de um corpo sob a ação de sua gravidade.	28	166
D2	M	Segunda lei de Newton	Exercício explora a terceira e a segunda leis de Newton através das forças de atração entre a Terra e a lua.	4	179
D2	M	Segunda lei de Newton	Estes exercícios exploram as leis de Newton envolvendo a aceleração da gravidade na Terra e na Lua.	9	180
D2	M			10	
D1	M		Exercícios exploram o conceito da força centrípeta associado ao movimento de satélites em órbita da Terra.	12	
D1	L M		13		
D1	M		Exercício trata da força centrípeta associada ao movimento de rotação da Terra.	38	184
D3	M P	Hidrostática	Exercícios exploram o conceito de Pressão atmosférica relacionando-o com outros corpos celestes, a Lua e o planeta Marte.	8	249
D2	M P			12 a)	
D2	M P		Exercício explora o comportamento de um fluido segundo o teorema de Stevin quando este se encontra na Lua.	18 b)	254
D1	M		Aplicação do conceito das alavancas de Arquimedes em uma situação que envolve a massa da Terra.	40	270
D4	M		Aplicação dos conceitos de pressão e empuxo envolvendo astronauta no espaço.	12	277
D4	M		Aplicação do conceito de densidade a uma situação onde a Terra é suposta no interior de um buraco negro.	19	278
D1	L M		Exercício trata dos conceitos de Trabalho e Energia aplicados ao movimento de satélites em órbita.	12	297
D1	M P		Exercício trata da energia cinética aplicada aos gases que constituem a atmosfera terrestre.	22	

D4	L	Reflexão da Luz	Aplicação do ano-luz a situações que envolvem o cálculo do seu valor em metros e em quilômetros e da distancia existente entre a Terra e uma estrela. o conceito de ano-luz.	5	197	
D2	M P		Exercício trata do tempo gasto pela luz em sua viagem do Sol até a Terra.	6		
D2	M P		Exercício explora a diferença entre o céu visto na Terra e o céu visto na Lua durante o dia.	8 b)	200	
D3	L M		Exercício explora o experimento de Roemer para determinação da velocidade da luz que é aplicada em cálculos que envolvem a distancia Terra-Sol.	38	223	
D3	M		Exercício explora o ano-luz no cálculo do tempo que a luz gasta percorrer as distancias que separam alguns dos planetas do sistema solar.	43		
D3	M		Exercício explora cálculos envolvendo o ano luz, a unidade astronômica e a distancia entre Terra e Júpiter.	44	224	
D4	M		Exercícios que trabalham com o ano-luz em cálculos de distancia e de tempo.	45		
D4	M			46		
D2	M		Exercício trata da descrição dos Eclipses.	2	228	
D1	M		Aplicação da velocidade da luz para cálculo de tempo	18	231	
D2	M		Exercício sobre fases da lua	29	232	
D2	M		Aplicação dos espelhos esféricos envolve a Lua, a Terra e suas dimensões.	7	233	
D2	M		Exercício sobre índice de refração envolve o Sol a Terra e a distancia entre eles.	1	278	
D1	M		Exercício trata da luneta astronômica envolvendo o cálculo de suas dimensões.	18	284	
D4	M		Movimento Odulatório	Exercícios envolvendo o efeito Doppler aplicado ao afastamento de galáxias que produz o desvio para o vermelho no espectro visível.	40	326
D4	L M P				44	
D4	M	45				
D4	M	Aplicação do efeito Doppler para determinar a velocidade de afastamento das galáxias.			19	351

D1	L M P	Cinemática angular	Exercício utiliza o movimento de migração de pássaros para o cálculo da velocidade média e ângulo tomando como referencia a curvatura da Terra.	10	204
D1	M		Cálculo da velocidade angular da Terra.	12	208
D1	L M	As Leis de Newton	Exercício explora a caracterização da força peso exercida pela Terra em corpos próximos à sua superfície.	19	246
D1	L M	Conservação da quantidade de movimento	Exercício explora cálculos associados à quantidade de movimento tomando como referencia o movimento de um foguete no espaço.	38	410
D1	L M		Exercício trata do cálculo associado à quantidade de movimento relacionado com o movimento de um corpo no interior de uma nave espacial	42	411
D1	L M		Um dos desafios promover reflexões a respeito do sistema Terra-lua.	Desafio D	413
D2	L M	Colisões	Desafio promove reflexão a respeito da intensidade da pressão que a radiação solar exerce sobre uma superfície.	Desafio C	434
D2	L M	Centro de massa	Exercício envolve o cálculo do centro de massa do sistema Terra-Lua.	7	444

XX

OBRA B-2

Dimensão	Categoria	Capítulo	Forma ou contexto	Número ou Identificação	Pág
D4	M	Fluidos em Repouso – Lei de Stevin	Exercício explora cálculo de densidade envolvendo buraco negro	16	61
D1	M		Desafio trata do cálculo da massa da atmosfera terrestre	Desafio C	101
D2	M P	Princípio de Arquimedes	Exercício envolve cálculo do empuxo sobre um corpo considerado na Terra e na Lua	34	119
D4	M	Transmissão de calor	Exercício trata dos processos de transmissão do calor em planeta hipotético desprovido de fluidos	17	251

D1	L M P	Lei dos Gases	Desafio promove reflexão envolvendo comportamento da atmosfera terrestre	Desafio B	278
D2	M	A Luz	Exercício explora o cálculo de tempo considerando as distancias Terra-Lua e Terra-Sol	3	332
D4	L		Cálculo do tempo envolvendo o conceito do ano luz e as distancias entre a Terra e uma estrela hipotética	11	
D2	L M		Exercício trata dos tipos de eclipse observados em partes diferentes da Terra mediante consulta em um diagrama que acompanha a questão.	20	341
D2	M		Exercício envolvendo a representação artística dos tipos de eclipses pelos alunos.	21	
D2	L M		Exercício aborda as fases da Lua relacionadas com a posição ocupada por este astro em relação a um observador na superfície da Terra.	22	
D2	M		Exercício que relaciona fases da Lua e eclipses.	23	
D2	M		Exercício relaciona eclipses com fases da Lua	35	343
D2	L M		Exercício trata do tipo de eclipse observado em partes diferentes da superfície da Terra mediante interpretação de uma gravura.	36	
D2	M		Exercício explora as condições necessárias para que se possa ocorrer um eclipse anular do Sol.	37	
D1	M P		Exercício promove reflexão a respeito da coloração azul do céu.	43	
D1	M P		Exercício promove reflexão a respeito da coloração avermelhada do Sol.	44	349
D1	M P		Exercício trata do nível da radiação solar em cidades com altitudes diferentes	45	
D2	M		Exercício explora definição de Eclipse e de eclipse anular	Revisão N	
D2	M		Exercício explora identificação das fases da Lua	Revisão O	351
D1	M		Exercício trata da coloração azul do céu.	Revisão T	
D2	L M P		Desafio explora fases da Lua vistas de pontos diferentes da Terra	Desfio A	352
D2	L M	Exercício discute método para medir diâmetro do Sol	52		

OBRA C-2					
Dimensão	Categoria	Capítulo	Forma ou contexto	Número ou Identificação	Pág
D4	M P	Termodinâmica – conversão entre calor e trabalho	Exercício sobre a entropia do Universo	73	94
D4	M P	Ondas e Som	Exercício trata da propagação do som no espaço em filmes de ficção.	25	111
D2	M	A luz	Exercício explora os eclipses através de esquematização feita pelo aluno	6	153
D2	L M		Exercício sobre eclipse explora o tipo de eclipse visto de partes diferentes da Terra mediante análise de gravura.	7	
D2	M		Exercício trata da imagem do Sol em câmaras escuras envolvendo a distancia Terra-Sol	9	
D4	L M		Exercício explora o conceito do ano-luz e o utiliza no cálculo da distancia entre uma estrela e a Terra.	11	154
D1	M		Exercício trata da posição aparente dos corpos celestes no céu	71	180
D2	M		Exercício trata da posição aparente do Sol quando observado da Terra.	72	
D2	M		Exercício trata da observação de eclipses através de instrumentos ópticos	110	196
D1	L M		Exercício explora o conhecimento sobre lentes propondo a sua utilização para a construção de uma luneta.	111	
XX					
OBRA C-3					
Dimensão	Categoria	Capítulo	Forma ou contexto	Número ou Identificação	Pág
			Exercício trata da viagem à Lua e sobre a atração gravitacional		

OBRA E					
Dimensão	Categoria	Capítulo	Forma ou contexto	Número ou Identificação	Pág
D2	L M P	Forças	Exercício com texto sobre atração gravitacional envolvido no movimento dos corpos celestes, formação de estrelas, etc.	2	17
D1	M P		Exercício relaciona aceleração da gravidade com o movimento de rotação da Terra	3	18
D2	M		Exercício que relaciona os campos gravitacionais da Terra e da Lua em situações que envolvem cálculo do peso e da massa.	8	20
D1	M P		Exercício que trabalha a relação entre peso e aceleração gravitacional em situação de imponderabilidade.	1	29
D1	M P		Exercício similar ao anterior que trata de situações de baixa gravidade.	2	
D4	M		Ação e reação, inércia e conservação da quantidade de movimento	Exercício que trata terceira lei de Newton em uma situação que envolve um astronauta no espaço.	2
D1	M	Estática dos fluidos	Exercício que trata da pressão atmosférica em uma situação que envolve astronautas no espaço.	8	98
D2	M	Luz, visão e fenômenos luminosos	Exercício que trata das fases da Lua associando-as à trajetória da luz.	8	195
XX					
OBRA H					
Dimensão	Categoria	Capítulo	Forma ou contexto	Número ou Identificação	Pág
D1	L	Física experimental	Exercício aborda notação científica envolvendo a massa da Terra e da Lua.	10	23

D1	L M	Cinemática escalar	Exercício sobre cálculo de distância em situação que envolve satélites.	15	33	
D3	L M		Exercício que aplicam a aceleração gravitacional na Terra e em outros corpos do sistema solar, para obter o tempo de queda dos corpos.	28	68	
D3	M	Força e movimento	Exercício que emprega a aceleração gravitacional do planeta Júpiter para o cálculo do Peso dos corpos.	16	114	
D2	M		Exercício que trata da terceira lei de Newton em situações que envolvem a Terra e a Lua.	3	140	
D1	M	Impulso e quantidade de movimento	Exercício trabalha a conservação da quantidade de movimento envolvendo colisão de asteróide com a Terra.	159	182	
D3	M	Termometria	Exercício que trata de dilatação envolvendo as altas temperaturas do planeta Mercúrio.	10	254	
D2	M	Óptica – conceitos fundamentais	Exercício de cálculo do tempo envolvendo a velocidade da luz e a distancia Terra-Sol	Aplica ção	319	
D4	M		Exercício envolvendo a medida do ano-luz	2	320	
D2	M		Exercício que explora a relação entre visão e luz	3		
D4	L		Exercício que envolve o ano-luz no cálculo de distância	5		
D2	M		Exercício que envolve cálculo de altura de corpos com a posição do Sol no céu	7	323	
D2	M		Exercício envolvendo simulação Eclipse para cálculos.	10		
D2	M		Exercício sobre eclipses aborda a construção de esquemas pelos alunos para sua explicação.	11		
D2	M		Exercício de aplicação dos conceitos de óptica envolvendo a distancia Terra-Sol.	Aplica ção		324
D1	M		Instrumentos ópticos	Exercício envolvendo lentes trata da construção de uma luneta	110	388
D1	L M			Exercício envolve cálculos com as dimensões de uma luneta astronômica.	111	
D4	M	Acústica	Exercício trata da propagação dos sons no espaço em filmes de ficção.	17	447	
D1	M P	Condutores em equilíbrio eletrostático	Exercícios exploram o fato de que a Terra é um grande condutor elétrico	79	504	
D1	M			80		

D1	M	Campo Magnético	Exercício explora a caracterização do campo magnético da Terra através de Diagramas feitos pelos alunos com o uso da bússola	3	578
D2	M	Radioatividade	Exercício envolve os processos de obtenção de energia pelo Sol	12	628
XX					
OBRA G-1					
Dimensão	Categoria	Capítulo	Forma ou contexto	Número ou Identificação	Pág
D1	L	Física experimental	Exercício trata de notação científica e ordem de grandeza utilizando grandezas como a massa da Terra e da Lua.	12	24
D1	L M		Exercício sobre cálculo de distância em situação que envolve satélites.	25	35
D4	M	Movimento uniformemente variado	Exercício sobre cinemática envolve distancia em ano-luz entre a Terra e planeta hipotético	97	69
D2	M	Queda dos corpos	Exercício aborda a viagem à Lua e trata da queda de corpos na superfície da Lua.	154	97
D4	M		Exercício trata da queda dos corpos em planeta hipotético	155	
D2	M	Movimento circular uniforme	Exercício sobre cálculo de velocidade envolve a Trajetória da Terra em torno do Sol	81	147
D1	M		Exercício aborda as grandezas do mcu envolvendo o movimento de satélites em órbita da Terra.	33	156
D1	M		Exercício sobre velocidade angular envolve o treinamento de astronautas para suportar grandes acelerações	46	158
D2	M	Força e movimento	Exercício trata do cálculo da força peso na Terra e na Lua.	Aplicação	175
D1	L M		Exercício trata da caracterização da força peso que age nos corpos próximos à superfície da Terra.	27	
D2	M		Cálculo da força peso na Terra, longe de qualquer corpo celeste e na Lua	28	
D3	M		Exercício trata do peso de um corpo considerando-o em Júpiter.	29	

D4	L M		Exercício trata de velocidade angular e força centrípeta tomando como referência trechos do filme 2001, uma odisséia no espaço.	128	210
D1	L M	Energia	Exercício trata dos raios cósmicos para o cálculo de energia	55	269/270
D1	M	Impulso e quantidade de movimento	Exercício trabalha quantidade de movimento envolvendo foguetes	295	282
D2	M		Exercício trata da quantidade de movimento envolvendo foguetes	303	285
D1	M		Exercício explora a quantidade de movimento tratando da colisão de asteróide na Terra.	321	292
XX					
OBRA G-2					
Dimensão	Categoria	Capítulo	Forma ou contexto	Número ou Identificação	Pág
D3	M	Termometria	Exercício que trata de dilatação envolvendo as altas temperaturas do planeta Mercúrio.	15	22
D2	M	Óptica Conceitos fundamentais	Exercício trata do cálculo de tempo envolvendo a distancia Terra-Sol	Aplicação	131
D2	M P		Exercício que explora a relação entre a visão do Sol e a luz por ele emitida.	3	132
D4	L		Exercício trata do conceito de anulação envolvendo distancia entre a Terra e uma estrela	5	
D1	M P		Exercício trata de eclipses envolvendo cálculo de distancias para montagem para simular eclipses.	10	135
D2	M		Exercícios sobre eclipses onde a sua ocorrência esta vinculada às propriedades da luz.	11	
D2	M		Exercício aborda as condições para que ocorram os eclipses	6	
D2	M		Lentes Esféricas	Exercício trata de cálculos de óptica relacionados a propriedades do Sol como distancia da Terra e potencia de radiação	76
D2	M	Movimento harmônico simples	Exercício envolvendo período de pendulo simples e a gravidade da Terra e da Lua	34	259
			Exercício trata de vários aspectos de		

D3	M	Ondas	Marte como sua temperatura superficial, sua aceleração gravitacional e de transmissões feitas dele para a Terra.	48	268
XX					
OBRA G-3					
Dimensão	Categoria	Capítulo	Forma ou contexto	Número ou Identificação	Pág
D1	M	Campo elétrico	Exercício trata do campo elétrico da Terra no cálculo de aceleração	96	51
D1	M	Capacitância	Exercício explora o fato de que a Terra é um grande condutor elétrico	191	92
D1	L M	Campo Magnético	Exercício explora a configuração das linhas do campo magnético terrestre	5	234
D1	L M	Força magnética	Exercício explora a configuração do campo magnético terrestre	50	259
D2	M	Radioatividade de	Exercício trata da energia solar e da relação massa-energia.	Aplicação	346
D2	M		Exercício aborda o processo de obtenção de energia presente no Sol	24	
D2	M		Exercício explora a produção de energia no Sol	25	
XX					
OBRA -D					
Dimensão	Categoria	Capítulo	Forma ou contexto	Número ou Identificação	Pág
D2	M	Movimento sob a ação da gravidade	Exercício aborda queda de corpos próximos à superfície da Lua	2	75
D3	M	Leis de Newton	Exercício trata da primeira lei relacionando-a com o movimento de naves em filmes de ficção	1	84
D4	M		Exercício trata da terceira lei relacionada com oscilações na posição aparente de uma estrela devido a presença de planetas.	9	86
D2	M	Peso e equilíbrio estático	Exercício explora cálculo do peso de astronauta na Terra, em Órbita e na Lua.	1	88
D2	M		Exercício explora diferença entre campo gravitacional terrestre e lunar	2	92

D1	M	Movimento Circular	Exercício trata das grandezas do movimento circular em uma situação que envolve movimento de satélite em órbita.	Para você pensar Nº 2	128
D1	M P	Impulso e quantidade de movimento	Exercício sobre terceira lei de Newton trata do movimento de astronauta no espaço.	Para Você pensar Nº 4	172
D1	M		Exercício trata da colisão de asteróide com a Terra para explorar conservação da quantidade de movimento	14	176
D2	L M		Exercício trata da quantidade de movimento envolvendo o movimento de naves espaciais .	16	
D1	M	Hidrostática III	Exercício trata de densidade envolvendo a constituição do planeta Terra	Para Você Pensar Nº 1	190
D2	M	Ondas e óptica	Exercício sobre eclipses relaciona a ocorrência dos mesmos com as fases da Lua	16	258
D2	M P		Exercício trata da simulação de eclipse	17	
D2	M	Refração da Luz	Exercício trata da posição aparente do Sol causada pela refração da luz	3	277
D1	M	Instrumentos ópticos	Atividade pratica de estudo e montagem de uma luneta simples	Atividades Práticas	316/317
D1	L M	Mudanças de fase e transmissão de calor	Exercício trata do movimento das massas de ar atmosférico no globo devido a radiação solar	10	371
D1	M	Potencial Elétrico	Exercício trata a Terra como condutor esférico dotado de um grande potencial elétrico	12	436
D1	L	O campo magnético	Exercício explora uso de bússola para identificação dos pontos cardeais.	3	485

Considerações finais

A análise dos livros didáticos de física mostrou que eles realmente contêm elementos de astronomia. O que chamou nossa atenção, no entanto, foi constatar que estes elementos se encontram fora das unidades ou capítulos que tratam da gravitação universal.

Eles existem ao longo de todo o texto porém, não estão sendo empregados com o objetivo de evidenciar a astronomia, mas como forma de contextualizar ou exemplificar aplicações dos modelos físicos abordados nestes livros. Por esta razão, passam despercebidos não sendo explorados como astronomia durante as aulas de física do ensino médio. Verificamos ainda, que o número desses elementos é bem expressivo e, em sua maioria se apresenta na forma de gravuras, estando também presentes, fotos e textos..

No universo da gravitação verificamos a presença de uma unidade comum a todas as obras analisadas e que constitui um referencial para o seu estudo, sendo, em alguns casos, o único conteúdo abordado pela obra. Pouco se explora neste capítulo além desta unidade básica. Esta unidade, que trata realmente sobre astronomia, tem seu foco direcionado para o estudo dos modelos do sistema solar elaborados por Ptolomeu (Geocêntrico) e Copérnico (Heliocêntrico), passando pelas leis de Kepler até chegar à Gravitação Universal de Newton, onde se aproveita para abordar o movimento dos satélites. Além desta unidade, algumas poucas obras tratam de temas como a origem do universo, a evolução das estrelas e um pouco sobre a gravidade e sua relação com os aspectos geográficos terrestres, relacionando-a também com a velocidade de escape, a imponderabilidade e as marés, tudo voltado para o estudo da mecânica por trás da gravitação.

Também foram detectados elementos de astronomia em meio aos exercícios. Eles constituem mais uma opção a ser explorada no trabalho com astronomia no ensino médio. Verificamos que alguns dos exercícios destinam-se a explorar habilidades distintas, com o predomínio da habilidade de identificar variáveis relevantes em uma dada situação e a aplicá-las em um modelo para a obtenção de um resultado. Mais uma vez os elementos destinam-se a exemplificar ou contextualizar uma dada situação física, não explorando as suas características astronômicas, da mesma forma que ocorre com os demais elementos encontrados. Existem, no entanto, alguns deles que o fazem, sendo preciosos para o trabalho com astronomia em sala de aula, porém são

poucos.

Como resultado final, elaboramos um texto direcionado ao professor mostrando-lhe sugestões de aplicações de alguns elementos de astronomia em sala, a fim de explorar a real astronomia neles presente. Este texto, além de exemplificar algumas aplicações para os elementos encontrados, faz um rápido tratado sobre cartas celestes, binóculos e telescópios de pequeno porte. Tudo isso com o objetivo de contribuir para o trabalho do professor, incentivando-o a trabalhar com astronomia em sala de aula. Esperamos que este trabalho alcance o objetivo proposto.

Além dos livros didáticos fizemos uma breve análise em alguns projetos de ensino de física, criados no passado com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino desta ciência. Nestes projetos encontramos muito material relativo a astronomia sendo que, em alguns deles, este material constitui um verdadeiro curso sobre esta ciência. O material presente nestes projetos não só é superior ao encontrado nos livros como também é melhor do que ele. Infelizmente sua utilização pelo professor não é fácil, já que o contato com este material é raro, não fazendo parte das bibliotecas atuais. No entanto, há um dos projetos que pode ser facilmente obtido pelo professor por download via internet. Trata-se do projeto Gref, onde o quarto livro sobre mecânica trata de astronomia.

Poderíamos ter separado o conteúdo de física moderna assim como fizemos com o de gravitação. Não fizemos por perceber que esta alternativa seria interessante apenas quando o trabalho já estava completo. Também devíamos ter separado os excertos em suas características múltiplas, classificadas em combinações de categorias, como foi feito com os exercícios. Não o fizemos pelo mesmo motivo.

Finalizando, declaramos ainda não termos resultados sobre a aplicação do presente trabalho em sala de aula. Estes resultados serão obtidos em uma oportunidade futura mediante a divulgação do mesmo e solicitação a um grupo de professores para se disponibilizarem a testá-lo. Os professores aqui referidos serão escolhidos entre aqueles que se acham matriculados no presente curso ou que já o completaram.

Não foi feita uma análise sobre o grau de eficácia dos exercícios, sendo este o objetivo de um trabalho posterior.

Estas considerações devem contribuir para a melhoria do presente trabalho que ainda pode sofrer alterações em ocasiões futuras visando sua melhor adequação às normas.

REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano. Mapeamento de Conceitos. Disponível em <http://genoma.ib.usp.br/grupo/amabis/txt01.pdf> - acesso em: 27 mar. 2009

ASTRONOMIA, WIKIPEDIA - Disponível em: <http://pt.wikipédia.org/wiki/astronomia.html>

AULER, D.; Delizoicov, D.. Alfabetização Científico-Tecnológica: Para Quê? – Disponível em: http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v3_n2/deciodemetrio.PDF - Acesso em: 18/02/2009

AUSUBEL, D. A Teoria Cognitivista de David Ausubel. Disponível em: http://fisica.uems.br/arquivos/instrumentacao/Capitulo_4.pdf - Acesso em: 12/03/2009

BARROS, Pedro R. Um Olhar Sobre As Atividades Experimentais Nos Livros Didáticos De Física. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0288-2.pdf> - Acesso em: 18/07/2008

BISCH, S.M. 1998. Astronomia no ensino fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC / SEF, 1998. 138 p., acesso em: 03 set. 2008

BRASIL. Mec. Programa Nacional do Livro Didático Ensino Médio. Brasília, 2004.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCN+). Disponível em: http://www.boletimef.org/biblioteca/318/PCN.mais_Ensino.Medio.zip - Acesso em: 10/10/2007

BULGARELLI., Domingos J. Brincando. Haun, Luís G. Brincando e Aprendendo Astronomia. Disponível em: <http://www.cientec.or.cr/pop/2007/BR-DomingosBulgarelli.pdf> - Acesso em 09/01/2008

CACELLA, Paulo M. F. Astronomia Amadora: Ciência e Poesia. Disponível em: <http://cacella.tachyonweb.net/Artigo.pdf> , Acesso em 25/03/2009

CANIATO, Rodolpho. *O Céu – um projeto brasileiro para o ensino de física*. Campinas: Nobel, 1978 – 3ª Edição

CAZELLI, S.. Alfabetismo Científico: Novos Desafios no contexto da Globalização. Disponível em: http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v3_n2/sibelecreso.PDF - Acesso em 23/03/2009

CDROM ENCICLOPÉDIA MIRCROSOFT ENCARTA, versão 11.0.0.081, 1993-2001

FERREIRA, A. B. H. Dicionário Aurélio, Rio de Janeiro. Nova Fronteira, 2ª Edição, 38ª Edição, 1986.

GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>

HOSOUME, Y.; Martins, I. M.; Nicioli Junior, R. B.. Livros Didáticos de Física (1940 a 1990): Seus Autores e Editoras. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0588-1.pdf> - Acesso em: 24/02/2009

HOUAISS, K. Dicionário Koogan Houaiss, disponível em: <http://www.fortunecity.com/tatooine/servalan/272/astrologia.htm> - Acesso em 04/07/2007

KANTOR, Carlos Aparecido. A ciência do céu: uma proposta para o ensino médio. São Paulo, USP, 2001. 116 p. Dissertação de Mestrado.

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. Ano16, n. 69. Disponível em: http://antigo.inep.gov.br/download/cibec/1996/periodicos/em_aberto_69.doc - Acesso: 16/11/2998

LANDHI, Rodolfo; Nardi, R.. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental em relação ao ensino da astronomia – Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~foton/relea/num2/A3%20n2%202005.pdf> – Acesso em 10/05/2007

LEITE (2002). Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia. Dissertação de mestrado, São Paulo: IFUSP/FEUSP. Disponível em: http://www.if.usp.br/cpgi/DissertacoesPDF/Cristina_Leite.pdf . Acesso em: 07/05/2007

MARTINS, Maria I. e SILVA, Carlos F. A Iconicidade em Livros Didáticos de Física. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0145->

[1.pdf](#) - Acesso em: 23/09/2008

MOURÃO, Ronaldo R. F. **Da Terra às Galáxias**. São Paulo: Editora Melhoramentos, 1977

MOURÃO, Sandra . Entrevista com Roberto Boczko — Vox Scientiae – ECA/USP – Disponível em: http://www.eca.usp.br/njr/voxscentiae/sandra_marao_45.htm - Acesso em 08/01/2009

NEVES, Marcos César Danhoni. *Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu*. Campinas, Instituto de Física, UNICAMP, 1986. 242p. Dissertação de Mestrado.

NICOLINI, Jean. **Manual do Astrônomo Amador**. 3ª edição. Campinas: Editora Papirus, 2000

NUNES, Sergio C. Costa, Luciano C. A. C – Os mapas conceituais como organizadores de hipertextos para os ambientes de ensino à distância – EAD – Disponível em: <http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0131010717404016.pdf> - Acesso em 25/03/2009.

OLIVEIRA, E. A.G.; Hosoume, Y.. *A Física nos livros didáticos de ciências do 2º ao 5º ano do ensino fundamental*. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0301-1.pdf> - Acesso em: 28/02/2009

PACHECO, Décio. *Análise dos exercícios propostos nos livros didáticos de Física adotados nas escolas de Segundo Grau de Campinas*. Dissertação (Mestrado em Educação). UNICAMP. 1979.

PEF (Projeto de Ensino de Física). Rio de Janeiro, Fename, 1980.

PIASSI, Luiz P. C. *Que física ensinar no segundo grau? Elementos para uma reelaboração de conteúdo*. São Paulo, 1995. 208p.

PIMENTEL, J.R.; *Livros Didáticos de Ciências: A Física e Alguns Problemas*. Disponível em: <http://www.ufmt.br/instfis/livro/Pimentel.pdf> - Acesso em: 22/05/2008

PROJECTO FÍSICA (Harvard Project Physics). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980.

PSSC (Physical Science Study Committee). **Física**. Parte I, Parte II, Parte III, Parte IV. Brasília: Universidade de Brasília, 1966.

REIS, Anete C. Papel das Leituras Complementares nos Livros Didáticos de Física. Dissertação (Mestrado em Educação). PUC-MG, 2008.

RIBEIRO, Ruth Marina Lemos; MARTINS, Isabel. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de Física. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru, v. 13, n. 3, Dec. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n3/a02v13n3.pdf> - Acesso em: 15/03/2009

SALÉM, Sônia. Estruturas Conceituais no Ensino de Física: Uma Aplicação à Eletrostática. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação-USP, 1986.

SILVA, Cibele C.; Colombo Junior, P. D.. Alfabetização científica em centros de ciências: o caso do cda-usp – Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/x/atas/resumos/T0150-2.pdf> - Acesso em: 15/03/2009

TERACINI, Edson B. Os Benefícios Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais no Brasil –Disponível em: http://www1.cgee.org.br/arquivos/pe_07.pdf - Acesso em 22\12\2008

TREVISAN, Rute Helena ; PUZZO, Deolinda . Astronomia no Ensino de Ciências: Pesquisa da ação pedagógica utilizada pelo professor. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/atas/posteres/po22-23.pdf> - Acesso em 09/01/2008

VILLANI, A. Filosofia da ciência e ensino de ciências: Uma analogia. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/include/getdoc.php?id=350&article=102&mode=pdf> - Acesso em 16/03/2009

VILAS BOAS, Rebeca. Formação continuada de professores e mudanças das formas de estruturar a mecânica clássica. Dissertação de mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999.

WUO, Wagner. O ensino da Física na perspectiva do livro didático. In Oliveira, M.A.T e Ranzi, S.M.F. (organizadores) História das disciplinas escolares no Brasil: contribuições para o debate. Bragança Paulista: EDUSF, 2003