UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

KAUÊ DALLA VECCHIA SIMÓ

O ensino da Astronomia nos livros didáticos de Cosmografia do início do século XX

São Paulo

2016

KAUÊ DALLA VECCHIA SIMÓ

O ensino da Astronomia nos livros didáticos de Cosmografia do início do século XX

Dissertação apresentada aos Institutos de Física, de Química, de Biociências e à Faculdade de Educação, da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências.

Área de Concentração: Ensino de Física

Orientadora: Profª. Drª. Yassuko Hosoume

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Simó, Kauê Dalla Vecchia
O ensino da astronomia nos livros didáticos de cosmografia do início do Século XX. São Paulo, 2016.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências

Orientador: Profa. Dra. Yassuko Housome

Área de Concentração: Ensino de Física

Unitermos: 1. Astronomia – Estudo e ensino; 2. Astronomia – Século XX; 3. Livro didático; 4. Cosmografia; 5. Currículos e programas.

USP/IF/SBI-051/2016

KAUÊ DALLA VECCHIA SIMÓ

O ensino da Astronomia nos livros didáticos de Cosmografia do início do século XX

Dissertação apresentada aos Institutos de Física, de Química, de Biociências e à Faculdade de Educação, da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências.

Aprovado em:

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Yassuko Hosoume (orientadora)

Prof. Dr. Carlos Aparecido Kantor

Prof. Dr. Sergio Mascarello Bisch

São Paulo, _____ de _____ de _____

Resumo

Tendo como referência o entendimento de que o ensino da Astronomia, de alguma forma, sempre esteve presente na história da educação básica brasileira, ora como uma disciplina independente, ora compartilhado com os conteúdos de outras disciplinas, é analisado o seu ensino no Brasil do início do século XX a partir de livros didáticos de Cosmografia desse período. Compreendendo o livro didático como uma fonte de estudos privilegiada da história das disciplinas, são analisados nove livros didáticos de Cosmografia dos anos de 1897 a 1933 de diferentes autores. A análise está estruturada em duas etapas: na primeira, são identificados e caracterizados, ao longo do tempo, os conteúdos da Astronomia presentes nos livros. Para isso, utilizou-se as categorias de análise: Observação da superfície da Terra; Fenômenos cíclicos; Sistema Solar; Terra; Atração Gravitacional; Universo; e História e Cultura. A partir da identificação e da categorização dos conteúdos, constatou-se a presença de uma vasta quantidade de temas da Astronomia em cada uma das categorias, principalmente os relativos à Fenômenos cíclicos, Sistema Solar, Atração Gravitacional e Universo. A forte presença de temas ligados à essas categorias indica uma certa continuidade no tempo, além da importância atribuída no ensino desses conteúdos na educação básica daquela época. Por outro lado, temas como métodos de observação dos astros no céu, correções de observação, periodicidade das estrelas no céu, orientação na superfície terrestre e história da Astronomia estão presentes em alguns livros e ausentes em outros, indicando uma não linearidade na evolução temporal no ensino desses conteúdos. Na segunda etapa, é aprofundada a análise dos conteúdos abordados nas categorias presentes em todos os livros didáticos e dela observou-se uma grande ênfase na caracterização de conteúdos como esfera celeste, coordenadas esféricas, instrumentos óticos, movimentos da Terra, dia e noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses, constituição e dinâmica do Sistema Solar, forma e dimensões da Terra, estrelas, constelações, nebulosas e modelos cosmogônicos de universo. De suas caracterizações, constatou-se que os conceitos de Astronomia eram desenvolvidos numa perspectiva de se descrever detalhadamente os objetos e os fenômenos que constituíam o universo observável daquela época, o qual restringia-se aos corpos constituintes do Sistema Solar e alguns elementos situados além desse, como, por exemplo, estrelas, nebulosas e constelações. Embora a relação entre as descobertas científicas e os conteúdos didáticos guardasse atualidade, como a presença de Plutão, descoberto em 1930, e o número de satélites dos planetas no estudo do Sistema Solar, foi possível inferir que a visão de universo no período estudado limitava-se a ideia de um universo fechado, finito, esférico e composto pela Via Látea com suas estrelas e nebulosas, ainda que descobertas, como as galáxias, na década de 1920, indicassem um universo muito além da Via Lactea. Os resultados mostram que, no período em estudo, a importância atribuída ao ensino da Astronomia na educação básica era bastante diferente daquela que é atribuída atualmente, haja vista a identificação de uma disciplina específica, a quantidade significativa de livros de Cosmografia de autores brasileiros, bem como a quantidade e o aprofundamento no desenvolvimento dos conteúdos da Astronomia presentes neles.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia, Livro Didático, Cosmografia, Currículo, Século XX.

Abstract

Based on the understanding that the teaching of Astronomy, somehow has always been present in the history of Brazilian basic education, either as an independent discipline, sometimes shared with other disciplines content, is analyzed their education in Brazil the beginning the twentieth century from textbooks Cosmography that period. Understanding the textbook as a source of privileged study of the history of disciplines, they are analyzed nine textbooks Cosmography the years 1897-1933, by different authors. Our analysis is structured in two stages: first, are identified and characterized, along the time, the Astronomy content present in the books. For this, we used the analysis categories: 1. Earth's surface observation; 2. cyclical phenomena; 3. Solar System; 4. Earth; 5. Gravitational attraction; 6. Universe; and 7. History and Culture. From the identification and categorization of content, there was the presence of a vast amount of Astronomy topics in each of the categories, particularly those relating to cyclical phenomena, Solar System, Gravitational Attraction and Universe. The strong presence of topics related to these categories, indicates a certain continuity in time, in addition to the emphasis on education on this topic in basic education of that time. On the other hand, subjects such as methods of observation of the stars in the sky, watching corrections, stars periodicity in the sky, orientation in the Earth's surface and history of astronomy are present in some books and absent in others, indicating a non-linearity in the temporal evolution in education on this topic. In the second stage, it is thorough analysis of the content covered in the categories present in all textbooks and it there was a great emphasis on characterization of content such as celestial sphere, spherical coordinates, optical instruments, Earth movement, day and night, seasons of the year, phases of the Moon, eclipses, constitution and dynamics of the Solar System, shape and dimensions of the Earth, stars, constellations, nebulae and cosmogonic universe models. From their characterizations, it was verified that the concepts of astronomy were developed with a perspective of describing in detail the objects and phenomena that constituted the observable universe of that time, which was restricted to the constituent bodies of the Solar System and some elements beyond that, such as stars, nebulae, and constellations. Although the relationship between scientific discoveries and didactic content was current, such as the presence of Pluto discovered in 1930 and the number of satellites of the planets in the study of the Solar System, it was possible to infer that the universe vision in the period studied was limited, If the idea of a closed, finite, spherical universe composed of the Milky Way with its stars and nebulae, although discovered, like the galaxies in the 1920s, indicated a universe far beyond the Milky Way. The results show that, in the period under study, the importance attributed to the teaching of astronomy in basic education was quite different from that currently attributed, given the identification of a specific discipline, the significant amount of Brazilian authors' Cosmography books, as well as As the quantity and the deepening in the development of the contents of Astronomy present in them.

Keywords: Teaching of Astronomy, Textbook, Cosmography, Curriculum, twentieth century.

Sumário

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO 9
CAPÍTULO 2: A COSMOGRAFIA E OS PRIMÓRDIOS DO ENSINO DA ASTRONOMIA NO BRASIL 15
2.1. O ensino da Astronomia no Brasil: Do descobrimento ao Império 15
2.2. Ciências, Astronomia e os currículos do Colégio Pedro II 17
2.2.1. Os primeiros currículos 17
2.2.2. Os currículos do final do século XIX 23
2.2.3. Os currículos do início do século XX 28
2.2.4. O Currículo da Reforma Francisco Campos 33
2.2.5. O Currículo da Reforma Capanema 36
2.3. Os conteúdos de Astronomia nos programas curriculares do Colégio Pedro II (1850 – 1950) 38
CAPÍTULO 3: LIVRO DIDÁTICO: FONTE DE PESQUISA DA HISTÓRIA DAS DISCIPLINAS ESCOLARES 44
3.1. História das disciplinas escolares: Um campo de pesquisa 44
3.2. Livro didático: fonte e objeto de pesquisa histórica 47
3.3. As pesquisas em ensino de Astronomia no Brasil: um olhar sob a perspectiva histórica 50
CAPÍTULO 4: IDENTIFICANDO A ASTRONOMIA NOS LIVROS DE COSMOGRAFIA 58
4.1. Metodologia de Pesquisa: A Análise de Conteúdo 58
4.2. Escolha dos materiais de análise 61
4.3. Sobre os autores e os livros didáticos de Cosmografia analisados 63
4.3.1. Henrique Martins 63
4.3.2. François Tisserand e Henri Andoyer 64
4.3.3. F.I.C. (Tradução Raja Gabaglia) 65
4.3.4. Coelho Lisboa e Etienne Brasil 66
4.3.5. Ezequiel de Moraes Leme 67
4.3.6. F.T.D. 68
4.3.7. Affonso Guerreiro Lima 69
4.3.8. Mario Vasconcellos da Veiga Cabral 69
4.3.9. Schrader 70
4.4. Estudo dos conteúdos de Astronomia dos livros 70

4.4.1. Primeira fase: identificação dos conteúdos da Astronomia nos livros ...71
4.4.2. Segunda Fase: caracterização dos conteúdos da Astronomia identificados 79
4.4.2.1. Primeira categoria: Os conteúdos relativos a observação da superfície da Terra 79
4.4.2.2. Segunda categoria: Os conteúdos relativos aos fenômenos cíclicos 89
4.4.2.3. Terceira categoria: Os conteúdos relativos ao Sistema Solar 104
4.4.2.4. Quarta categoria: Os conteúdos relativos à Terra 117
4.4.2.5. Quinta categoria: Os conteúdos relativos à Atração Gravitacional 120
4.4.2.6. Sexta categoria: Os conteúdos relativos ao Universo 124
4.4.2.7. Sétima categoria: Os conteúdos relativos à História e Cultura 131
CAPÍTULO 5: RESULTADOS GERAIS E ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS 135
REFERÊNCIAS 141
BIBLIOGRAFIA DOS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS 148
ANEXO: ÍNDICE DOS LIVROS ANALISADOS 149

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Espalhados pelo mundo todo, sítios megalíticos como os de Callanish, na Escócia, e o círculo de Stonehenge, na Inglaterra, que datam de 2500 a 1700 a.C., são a prova irrefutável de que o homem desde seus primórdios se preocupou em compreender o céu. A contemplação do céu e o seu entendimento foi, muito provavelmente, uma das primeiras atividades de caráter especulativo do homem.

Nenhuma outra Ciência tem estado, desde a antiguidade, tão ligada ao desenvolvimento do pensamento científico quanto a Astronomia, haja vista que as grandes revoluções científicas sempre convergiram para esta ciência. É para ela que o homem criou e aperfeiçoou os mais engenhosos modelos explicativos do Universo, como, por exemplo, o de Ptolomeu e o de Copérnico, ou ainda as hipóteses sobre a origem e evolução do Universo. Foi graças a ela que os marinheiros e os exploradores na época das navegações puderam determinar com precisão suas posições no globo terrestre; foi ela que nos forneceu os meios mais engenhosos de se medir o tempo; foi ela que nos revelou, pelo estudo dos espectros, os processos mais rigorosos da análise química; foi pela necessidade de se explicar a geração de luz e calor no Sol que surgiu o ramo da Física Nuclear e, consequentemente, abriu ao espírito humano os horizontes mais amplos sobre a constituição da matéria e suas transformações; foi a Astronomia que nos ensinou o verdadeiro lugar que ocupamos neste vasto cosmos e nos deu, ao mesmo tempo, uma concepção exata da nossa pequenez material e uma ideia da nossa grandeza e valor espiritual, capaz de construir e mandar sondas espaciais para investigar nossa vizinhança cósmica.

Desde minha infância, sempre me identifique muito com a Astronomia. Contemplar o céu em uma noite límpida e estrelada sempre foi algo de pura fascinação para mim. Não sei exatamente quando e como ocorreu meu primeiro contato com essa ciência. Entretanto, nas minhas memórias mais remotas, lembro-me de uma certa vez no jardim de infância de ter observado juntamente com meus amigos e a professora um eclipse solar. Talvez tenha sido esse fato que marcou minha adoração pelo céu.

No decorrer da minha vida escolar tive o privilégio de ter professores de Ciências e Física que, apesar de não versarem quase nada da ciência dos astros em sala de aula, sempre me incentivaram e me ajudaram na busca e no entendimento

dos conhecimentos básicos da Astronomia. Apesar deste incentivo dos professores, me questionava o porquê de eles não ensinarem nada dessa ciência em sala de aula. Por que encontrava livros maravilhosos sobre Astronomia na biblioteca, por exemplo, mas nada nos livros didáticos ou nas apostilas das disciplinas de Ciências. Por que tinha que aprender os elementos químicos da tabela periódica, as alavancas, os planos inclinados, a fotossíntese das plantas e uma centena de outros conteúdos, mas nenhum relacionado à Astronomia, como estrelas, fases da Lua, eclipses, Sistema Solar, galáxias e buracos negros, por exemplo.

Interessando-me pelo ensino de Astronomia, durante a minha graduação, passei a ler tudo o que estava relacionado com essa área de pesquisa e logo pude identificar os problemas atrelados ao seu ensino. Dentre os diversos problemas que pude identificar, chamou minha atenção, naquela ocasião, os problemas relativos à formação de professores. Por estar cursando licenciatura em Física e o curso não me oferecer nenhuma disciplina relacionada à Astronomia, decidi desenvolver o meu trabalho de conclusão de curso na linha de formação de professores para o ensino de Astronomia, aprofundando meus estudos nessa área.

Durante o processo de escrita do trabalho e diante das diversas inquietações que surgiam, como o porquê da Astronomia ser tão negligenciada pelos professores em sala de aula; o porquê dos livros de Ciências apresentarem pouquíssimos conteúdo de Astronomia e, muitas vezes, com erros conceituais; ou, ainda, o ensino dessa ciência em nosso país sempre foi negligenciado ou houve tempos em que ele era considerado importante; fui tomando consciência não apenas dos problemas atrelados ao ensino da Astronomia, mas, principalmente, de uma vasta e riquíssima área de pesquisa, a qual me impeliu a embarcar em uma nova e desafiadora jornada, agora no mestrado.

Dentre as minhas inquietações geradas durante a graduação, a presença de erros conceituais em livros didáticos me chamava a atenção, não pelos erros, mas pelo objeto de pesquisa “livro didático”. Assim, diante de um universo de possibilidades de pesquisa em ensino de Astronomia e pela sua importância na educação básica, escolhi o livro didático como objeto de pesquisa deste trabalho.

Embora sempre tenha considerado que o livro didático possui uma importância ímpar para o ensino de qualquer disciplina, no início pensava que este objeto de pesquisa se tratava simplesmente de um resumo cômodo dos temas de pesquisa

desenvolvidos ao longo da história da sua ciência de referência. Foi apenas depois de muitas conversas, leituras e de estudar disciplinas como “História do currículo e das disciplinas escolares e concepções de educação” e “Currículos e livros didáticos de Física” que comecei a compreender que este objeto de pesquisa vai muito além de um simples apanhado de conteúdos a serem desenvolvidos em sala de aula, ele guarda uma intima relação com a ciência a qual se refere.

No universo das pesquisas que tomam o livro didático como fonte de dados, chama a atenção aquelas que o utilizam para estudar a história de uma disciplina. A análise do livro didático ao longo do tempo, é capaz de fornecer informações tanto da história da disciplina a que se refere como dos aspectos da cultura escolar no período em que ele foi concebido.

Nessa perspectiva, o livro didático caracteriza-se como um artefato cultural que reflete a história das disciplinas em uma determinada época, isto é, uma vez que ele expõe elementos dos currículos das disciplinas a que se destina, ele torna-se uma fonte de estudos privilegiada da história das disciplinas (CHOPPIN, 2004; BITTENCOURT, 2008). Ao mesmo tempo, o livro didático é o resultado de intensas relações de poder entre diferentes concepções sociais, de modo a refletir a realidade cultural de uma determinada sociedade em uma determinada época (APPLE, 1997).

No caso do ensino de Astronomia em nosso país, um estudo histórico, a partir de livros didáticos de Ciências, possibilita uma análise crítica da evolução e da estruturação dos conteúdos astronômicos propostos a serem ensinados na educação básica ao longo do tempo. Nessa perspectiva, nossas inquietações resumiram-se nas seguintes questões: O ensino da Astronomia foi importante em algum período de nossa história? Em caso positivo, que Astronomia estaria sendo proposta a ser ensinada em livros didáticos do início do século XX no Brasil? Quais as características dos conteúdos de Astronomia presentes nesses livros? Qual a visão de Universo neles presentes?

Devido aos importantes exames de ingresso dos cursos superiores da Academia da Marinha e da Escola Militar, os quais envolviam conhecimentos da Astronomia, no início do século XX a importância atribuída ao ensino de Astronomia na educação básica era bastante diferente daquela atribuída atualmente. No período em que se situa esse trabalho, o ensino de Astronomia estava bem delimitado pelos programas curriculares da escola secundária brasileiras, de modo que conteúdos

como o Sol, a Lua, movimentos realizados pela Terra, estações do ano, Sistema Solar e constelações eram desenvolvidos por meio de uma disciplina específica, chamada de Cosmografia[1] (HOSOUME; LEITE; CARLO, 2010). Associado a esse fato, estão as publicações de livros didáticos específicos para o ensino de Astronomia (livros de Cosmografia), o que indica, de certa forma, a importância da disciplina.

Nesse contexto e buscando respostas as nossas inquietações, pautamo-nos nos três momentos de investigação a seguir, os quais consideramos que nos dão orientações para desenvolver este trabalho.

1. Levantamento da presença de conteúdos da Astronomia em livros didáticos do período em estudo.
2. Identificação de continuidades e tendências no desenvolvimento dos conteúdos da Astronomia no início do século XX.
3. Investigação e compreensão das principais características dos conteúdos da Astronomia presentes nos livros didáticos do início do século XX.

O período da nossa pesquisa, que compreende desde meados da Primeira República (1889 – 1930) até meados da instauração do Estado Novo (1937 – 1945), caracterizou-se como sendo um período de consolidação e de redefinição da educação secundária brasileira, devido, sobretudo, a ampliação do pensamento liberal no Brasil, caracterizado na educação com o ideário da Escola Nova[2], tendo como ponto alto a publicação do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova em 1932 (GHIRALDELLI JUNIOR, 2008; MATE, 2002).

Na base do nosso estudo está o entendimento de que o livro didático não é apenas um apanhado de conteúdos a serem ensinados, mas que ele é um objeto social e histórico, sujeito a mudanças e flutuações resultantes de atividades políticas, econômicas e culturais de uma determinada sociedade em uma determinada época (APPLE, 1997; GOODSON, 2011).

---

[1] Historicamente, essa disciplina caracterizou-se, no ensino secundário brasileiro de 1851 a 1950, como um estudo associado ao Ensino de Astronomia (SOBREIRA, 2005).

[2] Chamada, também, de “escola ativa” e/ou “escola do trabalho”, a Escola nova, surgida em meados do século XIX na Europa, propunha uma nova relação entre a escolarização, a sociedade e o mundo do trabalho. “Na concepção dos escola-novistas, mudar o ser humano significava dotá-lo de condições para o desenvolvimento de suas potencialidades e habilidades, sendo a escola o lugar primordial de favorecimento da formação do novo homem” (VEIGA, 2007, p. 272).

Trabalhamos com a hipótese de que o livro didático é uma fonte de estudos privilegiada da história das disciplinas, de modo que este objeto torna-se “um depositário dos diversos conteúdos educacionais, suporte privilegiado para recuperar os conhecimentos e técnicas consideradas fundamentais por uma sociedade em determinada época” (BITTENCOURT, 2008, p.14).

Nessa perspectiva, tendo como referência a presença da disciplina de Cosmografia nos currículos do início do século XX, selecionamos vários livros didáticos do período e efetuamos uma análise da evolução temporal e da estruturação dos conteúdos de Astronomia neles presentes.

A organização dos capítulos deste trabalho está estruturada de modo que no Capítulo 2 apresentamos uma evolução histórica do ensino de Astronomia no Brasil a partir dos currículos do Colégio Pedro II. Utilizando os trabalhos de Vechia e Lorenz (1998), de Hosoume, Leite e Carlo (2010) e de Lorenz (2010), realizamos uma análise da disciplina de Cosmografia nos programas curriculares do referido colégio no período de 1850 a 1951. Conseguimos identificar diversas informações na análise dos programas, como os conteúdos propostos a serem ensinados nessa disciplina e os livros didáticos de Cosmografia sugeridos para o seu desenvolvimento.

O Capítulo 3 é dedicado ao livro didático como fonte de pesquisa da história das disciplinas. Apresentamos, primeiramente, de forma breve os principais aspectos desse campo de pesquisa e, em seguida, realizamos uma discussão sobre as várias dimensões de significados que podem ser atribuídas ao livro didático, caracterizando-o segundo as principais funções identificadas por CHOPPIN (2004). Finalizando o capítulo, com o intuito de situarmos a nossa pesquisa dentro das já existentes, realizamos um levantamento bibliográfico de trabalhos (teses, dissertações e artigos de revistas e eventos científicos) que consideram o livro didático como objeto de pesquisa.

Estruturado em quatro parte, o Capítulo 4 traz a identificação dos conteúdos da Astronomia nos livros didáticos de Cosmografia do início do século XX. Na primeira parte, tratamos da metodologia de pesquisa adotada na caracterização dos conteúdos nos livros. A segunda parte, refere-se ao processo de levantamento e escolha dos livros didáticos de Cosmografia analisados. Na terceira parte desse capítulo, apresentamos informações gerais sobre os livros selecionados para análise, tais como formação dos autores, estabelecimentos de ensino que atuaram os autores, ano de

publicação da primeira edição, editora, local de publicação e finalidades da publicação. Por fim, estruturada em duas etapas, na quarta e última parte, apresentamos os resultados da análise dos livros: na primeira etapa, são identificados os conteúdos de Astronomia nos livros ao longo do tempo. Na segunda etapa, caracterizamos os conteúdos identificados, utilizando para suas explicitações excertos extraídos dos livros analisados.

No quinto e último Capítulo, são encaminhadas as conclusões e as reflexões dos resultados obtidos, além, ainda, de questionamentos sobre possíveis continuidades desta pesquisa.

CAPÍTULO 2: A COSMOGRAFIA E OS PRIMÓRDIOS DO ENSINO DA ASTRONOMIA NO BRASIL

2.1. O ensino da Astronomia no Brasil: Do descobrimento ao Império

A história do ensino da Astronomia no Brasil-Colônia inicia-se com a vinda dos jesuítas e da Companhia de Jesus, sobretudo, a partir da "escola de ler e escrever" que fundaram na Bahia em 1549 e mais tarde com o desenvolvimento de seu ensino, criando os "colégios", onde a Astronomia, embora não fizesse parte do currículo, era ensinada no país por alguns professores versados nessa área (LEITE et al, 2013; BRETONES, 1999). Apesar de existirem pouquíssimos trabalhos sobre a atuação dos jesuítas no ensino de conteúdos da Astronomia no Brasil colônia, Leite et al (2013) argumentam que, naquela época, os conteúdos da Astronomia ensinados pelos jesuítas resumiam-se, essencialmente, aos de "Astronomia de Posição, baseados no sistema ptolomaico, abordando orientações e coordenadas celestes com finalidade de determinação cartográfica e navegação pelo uso de instrumentos" (LEITE et al, 2013, p. 547).

É importante salientar que, embora a Astronomia fizesse parte do ensino jesuítico, a ênfase de seus estudos era do ensino de humanidades, excessivamente literário e retórico, no qual nota-se, por meio da análise do "Ratio Studiorum"[3], um sinal de educação científica nas aulas de meteorologia, conforme aponta Almeida Junior (1980).

> Durante os meses de verão, na última hora da tarde, um extraordinário professor observava e descrevia a geografia física do céu para seus alunos que faziam mapas e previsões de movimentos estelares ... Não obstante, embora estranhos à metodologia científica, os jesuítas nas suas aulas de astronomia ao ar livre, à tardinha, intuitivamente ensaiavam modéstia ciência, mas bem mais ciência (no sentido experimental) do que os muitos professores ulteriores que não se desligam do giz e do quadro-negro. (ALMEIDA JUNIOR, 1980, p. 46 - 47)

Ainda segundo Almeida Junior (1980), o sistema de ensino dos jesuítas, que durou por mais de duzentos anos, estava integrado com a política colonizadora da metrópole. Assim, a partir do momento em que o ensino jesuítico começou a agir de

---

[3] Conjunto de normas criado para regulamentar o ensino nos colégios jesuíticos. Sua primeira edição, de 1599, além de sustentar a educação jesuítica ganhou status de norma para toda a Companhia de Jesus. Tinha por finalidade ordenar as atividades, funções e os métodos de avaliação nas escolas jesuíticas. Não estava explícito no texto o desejo de que ela se tornasse um método inovador que influenciasse a educação moderna, mesmo assim, foi ponte entre o ensino medieval e o moderno. (**FONTE**: http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/glossario/verb_c_ratio_studiorum.htm#_ftnref1 – acesso em 11/08/2015)

forma independente em relação a tal política, os jesuítas foram expulsos de Portugal e de suas colônias.

Com a expulsão dos jesuítas em 1759 pelo marquês de Pombal[4], o crescente sistema de ensino jesuítico foi desmantelado, reduzindo o ensino às aulas régias, que consistiam em disciplinas autônomas em que o aluno se matriculava na que desejasse. Para Almeida Junior (1980),

> ...o Brasil sofreu a destruição de um crescente sistema educacional, sem que fosse substituído por outro e sem que essa perda fosse acompanhada de medidas imediatas a fim de atenuar os seus efeitos ... o ensino ficou reduzido às aulas de disciplinas isoladas (aulas régias de gramática, grego, retórica), sem uma sistematização de prosseguimentos e ainda enfraquecendo-se no plano superior. (ALMEIDA JUNIOR, 1980, p. 48)

As aulas régias, instituídas pelas Reformas Pombalinas (1759 e 1772), vigoraram no Brasil até meados do século XIX, de modo que, neste período, não há muitas referências sobre o ensino de Ciências em nosso país, tão pouco sobre o ensino da Astronomia.

Foi somente com a vinda da Família Real para o Brasil em 1808 e, consequentemente, com a necessidade de aparelhar a Colônia para consolidar a Corte Portuguesa, que algumas medidas foram tomadas. Dentre elas, “a fundação da imprensa régia, a criação de espaços culturais e de aulas de estudos superiores, e a nomeação de professores para as diversas cadeiras (latim, grego, geometria, inglês e Francês) e primeiras letras”[5] (VEIGA, 2007, p. 140).

Com o início do Império, a estrutura do ensino no Brasil começou a adquirir formas semelhantes às que temos atualmente, passando a ser composto por três níveis: o primário, considerado a escola de “ler e escrever”; o secundário, que seguiu o modelo das aulas-régias (mas com uma divisão de disciplinas); e o ensino superior, que consistia nos cursos de Direito (que podiam ser cursados em São Paulo e Olinda), de Medicina (que eram cursados na Bahia e no Rio de Janeiro), de Engenharia

---

[4] Sebastião José de Carvalho e Melo, 1699 – 1782.

[5] “Importante também foi a implantação de espaços culturais, entre eles uma livraria criada em 1810 (transformada na Real Biblioteca Pública em 1914), o Teatro Real de São João (1813) e o Museu Real (1818). No campo dos estudos superiores destaca-se a criação de academias e aulas, principalmente no Rio de Janeiro: Academia Real da Marinha (1809), Aula de Economia Política (1808), Escola de Anatomia e Cirurgia (1808), Aula de Comércio (1809), Academia Real Militar (1810) e Aula de Botânica (1812)” (VEIGA, 2007, p 141). Também foram criadas aulas e escolas na Bahia e em Pernambuco, como, por exemplo, o Seminário de Olinda em Pernambuco e a Escola de Cirurgia na Bahia (ALMEIDA JUNIOR, 1980).

(existente apenas no Rio de Janeiro) e nos curso militares, existentes no Rio Grande do Sul, no Rio de Janeiro e em Fortaleza (GHIRALDELLI JUNIOR, 2008).

2.2. Ciências, Astronomia e os currículos do Colégio Pedro II

2.2.1. Os primeiros currículos

Logo após a proclamação da independência política do Brasil em 1822, tornou-se necessário elaborar um conjunto de leis que regessem o país e dessem diretrizes para criar uma estrutura político-administrativa independente da Metrópole. Com essa finalidade e inspirada em ideais franceses, em 1824, foi outorgada por D. Pedro I nossa primeira Constituição, a qual prenunciava uma nova orientação na política educacional do país, iniciando um processo para o desenvolvimento de um sistema nacional de educação.

Segundo Lorenz e Vechia (2009), no decorrer do Primeiro Reinado (1822 – 1831), a política brasileira vivenciou inúmeras crises e revoltas separatistas. No intuito de sanar os conflitos vividos pelo país na época, o texto da Constituição de 1824 foi alterado pelo Ato Adicional de 1834, o qual conferiu uma maior autonomia às Províncias e concedeu-as o direito de criar e o dever de manter o ensino primário e secundário. Desde então, cada Província ficou incumbida destes dois níveis de ensino. O governo central ficou encarregado de manter o ensino superior em todo o país e o ensino primário e secundário no Município da Corte.

O estado embrionário em que se encontrava o ensino secundário tanto nas Províncias quanto no Município da Corte durante o período Regencial (1831 – 1840), foi foco de debates por parte dos Ministros do Império e da Assembleia Legislativa. Assim, as discussões sobre o ensino secundário visaram, entre outros pontos, o processo de construção da nacionalidade brasileira e da unidade nacional, uma vez que essa modalidade de ensino era encarada como o principal meio de formação da elite dirigente do país (LORENZ; VECHIA, 2009).

Em consonância com este pensamento, em 1837 a Assembleia Legislativa aprovou o projeto apresentado por Bernardo Pereira de Vasconcelos, Ministro Interino do Império, que propunha a criação de uma instituição de ensino secundário mantida pelo Governo Central. Essa instituição, um internato instalado no antigo Seminário de São Joaquim na cidade do Rio de Janeiro, foi denominada de “Imperial *Collegio de Pedro Segundo*”, em homenagem ao jovem imperador do Brasil. Criado e organizado

de acordo com as ideias iluministas e liberais cunhadas na Europa Central, o Colégio foi concebido para educar a elite intelectual, econômica e religiosa do país, além de ser o centro receptor das ideias educacionais europeias, bem como o difusor das mesmas para as demais instituições de ensino secundário do país. Deste modo, o Colégio tornou-se a principal escola de ensino secundário do Brasil no século XIX e na primeira metade do século XX, servindo de modelo para as demais instituições de ensino da época. Nas palavras de Almeida Junior (1980, p. 52),

> A fundação em 2 de dezembro de 1837 do Colégio de Pedro II, um excelente estabelecimento de ensino secundário que servia de modelo para todas as escolas da corte, foi um marco esperançoso na História da Educação Brasileira.

Com a fundação do Colégio Pedro II[6], administrado pelo Governo Central, ocorre uma centralização e uma padronização do ensino secundário, uma vez que, por via indireta, o Governo Central daria as diretrizes desse nível de ensino em âmbito nacional. Somado a isso, a partir de 1855, o Colégio passou a realizar as bancas para admissão no ensino superior[7] de todo o país, o que lhe conferiu a influência desejável em todo o ensino secundário do país. Para Lorenz e Vechia (2009, p. 2), “esta seria uma forma de, por meio de uma formação homogênea da futura elite dirigente, garantir a unidade do Império”.

Como observa Souza (2008), estudos literários e científicos, incluindo os da Astronomia, fizeram parte do primeiro plano de estudos estabelecido para esse Colégio em 1838, de modo que,

> os alunos deveriam receber uma ampla formação geral, envolvendo o estudo do latim, grego, gramática nacional, francês, inglês, história, geografia, retórica, poética, filosofia e, ainda, matemática, mecânica, astronomia, história natural, ciências físicas, desenho e música vocal. (SOUZA, 2008, p. 95)

Se, de um lado, o primeiro plano de estudos do Colégio Pedro II era progressista por ter ampliado os estudos de Matemática e por introduzir os de Ciências, por outro lado, mostrou-se tradicional e clássico em sua orientação

---

[6] Fundado com o nome de “Imperial Colegio de Pedro Segundo”, o nome do referido colégio foi alterado diversas vezes ao longo das reformas de ensino empreitadas nessa instituição. Assim, neste trabalho adotaremos o atual nome – “Colégio Pedro II”. Fonte: http://www.cp2.g12.br/historia_cp2.html - acessado em julho de 2016.

[7] “Os poucos cursos superiores eram da alçada administrativa do governo central e até 1879 só podiam ser frequentados por homens. O Brasil tinha, à época, duas faculdades de direito, duas de medicina, uma de farmácia e duas de engenharia, além das academias militares e algumas aulas avulsas de estudos superiores” (VEIGA, 2007, p. 188).

pedagógica, uma vez que, segundo Lorenz (2010, p. 32), 62% da sua carga horária total era atribuída às Humanidades, 11% aos Estudos Sociais, 12% às Matemáticas e 8% as Ciências.

Embora as Ciências representassem a menor parte da carga horária total do currículo, sua inclusão representou um momento singular na história do ensino secundário brasileiro, pois, no período anterior ao estabelecimento do Colégio Pedro II, as disciplinas de Humanidades eram exaltadas e as de Ciências ignoradas. Como aponta Fernando de Azevedo, o currículo do Colégio assinalou “uma grande concessão aos estudos científicos” a nível secundário (AZEVEDO, 1955, p. 571).

Considerando-se que a sociedade brasileira era dirigida por uma aristocracia escravocrata, a fundação do Colégio Pedro II visava à formação da juventude proveniente desta elite. Deste modo, seu plano de estudos tinha por finalidades formar o aluno para o ingresso nos cursos superiores, pois a Corte almejava cultivar pessoas que a dignificassem entre as nações ilustres.

Essa orientação pedagógica essencialmente propedêutica do Colégio, com claras vistas ao ensino humanístico, universalista e enciclopédico, marcou de forma decisiva o ensino secundário durante todo o Império e início da República.

Os conflitos entre estudos literários e científicos que ocorreram em países ocidentais durante o século XIX, e parte do século XX, marcaram não só os projetos para a escola secundária, mas também, “a forma de se conceber o mundo e a relação dos homens com o saber” (SOUZA, 2008, p. 95).

Assim, a cultura literária caracterizava-se por uma educação humanista desinteressada que valorizava a erudição, a polidez linguística, a elegância e a sensibilidade do homem. Já a cultura científica apresentava-se como a contrapartida da cultura literária, pois sustentava sua base em princípios como a razão, a objetividade, a dedução, a lógica, a experimentação e a observação empírica.

Deste modo, tendo como referência o entendimento de que a cultura, bem como a educação e o currículo, é o resultado de um processo constituído de conflitos e disputas entre diferentes tradições e concepções sociais (GOODSON, 2011), tal embate entre cultura literária e científica, segundo Souza (2008), esteve presente nos diversos planos de estudos do Colégio Pedro II durante os séculos XIX e XX.

Logo no início das atividades no Colégio Pedro II em 1838, percebeu-se que o mesmo não dispunha de materiais didáticos básicos, o que levou as autoridades autorizarem a adoção de livros didáticos franceses, alguns dos quais foram traduzidos para o português. Esta medida foi fulcral na definição dos conteúdos que deveriam ser ensinados, pois os conteúdos das disciplinas, muitas vezes, eram semelhantes e até idênticos aos dos livros didáticos adotados (LORENZ, 2010).

Naquele Colégio em 1840, criou-se a cadeira de ensino de Cosmografia como uma disciplina de características matemáticas (SOBREIRA, 2005), a qual era ministrada a partir do quarto ano (LANGHI; NARDI, 2009). No decorrer dos anos, a Cosmografia caracterizou-se como um estudo associado ao ensino da Astronomia, onde seu conteúdo era o da Geometria Riemanniana[8] ou esférica aplicada à Astronomia de Posição ou Astrometria. A finalidade do ensino da Astronomia na escola secundária naquela época era a de preparar para os exames de ingresso nos cursos da Academia da Marinha e da Escolar Militar, os quais envolviam conhecimentos da Astronomia (SOBREIRA, 2005).

Nos anos que se sucederam ao longo do Império, oito reformas de ensino foram empreitadas no intuito de imprimir uma maior organicidade ao ensino secundário brasileiro, principalmente, no que tange a questão dos dilemas entre estudos literários e científicos. Contudo, as estruturações curriculares propostas para o ensino secundário nas reformas ocorridas nesse período, sem dúvida, atenderam ao,

> objetivo de formação da elite nos moldes europeus, com um caráter informativo e enciclopédico, procurando incorporar os conhecimentos científicos [...], não como uma nova forma de compreender o mundo, mas sim com o objetivo de enriquecer a erudição da intelectualidade (ZOTTI, 2005, p. 40)

Vale frisar, que algumas reformas conquistaram certos avanços no campo educacional, como, por exemplo, a reforma Couto Ferraz, de 17 de fevereiro de 1854, que, dentre outras providencias:

> criou a Inspetoria Geral da Instrução Primária e Secundária do Município da Corte, órgão ligado ao Ministério do império e destinado a fiscalizar e orientar o ensino público e particular dos níveis primário e médio na Capital do Império, estabeleceu normas para o exercício da liberdade de ensino, previu um sistema de preparação do professor primário, reformou os estudos do

[8] A geometria Riemanniana é uma geometria não Euclidiana de espaços de curvatura constante positiva. A propriedade essencial desse espaço tridimensional é que seu volume é finito de modo que se um ponto se move sobre ela na mesma direção ele pode certamente retornar ao ponto de partida. Em vez das linhas retas da geometria Euclidiana na geometria esférica Riemanniana temos geodésicas, ou seja, os arcos dos grandes círculos que podem ser traçados sobre a esfera.

> colégio Pedro II e criou na Corte os Exames Gerais de Preparatórios (HAIDAR, 2008, p. 110)

Era de responsabilidade da Inspetoria Geral da Instrução Pública Primária e Secundária, também, a aprovação dos livros didáticos que deveriam ser usados nas escolas primárias e secundárias públicas do Município da Corte. Assim, a partir de 1856, os livros didáticos aprovados pelo governo foram incluídos nos programas de ensino do Colégio Pedro II[9].

Ao longo dos anos, os programas de ensino do Colégio Pedro II eram tomados como padrão para os projetos políticos veiculados pelas reformas de ensino, de modo que "os colégios públicos e particulares que desejassem ter os privilégios do Colégio Pedro II, deveriam adotar currículos e programas iguais ou semelhantes ao do mesmo" (VECHIA; LORENZ, 1998, p. viii).

Durante o período imperial, o ensino de Ciências no Colégio Pedro II foi representado no currículo por sete disciplinas de História Natural e de Ciências Físicas: Zoologia, Botânica, Mineralogia, Geologia, Química, Física e Cosmografia que, embora estivesse associada a Geografia, apresentava um grande número de conceitos de Astronomia.

Segundo Lorenz (2010), no que diz respeito aos livros didáticos de ciências adotados no Colégio ao longo do império, observa-se que estes foram essencialmente franceses, os quais costumavam apresentar, de forma enciclopédica, os conhecimentos científicos mais atualizados das diversas áreas científicas. Por meio desses livros didáticos franceses, o currículo do Colégio Pedro II fundamentou-se na tradição francesa, situação que perdurou todo o Império e início da República.

Vale salientar que, durante o período imperial, os professores de todas as disciplinas, incluindo as de Ciências, foram incumbidos de elaborar livros didáticos baseados nas lições ministradas em sala de aula. Entretanto, devido à falta de interesse dos alunos pelos estudos científicos, esta política para a elaboração de livros didáticos no Colégio teve pouco impacto sobre os professores de Ciências. As únicas obras de Ciências editadas por docentes do Colégio nesse período foram: *Quadros synopticos do reino animal* (1858) de Emilio Joaquim Silva Maia, *Lições elementares*

---

[9] O programa de estudos para cada disciplina, com a lista aprovada de livros didáticos, é apresentado para cada uma das reformas educacionais do império por Ariclê Vechia e Karl Michael Lorenz, no trabalho "Programa de Ensino da Escola Secundária Brasileira 1850 -1951".

de physica (1856) de Saturnino Soares de Meirelles e *Elementos de geographia moderna e cosmographia* (1869) de Pedro José de Abreu (LORENZ, 2010, p. 48).

É importante notar que, no caso da Cosmografia, outros autores brasileiros publicaram obras importantes nesse período. Como exemplos, Zepherino Candido, diretor do Colégio São Pedro de Alcântara, elaborou, dentre outros livros didáticos, a obra "Tratado de Cosmographia" (ALMEIDA, 1989, p. 171); e Alfredo Moreira Pinto, professor da Escola Militar, publicou entre as décadas de 1870 e 1880, uma obra intitulada "Pontos de geographia e cosmographia" (ALMEIDA, 1989, p. 163). Também, nas províncias, há relatos dos "Elementos de geographia e cosmographia offerecidos a mocidade alagoana" de T. B. Espinola (LORENZ, 2010, p. 314).

Esse interesse pela Cosmografia no período imperial, verificado não apenas na produção de livros didáticos dessa disciplina, mas, também, no número de estudantes que cursaram a disciplina[10], pode ser compreendido com base nos cursos militares da época, os quais envolviam os conhecimentos da Astronomia aplicáveis à demarcação dos limites territoriais (Escola Militar) e as observações astronômicas aplicadas à navegação (Academia da Marinha). Segundo Almeida (1989), nos cursos militares desse período, disciplinas científicas como a Astronomia eram ministradas com a finalidade de preparação para as disciplinas de caráter militar. Assim, conhecimentos básicos da Astronomia, tratados na disciplina de Cosmografia, eram incorporados nos exames de ingresso em cursos como o da Academia da Marinha e o da Escola Militar. Devido a esse fato, essa disciplina foi muito enfatizada no ensino secundário da época, tanto como uma área de estudos dentro da geografia quanto como uma disciplina autônoma.

Deste modo, a disciplina de Cosmografia figurou em todos os programas de ensino do Colégio Pedro II, excetuando os de 1856 e 1858. No que tange os livros didáticos de Cosmografia utilizados no Colégio dessa época, devido à falta de informações na literatura, a única obra que se tem notícia é a "*Elementos de geographia moderna e cosmographia*" de Pedro José de Abreu, professor do Colégio Pedro II e regente da cadeira de geografia (LORENZ, 2010).

---

[10] Entre as décadas de 1860 e 1870, de todas as disciplinas de Ciências a Cosmografia foi a mais estudada nas escolas brasileiras. Estima-se que, nesse período, 175 estudantes cursaram essa disciplina no Colégio Pedro II, enquanto 2645 alunos e 1110 alunas fizeram o mesmo nas escolas particulares (LORENZ, 2010, p. 313).

2.2.2. Os currículos do final do século XIX

Ao final do século XIX, a modernização do ensino era aspecto central na discussão para atender as novas necessidades que se apresentavam frente às transformações que estavam ocorrendo no país: políticas, com a instauração do regime republicano em 1889; sociais, com o crescimento da população; econômicas, com a ampliação da industrialização no país; e culturais, com a valorização da ciência e o desenvolvimento de novas técnicas.

O final do século dezenove foi marcado pela difusão de ideias educacionais e científicas vinda do exterior, as quais foram aplicadas pelos cientistas brasileiros na resolução dos problemas políticos, econômicos e sociais vividos pelo país nessa época. No campo educacional, destaca-se o sistema de filosofia de Auguste Comte (1798 – 1857), criador e proponente principal do “Positivismo” na França. O sistema de pensamento desenvolvido por Comte tem uma clara orientação realista com tendência construtivista. Para Comte, as instituições intelectuais, morais e políticas da sociedade deveriam ser organizadas com base no conhecimento científico e no controle das forças da Natureza. Nessa tônica, as Ciências e a Matemática têm papeis fulcrais na aquisição do conhecimento empírico dos fenômenos naturais (LORENZ; VECHIA, 2011)

A doutrina positivista começou a ser difundida no Brasil por volta da década de 1840, entretanto foi na década de 1870 que teve maior influência no ensino secundário e superior. Com a proclamação da República em 1889, deu-se início, no Colégio Pedro II, a uma série de reformas[11] educacionais calcadas no Positivismo de Comte, as quais procuraram incorporar os debates educacionais e pedagógicos, iniciados desde 1870, principalmente os da Escola Nova, buscando a reestruturação do ensino secundário e a instituição de um moderno ensino. Esse fato caracterizou os primeiros anos da República como os mais notáveis no que diz respeito ao ensino secundário de Ciências no Brasil (LORENZ, 2010; SOUZA, 2008).

Contudo, os dilemas entre formação humana com base na literatura clássica e formação humana com base na ciência fizeram, significativamente, parte de um

[11] As reformas empreendidas nesse período foram: a de Benjamin Constant, em 1890; a de Fernando Lobo, em 1892; a de Alexandre Cassiano do Nascimento, em 1894; a de Amaro Cavalcanti, em 1898; a de Epitácio Pessoa, em 1901; a de Rivadávia Corrêa, em 1911; a de Carlos Maximiano, em 1915; e a última, foi a de Rocha Vaz, em 1925.

campo de disputas no qual esteve em jogo a estruturação do ensino secundário durante a primeira república.

A primeira reforma de ensino empreendida no período republicano foi a proposta pelo, então, ministro da Instrução Pública e dos Correios e Telégrafos, Benjamin Constant, em 1890. Constant buscou ampliar a formação científica na educação secundária acrescentando matérias científicas às tradicionais, diminuindo, assim, a ênfase dada aos estudos de Humanidades e, concomitantemente, aumentando a ênfase dada às outras áreas, especialmente a de Ciências. O plano de ensino proposto por Constant, reorganizou as disciplinas de acordo com a ordem hierárquica do conhecimento humano estabelecida por Auguste Comte, “que começa com a Matemática, passa pelas Ciências e termina com o estudo do Homem” (LORENZ, 2010, p. 41). O Quadro a seguir mostra o rol de disciplinas e suas respectivas cargas horárias para cada série, de acordo com o plano de estudos da reforma Benjamin Constant.

Quadro 1: Plano de estudos do Colégio Pedro II de 1890.

DISCIPLINAS	***SÉRIES/CARGA HORÁRIA***						
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
Arithmética e Álgebra	6						
Portuguêz	3	3	1	1	1		
Francêz	3	3	2	1	1	1	1
Latim	3	3	2	1	1	1	1
Geographia Física e Noções de Astronomia	3						
Desenho	2	2	2	2	2	1	
Gymnastica	2	2	2	2	2	1	1
Musica	2	2	2	2	2		
Geometria Preliminar, Trigonometria e Geometria Especial		6					
Geographia Politica, Economica do Brasil e Astronomia		3					
Geometria Geral e seu complemento algébrico; calculo diferencial e integral			6				
Geometria Descriptiva			3				
Inglês ou Allemão			3	3	3	1	1
Mecanica e Astronomia				6	1	1	1
Grego				3	3	1	1
Calculo e Geometria				2	1	1	1
Física Geral e Química Geral					6	1	1
Biologia						6	1
Meteorologia, Mineralogia e Geologia						3	1
História Universal						5	1
Sociologia e Moral, Direito Patrio, Economia Politica							6
História do Brasil							3
História da Litteratura Nacional							3
Geographia							1

FONTE: Lorenz e Vechia 2011, p. 138.

A reforma de Benjamin Constant entrou em vigor em 1891, e o plano de estudos adotado, apesar de ser considerado um dos mais inovadores, foi um dos mais severamente criticados do ensino secundário brasileiro. Por seu caráter excessivamente enciclopédico, a reforma buscava o rompimento com a tradição humanística que predominava no ensino secundário durante o Império, resultando numa redução significativa da ênfase dada ao ensino de Humanidades e, consequentemente, um aumento na ênfase dada as outras áreas, especialmente a de Ciências. Segundo Lorenz e Vechia (2011).

> a carga horária relativa às Humanidades passou de 41% [no Império] para 36%, enquanto a atribuída à área de Ciências aumentou de 7% para 18%. Houve também um aumento da carga horária de Matemática de 7% para 15% do total (LORENZ; VECHIA, 2011, p. 137).

Embora o currículo de Constant tenha sido severamente criticado, as duas reformas de ensino que a sucederam, a de Fernando Lobo (1892) e a de Cassiano (1894), preservaram a orientação positivista da reforma de Constant. Na realidade, os currículos de 1892 e 1894 foram tentativas de acomodação do currículo anterior.

O currículo de 1892 de Fernando Lobo Leite Pereira (1851 – 1918) preservou quase todas as disciplinas do currículo anterior, entretanto, a redistribuição da carga horária, prevista pela reforma, reverteu a orientação científica do plano de Constant, diminuindo o total de horas destinado as Ciências. Com respeito aos livros didáticos de Ciências adotados tanto na reforma de Constant quanto na de Fernando Lobo, não houve significativas mudanças, sendo que para a disciplina de Cosmografia foi novamente adotada a obra de Pedro Jose de Abreu, indicada nos programas desde 1869 (LORENZ, 2010).

Os impasses entre formação clássica humanística e formação moderna científica e as incertezas dos primeiros anos da República influenciaram os debates sobre a natureza e a função do ensino secundário no país. Consequentemente, em 1894, foi aprovado pelo Ministro Interino da Justiça, Alexandre Cassiano do Nascimento (1856 – 1912), um novo currículo para o ensino secundário. Esta reforma, novamente, rompeu com o pensamento conservador e propôs um plano de estudos semelhante ao estabelecido por Constant (Quadro 2).

Quadro 2: Plano de estudos do Colégio Pedro II de 1894.

DISCIPLINAS	***SÉRIES/CARGA HORÁRIA***						
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
Arithmética	6						
Portuguêz	6	5	3	1	1		
Francêz	3	3	3	1	1	1	1
Geographia	3	3		1	1	1	0,5
Desenho	2	2	2	2	2	1	2
Musica	2	1	1	1			
Gymnástica	2	2	2	1	1		
Algebra Elementar e Arithmética		3					
Latim		5	4	3	1		
Geometria e Trigonometria			3				
Geographia do Brasil e Cosmographia			2				
Inglêz			4	3	3	1	1
Geometria Geral, Calculo e Geometria Descriptiva				3		1	1,5
Allemão				4	4	3	1
História Universal				3	3	1	0,5
Mecanica e Astronomia					3	1	1,5
Grego					3	3	3
Mathemática (Revisão)					1		
Physica e Chímica						4	1
História do Brasil						3	3
Zoologia e Botânica						3	
Biologia							4
Noções de Economia e Direito Patrio							4
História da Litteratura Nacional							3
Mineralogia, Geologia e Meteorologia							3
Sociologia e Moral							3

FONTE: Lorenz e Vechia 2011, p. 138.

Embora a reforma de 1894 retomasse os princípios da reforma de Constant, o número, tipo e carga horária das disciplinas sofreram modificações conforme o Quadro 2. Nesta reforma evidenciou-se, também, novidades em relação aos livros didáticos adotados. Assim, para o ensino de Astronomia foram adotas as obras *Traité philosophique d'astronomie populaire* de Auguste Comte e *Elementos de Cosmographia* da ordem francesa *Frères de l'Instruction Chrétienne* (F.I.C.) traduzida e adaptada por Eugênio de Barros Raja Gabaglia (LORENZ, 1995; LORENZ, 2010).

Em 30 de março de 1898, foi proposta uma nova reforma do ensino secundário pelo, então, ministro da Justiça e Negócios Interiores, Amaro Cavalcanti. Essa reforma dividiu o ensino em dois cursos paralelos com planos diferenciados. O Primeiro, chamado Curso Clássico, com duração de sete anos, concedia o título de Bacharel em Ciências e Letras. A maioria das disciplinas que se faziam presentes nos currículos de 1892 e 1894 foram mantidas, de modo que, na área de Ciências, foram conservadas a oferta e o número de horas-aula, anteriormente atribuídas às

disciplinas, porém com nova distribuição nas séries (LORENZ, 2010; LORENZ; VECHIA, 2011).

O segundo curso, denominado de Realista, com duração de seis anos, tinha por finalidades preparar os alunos, em menor tempo, para ingressar nos cursos superiores que não exigiam Exame de Madureza em Latim. Consequentemente, o seu plano de estudo previa uma redução nas disciplinas de Humanidades e mantinha as disciplinas científicas ofertadas no Curso Clássico (LORENZ, 2010; LORENZ, VECHIA, 2011, p. 141).

A reforma de Cavalcanti, com sua proposta de um curso propedêutico, vigorou apenas por um ano, sendo substituída, em 1899, pela de Epitácio Pessoa. A reforma de Epitácio Pessoa aboliu a ideia da divisão do ensino secundário em dois cursos e retomou a ideia de um curso único. A reforma, também, reduziu a duração do ensino secundário de sete para seis anos, condensou as disciplinas e limitou a diversidade de conteúdos, conforme o Quadro a seguir.

Quadro 3: Plano de estudos para o Colégio Pedro II, segundo a reforma Epitácio Pessoa de 1899.

DISCIPLINAS	***SÉRIES E HORAS SEMANAIS***						
	1ª	**2ª**	**3ª**	**4ª**	**5ª**	**6ª**	**7ª**
Arithmética	4						
Geographia	3	3	1			1	
Portuguêz	3	3	2	2			
Francêz	4	3	2	1		1	
Desenho	3	3	2	2	1	1	
Algebra e Arithmética		3					
Inglêz		3	3	2	1	1	
Geometria			3				
Álgebra			2				
Allemão			3	3	3	1	
Latim			3	3	3	1	
Geometria, Trigonometria e Álgebra				3			
Grego				3	3	2	
História				3	3		
Mecanica e Astronomia					3		
Physica e Chímica					5	1	
Litteratura					2	2	
Mathemática						2	
História do Brasil						3	
História Natural						5	
Lógica						1	

FONTE: Lorenz e Vechia 2011, p. 142.

Com todas essas mudanças, a reforma de Epitácio Pessoa desvinculou-se das diretrizes estabelecidas por Constant e conservou a orientação humanística que

caracterizou a maioria dos planos de estudos do século XIX, permanecendo em vigor até a reforma de 1911. No que tange os livros didáticos adotados nessas duas últimas reformas do século XIX, constata-se uma nova geração de livros didáticos de Ciências, de modo que, para o ensino de Astronomia foram adotados três livros diferentes: a obra brasileira *Elementos de Cosmographia* de Henrique Martins*; Elementos de Cosmographia* da ordem francesa *Frères de l'Instruction Chrétienne* (F.I.C.); e a obra francesa *Leçons de cosmographie* de François Tisserand e Henri Andoyer (VECHIA E LORENZ, 1998; LORENZ 2010).

2.2.3. Os currículos do início do século XX

Entre os anos de 1898 e 1915 foram realizadas reformas de ensino que mudaram significativamente o currículo do ensino secundário. A primeira, como discutido anteriormente, foi proposta por Epitácio Pessoa, o qual, em 1899, alterou o currículo tornando-o mais tradicional em termos de organização e mais restritivo na oferta de disciplinas em comparação aos currículos anteriores. Mais tarde, em 1911, o Ministro da Justiça Rivadávia Corrêa, em sua reforma educacional, aderiu a esta tendência de condensar e restringir o número de disciplinas no currículo. Assim, as ciências e as demais áreas continuaram tendo sua oferta de disciplinas e carga horária reduzidas, conforme pdemos ver no Quadro abaixo. No caso da Astronomia, comparando-se os Quadros 3 e 4, é possível notar que a disciplina de Mecânica e Astronomia, que possuía uma carga horária de 3 horas semanais no currículo da reforma Epitácio Pessoa de 1899, desaparece por completo na reforma de Rivadávia Corrêa, relegando os seus conteúdos a outras disciplinas como a Geografia e a Física.

No que tange os livros didáticos, embora tenhamos localizado o programa de ensino desse período, não foi possível identificar os livros didáticos de Cosmografia adotados nessa reforma.

Quadro 4: Disciplinas e número de aulas semanais do curso secundário segundo a reforma de 1911.

Matérias	Séries e horas semanais					
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano
Português	3	2	3	3	-	-
Francês	3	3	3	-	-	-
Inglês	-	3	3	4	-	-
Alemão	-	3	3	4	-	-
Latim	-	-	-	-	5	5
Grego	-	-	-	-	3	3
Geografia	3	3	3	-	-	-

História Universal	-	-	-	-	4	4
Matemática	4	4	4	6	-	-
Física e Química	-	-	-	-	3	3
História Natural	-	-	-	-	3	3
Higiene	-	-	-	-	3	-
Desenho	3	3	3	3	-	-
Ginástica	3	3	3	3	-	-

Fonte: Vechia e Lorenz (1998).

Seguindo a tônica da reforma de Rivadávia Corrêa, em 1915, a redução do currículo secundário atingiu seu apogeu com a reforma Carlos Maximiliano. O número de séries passou de seis para cinco, o número de matérias na seriação diminui e a carga horária alocada aos estudos foi uma das mais baixas da história do ensino secundário brasileiro (SOUZA, 2008). Apesar dessa redução, é possível observar no Quadro 5 que, em conjunto da disciplina de Corografia do Brasil, a disciplina de Cosmografia é retomada no currículo de Maximiliano com 3 horas semanais no segundo ano. Entretanto, a disciplina de Geografia, que era responsável também pelo ensino de conteúdos da Astronomia, sofre uma redução de 6 horas semanais em comparação com a reforma Rivadávia Corrêa. O Quadro a seguir mostra as disciplinas por série e a respectiva carga horária designada.

Quadro 5: Disciplinas e número de aulas semanais do curso secundário segundo a reforma de 1915.

Matérias	**Séries e horas semanais**				
	1º ano	**2º ano**	**3º ano**	**4º ano**	**5º ano**
Português	3	3	3	-	-
Francês	3	3	3	-	-
Latim	3	3	3	-	-
Inglês ou Alemão	3	3	3	-	-
Aritmética	3	3	-	-	-
Álgebra	-	-	3	-	-
Geometria Plana	-	-	3	-	-
Geometria no Espaço	-	-	-	3	-
Trigonometria	-	-	-	3	-
Geografia Geral	3	-	-	-	-
Corografia do Brasil e noções de Cosmografia	-	3	-	-	-
História Universal	-	-	-	3	-
História do Brasil	-	-	-	-	3
Física e Química	-	-	-	3	3
História Natural	-	-	-	-	3

Fonte: Souza (2008, p. 106)

No contexto da reforma Carlos Maximiliano, observa-se uma nova geração de livros didáticos adotados, especialmente de autores nacionais. Assim, o currículo proposto nesta reforma previa para o ensino de Astronomia a obra *Elementos de*

Cosmografia da ordem francesa *Frères de l'Instruction Chrétienne* (tradução e adaptação por Eugênio de Barros Raja Gabaglia) e o livro *Cosmographia* de Coelho Lisboa e Etienne Brasil (LORENZ, 1995; VECHIA; LORENZ, 1998).

Em 1925, o Ministro da Justiça e Negócios Interiores, João Alves, institui novas mudanças para o sistema de ensino público da época que, coletivamente, foram conhecidas como reforma Rocha Vaz. Nesta reforma, que alterou de forma substancial o ensino secundário, houve uma reversão da tendência manifestada desde 1899 de diminuir a importância dos estudos científicos. O número de séries passou de cinco para seis, o número de matérias na seriação aumentou e a carga horária alocada para as disciplinas científicas foi uma das mais altas registradas em um currículo do ensino secundário, conforme o mostra o Quadro 6. No caso da disciplina de Cosmografia, esse fato é evidente quando comparamos os Quadros 5 e 6. Essa disciplina, que era compartilhada com a disciplina de Corografia do Brasil no currículo de 1915, passa a figurar no currículo de 1925 como uma disciplina independente, com 3 horas semanais no 5º ano. Esse aumento na carga hóraria das disciplinas científicas pode ser observado, também, em disciplinas como a Física e a Química, que passaram a atuar de forma independente com 6 horas semanais cada uma.

Quadro 6: Número de aulas semanais do curso secundário segundo a reforma de 1925.

Matérias	**Séries e horas semanais**					
	1º ano	**2º ano**	**3º ano**	**4º ano**	**5º ano**	**6º ano**
Português	3	3	3	3	3	-
Latim	-	3	3	3	3	-
Literatura brasileira	-	-	-	-	-	3
Literatura das línguas latinas	-	-	-	-	-	3
Francês	3	3	3	-	-	-
Inglês	3	3	3	-	-	-
Alemão (facultativo)	-	3	3	-	-	-
Italiano (facultativo)	-	-	-	3	-	-
Filosofia	-	-	-	-	3	-
História da Filosofia	-	-	-	-	-	3
Sociologia	-	-	-	-	-	3
Instrução Moral e Cívica	3	-	-	-	-	-
História Universal	-	3	3	-	-	-
História do Brasil	-	-	-	3	-	-
Geografia Geral	3	-	-	-	-	-
Geografia do Brasil	-	3	-	-	-	-
Corografia do Brasil	-	3	-	-	-	-
Cosmografia	-	-	-	-	3	-

Aritmética	3	3	-	-	-	-
Álgebra	-	-	3	-	-	-
Geometria e Trigonometria	-	-	-	3	-	-
Desenho	3	3	3	3	3	-
Física	-	-	-	3	3	-
Química	-	-	-	3	3	-
História Natural	-	-	-	3	3	-

Fonte: Souza (2008, p.111)

Fundamentando este ressurgimento dos estudos científicos, novos livros didáticos foram propostos que, em geral, deixaram de lado a influência francesa que foi manifestada nos programas de ensino das décadas anteriores (LORENZ, 1995).

O currículo do ensino secundário foi reestruturado mais uma vez antes da reforma de Francisco Campos em 1932. Em 1929, as modificações propostas resultaram em uma redistribuição das disciplinas de Ciências na seriação, com pequenas alterações na carga horária (SOUZA, 2008). A maioria dos livros didáticos sugeridos foram os mesmos adotados na reforma anterior.

Embora a hegemonia da cultura clássica nos currículos da escola secundária brasileira tenha sido contestada e redefinida durante a Primeira República, como observado na progressiva incorporação de disciplinas científicas nas propostas curriculares para o ensino secundário, seus fundamentos básicos permearam, significativamente, a estruturação da escola secundária nesse período, de modo que os estudantes secundaristas dessa época receberam uma formação mais literária do que científica.

A educação secundária com um viés propedêutico (voltada para a preparação ao curso superior) e restrita às elites, constituía, assim, uma educação com uma clara afeição pelo enciclopedismo. Segundo Souza:

> Tal apreço pelo enciclopedismo baseava-se numa peculiar compreensão sobre o que consistia uma “sólida cultura geral” correspondendo a uma síntese da tradição e da modernidade, a combinação entre cultura literária, conhecimentos científicos e os conteúdos de referência nacional. (SOUZA, 2008, p. 113)

Souza (2008) nos esclarece, ainda, que:

> Essa seleção cultural tão abrangente envolvendo as ciências, as letras e os conteúdos de referência nacional serviam para diferenciar e atender um público escolar especifico – “os varões das elites dirigentes, como dizia Dallabrida (2001), o seleto grupo social que utilizava a educação secundária como estratégia de reconversão do capital econômico em capital cultural. (SOUZA, 2008, p. 116)

Assim, durante toda a Primeira República, a persistência de um rígido e seletivo sistema de exames preparatórios nos ginásios e, consequentemente, a consolidação de uma cultura escolar pautada no enciclopedismo, explica a presença do ensino de Astronomia no ensino secundário da época.

> Os exames deveriam ser prestados perante quatro comissões de lentes das matérias das seguintes seções: a) 1ª seção: Português, Francês, Inglês, Alemão, Latim e Grego; b) 2ª seção: Aritmética, Álgebra, Geometria, Trigonometria, Mecânica e Astronomia; c) 3ª seção: Cosmografia, Geografia Geral, Corografia do Brasil, História Geral e História do Brasil; d) 4ª seção: Física, Química, História Natural, Antropologia, Psicologia e Lógica. (SOUZA, 2008, p. 119-120)

Ao final da Primeira República, década de 20 do século XX, novos tempos se prenunciavam. Com a industrialização e urbanização, emergia uma nova burguesia e um novo proletariado; novos estratos sociais emergentes passam a exigir um mínimo de escolarização e começam a ser feitas pressões sobre o sistema para a expansão da oferta de ensino.

O conflito das novas forças emergentes produz nos anos de 1920 diversos movimentos políticos e culturais. Abalando os alicerces da intelectualidade tradicional, a Semana de Arte Moderna de 1922 reuniu representantes da pintura, escultura, música, arquitetura e literatura, buscando a renovação dos valores artísticos nacionais, até então marcados excessivamente pela concepção europeia.

Com o desenvolvimento urbano e industrial e, consequentemente, a crescente necessidade de adequar a escola secundária à nova e moderna sociedade brasileira, os debates educacionais trouxeram para o centro das discussões questões como “a legitimidade dos estudos literários e científicos, as finalidades do ensino secundário, a seriação a ser estabelecida, o sentido de uma formação desinteressada ou especializada, a natureza dos exames e a extensão dos programas” (SOUZA, 2008, p. 131).

Neste período, torna-se forte a influência escolanovista, trazendo a esperança de democratização e de transformação da sociedade por meio da escola. Reagindo ao individualismo e academicismo da educação tradicional, propõe-se a renovação das técnicas e a exigência da escola única, obrigatória e gratuita (GHIRALDELLI JUNIOR, 2008; MATE, 2002). “O modelo escolanovista, que naqueles anos se tornava predominante no discurso pedagógico, favorecia cada vez mais um modelo uniformizador de educar” (MATE, 2002, p. 16).

Antes mesmo que o ideário escolanovista pudesse ser introduzido plenamente, diversos estados empreenderam reformas pedagógicas calcadas em propostas delineadas e defendidas por educadores partidários da Escola Nova, como por exemplo, Sampaio Dória (São Paulo, 1920), Lourenço Filho (Ceará, 1922), Anísio Teixeira (Bahia, 1925), Francisco Campos e Mário Casassanta (Minas Gerais, 1927), Fernando de Azevedo (Distrito Federal, 1927) e Carneiro Leão (Pernambuco, 1928) (MATE, 2002).

Deste modo, os anos 30 a 60 do século XX caracterizaram-se como sendo um período de consolidação e de redefinição da educação secundária brasileira, devido, sobretudo, a ampliação do pensamento liberal no Brasil, caracterizado na educação com o ideário escolanovista, tendo como ponto alto a publicação do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, em 1932 (GHIRALDELLI JUNIOR, 2008; MATE, 2002).

2.2.4. O Currículo da Reforma Francisco Campos

Durante o governo de Getúlio Dornelles Vargas (1930 a 1945), à luz de uma política de modernização do país, inúmeras transformações tanto no campo social quanto no econômico foram realizadas. No que diz respeito ao campo educacional, as duas reformas empreendidas (Reforma Francisco Campos de 1931 e Reforma Capanema de 1942) durante a era Vargas tiveram como metas a (re)estruturação, a organicidade, a racionalidade, a padronização, a expansão e a uniformização da educação brasileira (SOUZA, 2008)

Dentre os adeptos da escola nova, que na década de 20 do século XX tinham empreendido reformas de ensino, destaca-se Francisco Campos, autor da mesma reforma no Estado de Minas Gerais. Uma vez tornado ministro da educação, imprime essa tendência renovadora em diversos decretos de 1931 e 1932.

Implementada por meio de decretos, a reforma educacional de Francisco Campos, dentre outras providências, criou o Conselho Nacional de Educação, organizou o ensino superior, organizou a Universidade do Rio de Janeiro, regulamentou a profissão de contador e organizou o ensino secundário.

Com a finalidade de atender as exigências de um mundo contemporâneo e de uma educação pautada no ideário escolanovista, na reforma Francisco Campos, o ensino secundário, além de ter seus planos de estudos remodelados, atribuindo-lhes maior importância ao estudo das ciências físicas e naturais, passou a ter duração de

7 anos, divididos em dois ciclos: o formativo (fundamental) e o propedêutico (complementar). O primeiro, com duração de cinco anos, tinha por objetivo a formação geral do adolescente. Já o segundo, de caráter mais especializado, tinha duração de dois anos e era voltado para a preparação dos jovens que se destinavam ao ensino superior. Dessa maneira, o curso complementar era dividido em três seções – Curso Jurídico, Cursos de Medicina, Farmácia e Odontologia e Cursos de Engenharia, Arquitetura e Química Industrial – cada uma delas agregando matérias de acordo com as orientações profissionais dos estudantes.

Com relação à matriz curricular para o curso fundamental, é notória a distribuição equilibrada entre estudos literários (47 horas semanais) – Português, Francês, Inglês, Alemão e Latim – e científico (49 horas semanais) – Matemática, Ciências Físicas e Naturais, Física, Química e História Natural – conforme podemos ver no Quadro a seguir.

Quadro 7: Número de aulas semanais das disciplinas do curso secundário fundamental, segundo a reforma de 1931.

Matérias	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	Total
Português	4	4	3	3	-	14
Francês	3	3	2	1	-	9
Inglês	3	3	2	1	-	9
Alemão (facultativo)	3	3	2	1	-	9
Latim	-	-	-	3	3	6
História da Civilização	2	2	2	2	2	10
Geografia	3	2	2	2	2	11
Matemática	3	3	3	3	3	15
Ciências Físicas e Naturais	2	2	-	-	-	4
Física	-	-	2	2	2	6
Química	-	-	2	2	2	6
História Natural	-	-	2	2	3	7
Música (Canto Orfeônico)	2	2	1	-	-	5
Desenho	3	3	2	2	2	12

Fonte: Souza (2008, p. 153)

Analisando o Quadro anterior, apesar da reforma Francisco Campos ter atribuído uma importância maior aos estudos científicos, a disciplina de Cosmografia perde a sua independência nessa reforma, de modo que, os seus conteúdos foram alocados, principalmente, na disciplina de Geografia, para qual eram destinadas 11 horas semanais. Comparando com a reforma Rocha Vaz de 1925 (Quadro 6), essa

disciplina sofreu um aumento de 5 horas semanais, compensando a saída da disciplina de Cosmografia do currículo.

Em relação ao ciclo complementar, os programas foram expedidos em 1936, pelo então Ministro da Educação e Saúde Pública Gustavo Capanema. Para esse ciclo, eram mantidas matérias comuns às três seções, garantindo uma cultura geral, e matérias específicas de cada ramo profissional, conforme o Quadro 8.

Quadro 8: Número de aulas semanais das disciplinas do curso secundário complementar, segundo a reforma de 1931.

Disciplinas	Classes didáticas					
	Curso Jurídico		Curso de Medicina, Farmácia e Odontologia		Cursos de Engenharia, Arquitetura e Química Industrial	
	1ª série	2ª série	1ª série	2ª série	1ª série	2ª série
Latim	4	4	-	-	-	-
Literatura	4	6	-	-	-	-
Alemão ou Inglês	-	-	3	3	-	-
História da Civilização	4	-	-	-	-	-
Sociologia	-	4	-	3	-	3
Psicologia e Lógica	6	-	4	-	4	-
História da Filosofia	-	4	-	-	-	-
Geografia	-	3	-	-	-	-
Noções de Economia e Estatística	4	-	-	-	-	-
Geofísica e Cosmografia	-	-	-	-	3	-
Matemática	-	-	4	-	6	6
Física	-	-	5	5	3	4
Química	-	-	6	6	4	5
Biologia Geral	3	-	-	-	-	-
História Natural	-	-	6	6	4	4
Desenho	-	-	-	5	-	6
Higiene	-	3	-	-	-	-

Fonte: Souza (2008, p. 162)

Para o curso secundário complementar, é possível observar no Quadro 8 que a disciplina de Cosmografia, em conjunto com a de Geofísica, e retomada nos cursos de Engenharia, Arquitetura e Química Industrial com 3 horas semanais na 1ª série.

Assim, com a reforma Francisco Campos, o ensino da Astronomia ocorreu em dois âmbitos distintos: No primeiro âmbito, no que diz respeito ao curso secundário fundamental, a Astronomia não está presente por meio de uma disciplina específica como no período Imperial e na Primeira República. Entretanto, os conteúdos astronômicos que antes se encontravam, especificamente, na disciplina de

Cosmografia passaram a serem ofertados por disciplinas como Ciências Físicas e Naturais, Física e, principalmente, Geografia. De acordo com Souza citando Afrânio Peixoto (193-), um dos objetivos da disciplina de Geografia consistia em:

> [...] Estudará também as relações do homem com a terra, os produtos naturais, a agricultura, a indústria, as vias de comunicação e o comércio. Em conexão com a astronomia e a física, tratará da posição da terra no Universo. (SOUZA, 2008, p. 157)

Já no segundo âmbito, no que se refere ao curso secundário complementar, o ensino da Astronomia, ainda, era ofertado por uma disciplina específica, Geofísica e Cosmografia, porém, somente, para os alunos que ingressavam nos Curso de Engenharia, Arquitetura e Química Industrial.

2.2.5. O Currículo da Reforma Capanema

Durante a ditadura de Vargas, o ministro Gustavo Capanema empreende novas reformas do ensino, regulamentadas por diversos decretos-leis assinados entre 1942 a 1946, denominados Leis Orgânicas do Ensino.

Em relação ao ensino secundário, a reforma empreendida pelo Ministro Capanema em 1942, denominada Lei Orgânica do Ensino Secundário (Decreto-lei n. 4.244, de 9 de abril de 1942) teve por finalidades, segundo seu artigo 1.º: “formar a personalidade integral dos adolescentes”; “acentuar e elevar a consciência patriótica e a consciência humanística”; “dar preparação intelectual geral que possa servir de base a estudos mais elevados de formação especial” e, ainda, segundo o artigo 25, “formar as individualidades condutoras” (BRASIL, 1942). A esse respeito, segundo Otaíza Romanelli, o ensino secundário deveria:

> a) proporcionar cultura geral e humanística; b) alimentar uma ideologia política definida em termos de patriotismo e nacionalismo de caráter fascista; c) proporcionar condições para o ingresso no curso superior; d) possibilitar a formação de lideranças. (ROMANELLI, 1987, p. 157)

Assim, exceto o item b que traz um novo objetivo educacional, a reforma recuperou, de certa forma, o ideário de uma formação secundária humanística, propedêutica e voltada para a formação das elites condutoras. Acrescenta-se a isso o fato de que a reforma buscou tornar o sistema de avaliação mais rígido, aprimorado e seletivo, o que tornava o ensino cada vez mais antidemocrático.

Além dos pontos citados anteriormente, visando a flexibilidade e a diversificação do ensino, o ensino secundário foi novamente reestruturado, passando ser constituído de dois ciclos: o ginasial e o colegial. O primeiro ciclo, com duração de

quatro anos, tinha por finalidades a formação geral dos estudantes. Já o segundo ciclo, com duração de três anos, compreendia dois cursos paralelos – o clássico e o científico - e tinha por finalidades desenvolver e aprofundar a educação ministrada no primeiro ciclo. Dessa forma, passou a abranger as seguintes disciplinas:

Quadro 9: Disciplinas e número de aulas por disciplinas no ensino secundário, curso ginasial, segundo a reforma de 1942.

Disciplinas	Séries (Curso Ginasial)			
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
I – Línguas				
1. Português	4	3	3	3
2. Latim	2	2	2	2
3. Francês	3	2	2	2
4. Inglês	-	3	3	3
II – Ciências				
5. Matemática	3	3	3	3
6. Ciências Naturais	-	-	3	3
7. História Geral	2	2	-	-
8. História do Brasil	-	-	2	2
9. Geografia Geral	2	2	-	-
10. Geografia do Brasil	-	-	2	2
III – Artes				
11. Trabalhos Manuais	2	2	-	-
12. Desenho	2	2	1	1
13. Canto Orfeônico	1	1	1	1
IV – Educação Física	2	2	2	2

Fonte: Souza (2008, p. 176)

Quadro 10: Disciplinas e número de aulas por disciplinas no ensino secundário, curso colegial, segundo a reforma de 1942.

Disciplinas	Curso Colegial								
	Curso Clássico com Grego			Curso Clássico sem Grego			Curso Científico		
	1º ano	2º ano	3º ano	1º ano	2º ano	3º ano	1º ano	2º ano	3º ano
I. Línguas									
1. Português	3	3	3	4	3	3	3	3	3
2. Latim	4	3	3	5	3	3	-	-	-
3. Grego	4	3	3	-	-	-	-	-	-
4. Francês ou Inglês	3	2	-	3	2	-	2	2	-
5. Espanhol	2	-	-	2	-	-	2	-	-
II – Ciências e Filosofia									
6. Matemática	3	3	2	3	3	3	4	4	3
7. Física	-	3	2	-	3	2	3	2	3
8. Química	-	2	3	-	2	3	3	3	3
9. Biologia	-	-	3	-	-	4	-	3	3

10. História Geral	2	2	-	2	2	-	2	2	-
11. História do Brasil	-	-	2	-	-	3	-	-	3
12. Geografia Geral	2	2	-	2	2	-	2	2	-
13. Geografia do Brasil	-	-	2	-	-	2	-	-	2
14. Filosofia	-	3	3	-	3	3	-	-	4
III – Educação Física	2	2	2	2	2	2	2	2	2
IV – Arte									
15. Desenho	-	-	-	-	-	-	2	2	2

Fonte: Souza (2008, p. 176)

Deste modo, podemos verificar dos Quadros 9 e 10 que, com a reforma empreendida pelo Ministro Gustavo Capanema, a disciplina de Cosmografia foi extinta dos currículos e os conteúdos astronômicos que, até então, eram ensinados, principalmente, via essa disciplina, foram diluídos nas disciplinas de Ciências Naturais, Geografia e Física.

A diminuição da presença da Astronomia a partir da reforma de 1942 e a quase completa ausência a partir de 1951 pode ser justificada, em partes, pela medida tomada em 1951 pelo Ministério da Educação e Saúde que, devido a prolixidade do ensino secundário, estabeleceu um programa mínimo para esse nível de ensino.

2.3. Os conteúdos de Astronomia nos programas curriculares do Colégio Pedro II (1850 – 1950)

Como discutido anteriormente, o Colégio Pedro II, inaugurado em 1838, foi criado para servir de modelo para as demais escolas secundárias do país, na tentativa de imprimir uma organicidade ao ensino secundário da época que, até então, estava fragmentado em aulas avulsas, à moda das aulas regias do período pombalino (HOSOUME; LEITE; CARLO, 2010; HAIDAR, 2008). Assim, ao longo dos anos, os programas de ensino do Colégio Pedro II tiveram influência direta ou indireta sobre as escolas secundárias brasileiras existentes até o final do império e início da Primeira República. O Colégio Pedro II deixa de exercer a função de escola modelo apenas na Reforma Capanema, iniciada em 1942. Ainda assim, os três últimos programas curriculares, referentes as reformas de ensino ocorridas em 1931, 1942 e 1951, foram elaborados pela Congregação deste Colégio e utilizados em todos os estabelecimentos de ensino secundário públicos da época (HOSOUME, LEITE E CARLO, 2010; VECHIA E LORENZ, 1998).

Baseados em um levantamento de fontes históricas, Vechia e Lorenz (1998) em sua obra – Programas de ensino da escola secundária brasileira: 1850-1951 –

apresentam uma coletânea de 18 programas de ensino elaborados para o Colégio Pedro II ou expedidos pelo Ministério da Educação que delineiam os conteúdos programáticos adotados pela escola secundária brasileira de 1850 a 1951. Estes programas levantados por Vechia e Lorenz (1998) trazem informações referentes as disciplinas que os compõem, os conteúdos de cada uma delas, sua organização em séries e, em alguns deles, há, também, referências a autores e livros didáticos adotados.

Utilizando como referência básica o trabalho de Vechia e Lorenz (1998), Hosoume, Leite e Carlo (2010) realizaram um levantamento da presença de conteúdos da Astronomia em cada um dos 18 programas, além de identificarem as disciplinas e as séries/anos em que esses conteúdos eram abordados no ensino secundário.

Conforme discutido anteriormente, a análise das autoras mostra a existências de uma disciplina específica para o ensino dos conteúdos da Astronomia, a Cosmografia, que, nos diversos programas, ora está ausente como nos de 1856 e 1858, ora está presente de forma individual ou compartilhada com outras disciplinas como a Geografia, a Física e a Mecânica, desaparecendo de forma explicita a partir da Reforma de 1931, conforme indicado no Quadro 11.

Quadro 11: Disciplinas contendo elementos de Astronomia nos programas de ensino do Colégio Pedro II.

Programa	Ano/série	Disciplina
1850	7º	Cosmographia e Chronologia – Physica e Chimica
1856	-	-
1858	5º/6º/7º	Physica
1862	1º/3º/4º/5º	Geographia – Geographia e Cosmographia – Noções de Physica e Chimica
1877	1º/6º	El. Geographiae Arithmetrica – Physica e Chimica – Cosmographia
1879	5º	Physica e Chimica – Cosmographia
1882	1º/3º/4º/5º	Noções de Geographia – Geographia – Geographia e Cosmographia – Physica e Chimica
1892	1º/2º/3º/4º/5º	Geographia Phyísica e Astronomia – Geographia – Physica
1893	1º/2º/4º/5º	Geographia – Physica
1895	1º/3º/5º	Geographia – Geographia do Brazil e Cosmographia – Mecânica e Astronomia

1898	1º/4º/5º/6º/7º	Geographia – Geographia – Physica e Chimica – Mecânica e Astronomia – Physica e Chimica
1912	1ª/3ª/5ª/6ª	Geographia – Physica e Chimica
1915	1º/2º/4º	Geographia – Physica e Chimica
1926	1º/4º/5º	Geographia – Physica – Cosmographia
1929	1º/4º/5º	Geographia – Physica – Cosmographia
1931	1ª/2ª/4ª	Geografia – Ciências Físicas e Naturais – Física
1942	1ª G, 1ª C, 3ª C	Geografia Geral – Geografia – Física
1951	1ª G, 1ª C, 3ª C	Geografia Geral – Geografia Geral – Física

Fonte: Hosoume, Leite e Carlo, 2010, p.195.

Após esse primeiro levantamento, Hosoume, Leite e Carlo (2010), com a finalidade de sistematizar e de evidenciar continuidades e rupturas no desenvolvimento dos conteúdos da Astronomia presentes nos 18 programas de ensino analisados, definiram sete grandes categorias de análise: 1. Observação da Superfície da Terra; 2. Fenômenos cíclicos; 3. Sistema Solar; 4. Terra; 5. Atração Gravitacional; 6. Universo e 7. História e Cultura, cada uma delas, por sua vez, subdivididas em subcategorias, conforme apresentado no Quadro 12, onde as células escurecidas indicam a presença dos conteúdos.

Quadro 12: Presença dos conteúdos de Astronomia nos diferentes programas curriculares do Colégio Pedro II, 1850 – 1951.

Categorias		***Programas***																	
		1850	1856	1858	1862	1877	1878	1882	1892	1893	1895	1898	1912	1915	1926	1929	1931	1942	1951
1. Observação da superfície da Terra	Céu (características gerais)	■							■	■	■	■			■	■			
	Esfera celeste	■			■			■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Coord. Esféricas														■		■		
	Instrumentos óticos											■		■	■	■			
	Observatório														■	■			
	Métodos de observação	■				■	■					■				■			
	Correção de observação	■				■	■					■			■	■			
	Constelações											■							
	Lua															■			
	Sol	■								■	■	■		■	■	■			
2. Fenômenos cíclicos	Estrelas										■	■			■				
	Dia e noite	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Estações do ano	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■		
	Fases da Lua	■			■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Eclipses	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	
	Festas móveis	■																	
	Calendários	■									■	■	■	■	■	■	■		
	Marés	■							■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Fuso horário	■							■	■	■	■					■		
	Movimentos da Terra	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	
3. Sistema Solar	Sistema Solar (geral)										■	■			■	■	■	■	
	Planetas	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Sol	■			■	■	■	■	■	■	■	■			■				
	Lua	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Meteoro, estrela cadente, bólido					■	■	■	■	■	■	■		■	■	■			

	Satélites	■												■	■	■			
	Cometas				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■		
4. Terra	Escala e/ou dimensões				■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Orientação							■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	
	Localização no espaço			■					■	■			■	■	■	■	■	■	■
	Sistema de coordenadas	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	
	Globo e/ou forma	■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	
5. Atração gravitacional	Gravitação universal	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■
	Órbita planetas										■	■	■	■	■	■	■		
	Leis de Newton					■	■	■	■	■			■	■	■	■	■		
	Lei de Bode										■	■	■	■	■	■	■		
	Leis de Kepler					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
6. Universo	O Universo				■			■							■	■		■	
	Estrelas				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Constelação										■	■	■	■	■	■	■		
	Constelação Zodiacal	■							■	■	■	■	■	■					
	Nebulosas				■				■		■	■	■	■			■		
7. História e cultura	Modelos	■			■	■	■	■	■	■	■			■					
	Origem e evolução da Terra														■	■	■		
	Instrumentos Óticos													■	■				
	História da Astronomia										■					■			

FONTE: Hosoume, Leite e Carlo, 2010, p. 199

Em termos da quantidade de conteúdos da Astronomia abordados nos diferentes programas, no Quadro 12 é possível observar que, exceto por presença nula ou pequena em 1856 e 1862, a Astronomia esteve bastante presente ao longo dos diversos programas até a reforma de 1931, sofrendo uma redução nesse programa, diminuindo ainda mais na Reforma Capanema de 1942 até desaparecerem quase por completo na reforma de 1951.

Apesar dessas oscilações, nota-se na maioria dos programas, em especial aqueles que vigoraram entre 1862 a 1942, uma vasta gama de conteúdos da

Astronomia. Além disso, nota-se que conteúdos como dia e noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses, movimentos da Terra, planetas, Lua, cometas, escala e/ou dimensões da Terra, globo e/ou forma da Terra, sistema de coordenadas terrestres e gravitação universal estão presentes na grande maioria dos programas de ensino, indicando uma certa continuidade ao longo do tempo. Já temas como observações da esfera celeste, métodos de observação dos astros no céu, caracterizações do Sol, constelações zodiacais, nebulosas e modelos explicativos do Sistema Solar estão presentes em alguns programas e ausentes em outros, indicando uma certa descontinuidade no desenvolvimento desses conteúdos

Após analisar os programas publicados por Vechia e Lorenz (1998), sintetizados nos Quadros 11 e 12, Hosoume, Leite e Carlo (2010) concluem que

> "a evolução no tempo do ensino de astronomia na escola secundária, representada pelo Colégio Pedro II, não ocorreu de forma linear, não tendendo a uma educação melhor ou mais completa dessa disciplina" (HOSOUME, LEITE E CARLO, 2010, p. 200).

Excetuando a ausência quase total nos programas de 1856 e 1858, as autoras afirmam ser difícil explicar a redução dos conteúdos de astronomia a partir da Reforma Capanema de 1942, contudo sinalizam, citando Ghiraldelli Jr. (2006), que a referida reforma visava

> ...a formação das elites condutoras do país por meio de um currículo extenso, com intenções de proporcionar cultura geral de base humanística, patriótica e nacionalista (GHIRALDELLI JR, 2006, p. 84),

o que, como comentado anteriormente, justifica em partes a redução dos conteúdos da Astronomia. As autoras também indicam que, para uma compreensão mais precisa e profunda da inserção do ensino de Astronomia na escola secundária, seria necessária uma análise em conjunto com outras disciplinas, bem como uma investigação dos livros didáticos utilizados, analisando as relações entre programas oficiais (currículo teórico) e currículos ativos (livro didático) (HOSOUME, LEITE E CARLO, 2010, p. 201).

Nesta perspectiva, um estudo histórico da disciplina de Cosmografia por meio dos seus livros didáticos possibilita uma análise crítica dos conhecimentos da Astronomia corporificados na escola secundária, bem como a estruturação e a evolução destes nos livros didáticos ao longo do tempo.

CAPÍTULO 3: LIVRO DIDÁTICO: FONTE DE PESQUISA DA HISTÓRIA DAS DISCIPLINAS ESCOLARES

3.1. História das disciplinas escolares: Um campo de pesquisa

A indagação do que é uma disciplina escolar é fulcral na fundamentação teórico-metodológica do pesquisador em história das disciplinas (BITTENCOURT, 2003). Por não ser objeto de uma reflexão concisa e mais aprofundada tanto nas ciências humanas quanto na educação, as definições do termo disciplina escolar são vagas, o que torna imprescindível a reflexão sobre suas origens na história da educação.

Os principais embates em torno da concepção de disciplina escolar ocorreram a partir da década de 80 do século XX. André Chervel (1990), um dos percursores da discussão sobre o tema, afirma, a partir de uma análise histórica, ser recente o termo disciplina escolar, sendo datado do fim do século XIX[12], quando é banalizado, culminando com a perda de parte de seu sentido original após a Primeira Guerra Mundial:

> Na realidade, essa nova acepção da palavra é trazida por uma larga corrente de pensamentos pedagógicos que se manifesta, na segunda metade do século XIX, em estreita ligação com a renovação das finalidades do ensino secundário e do próprio primário. Ela faz par com o verbo disciplinar, e se propaga primeiro como um sinônimo de ginástica intelectual, no conceito recentemente introduzido no debate. [...] Num primeiro momento, ela passa do geral ao particular, e passa a significar "uma matéria de ensino suscetível de servir de exercício intelectual. [...] Logo após a I Guerra Mundial, enfim o termo "disciplina" vai perder a força que o caracterizava até então. Torna-se uma pura e simples rubrica que classifica as matérias de ensino, fora de qualquer referência às exigências da formação do espírito". (CHERVEL, 1990, p. 179-180)

Dessa forma, o termo disciplina se consolida no início do século XX, a partir da ideia de "ginástica intelectual", como uma possibilidade de disciplinar o espirito, da mesma forma como se disciplinava o corpo e a moral.

Já para outros pesquisadores, a questão que se levanta vai além da origem do termo, e foca-se nos níveis de ensino em que se aplica. Para Jean-Claude Forquim, o termo disciplina seria mais apropriado para os níveis superiores de educação, e o termo matéria seria mais "neutro", mais "escolar" e "primário", mais adequado para a

---

[12] Chervel identifica que até o fim do século XIX, o termo "disciplina" e a expressão "disciplina escolar" possuíam apenas o sentido de vigilância e de repressão (CHERVEL, 1990).

escola. Ivor Goodson (1990) acompanha Forquin nessa diferenciação: disciplina é acadêmica e matéria é escolar.

Entretanto, é de Yves Chevallard a concepção de disciplina escolar mais polêmica e bastante difundida, a de “transposição didática”. Essa concepção consolida uma hierarquização das disciplinas escolares e das disciplinas científicas com base no pressuposto de que os conteúdos escolares têm origem no saber cientifico, de modo que, é este que legitima as disciplinas escolares. Nessa abordagem, a didática é encarada como o campo de conhecimento responsável por mediar o saber cientifico e o saber ensinado na escola, uma espécie de “tradução”.

Entre as críticas mais contundentes sobre a concepção de disciplina escolar fundamentada na transposição didática, André Chervel (1990) argumenta que as disciplinas escolares seriam entidades epistemológicas relativamente autônomas, dotadas de uma constituição separada, embora não completamente em alguns casos, do saber científico. Em suas argumentações a favor da autonomia da disciplina escolar, Chervel concebe a escola como uma instituição produtora dos seus próprios saberes, os quais sofrem influencias de vários agentes, tanto internos como externos.

Nessa perspectiva, o pesquisador Ivor Goodson (1990) assinala que muitas matérias escolares se diferem, estruturalmente, das disciplinas científicas a medida que não compartilham conceitos e métodos semelhantes e, ainda, argumenta que “as matérias escolares são, com frequência, ou divorciadas de sua disciplina-base ou não têm uma disciplina-base” (GOODSON, 1990, p. 234), sendo entidades autônomas que sofrem interferências múltiplas.

Assumindo essa concepção de escola como local de produção de saberes, Bittencourt (2003) pondera que:

> A história da disciplina escolar deve ser analisada como parte integrante da cultura escolar para que se possam entender as relações estabelecidas com o exterior, com a cultura geral e a sociedade. Conteúdos e métodos, nessa perspectiva, não podem ser entendidos separadamente e, ainda, os conteúdos escolares não são vulgarizações ou meras adaptações de um conhecimento produzido em um "outro lugar”, mesmo que possuam relações com esses outros saberes ou ciências de referência. A seleção dos conteúdos escolares depende intrinsecamente de finalidades específicas e, assim como os métodos, não são decorrentes dos objetivos das ciências de referência. ” (BITTENCOURT, 2003, p. 26)

Ainda, segundo Bittencourt (2003), o pesquisador em história das disciplinas deve entender a disciplina escolar como uma produção conjunta das instituições de

ensino, de modo a conceber a escola como espaço privilegiado na produção das disciplinas escolares.

Chervel (1990) ressalta que o percurso de origem de uma disciplina deve iniciar-se pelo reconhecimento de seus objetivos e de suas finalidades para, assim, entender suas singularidades, suas semelhanças entre diferentes disciplinas e como se integram a currículos já legitimados. Nesta linha, Bittencourt (2003) salienta que:

> [...] torna-se imperativa a pesquisa empírica sobre as diferentes disciplinas para a compreensão do processo pelo qual cada uma delas se origina e se instala nos currículos. Torna-se um ponto importante verificar a singularidade de cada disciplina assim como o que elas, em seu conjunto, possuem de semelhante entre si e se integram como saberes escolares legitimados pelos currículos, com fronteiras delimitadas e nítidas. É igualmente relevante identificar as disciplinas que já praticamente desapareceram do currículo mas que outrora eram extremamente significativas na configuração curricular, como foi o caso do latim (BITTENCOURT, 2003, p. 29).

Nesta perspectiva, a história das disciplinas permite averiguar os conhecimentos corporificados por uma determinada disciplina não como algo fixo, mas como um artefato histórico, sujeito a mudanças e flutuações.

Partindo desse pressuposto, Bittencourt (2003) ressalta que os conteúdos explícitos, os objetivos e os saberes ideologicamente identificáveis de uma disciplina são os temas mais investigados, de modo que as fontes de dados mais utilizadas são os programas curriculares e os livros didáticos. Cabe ressaltar que outras fontes documentais, como cadernos, avaliações, fotografias, memoria oral e entrevistas são igualmente importantes para subsidiar a pesquisa das disciplinas escolares sob diferentes ângulos.

É nessa perspectiva que se insere nossa pesquisa. Ciente da importância do campo de pesquisas em história das disciplinas, nosso objetivo é analisar o ensino de Astronomia no início do século XX a partir da disciplina de Cosmografia, tendo como principal fonte de dados os livros didáticos desta disciplina.

Para tanto, é preciso inicialmente discutir o livro didático não apenas como uma fonte de pesquisa histórica de uma disciplina, mas o que é este objeto de pesquisa, quais são suas principais características, quais são suas principais funções no ensino, quais são suas relações com os currículos e como este objeto veio a se tornar o que é hoje.

3.2. Livro didático: fonte e objeto de pesquisa histórica

Apesar de ser um instrumento bastante familiar, definir o que é o livro didático quanto às suas características e funções não é tarefa fácil, pois se, por um lado é relativamente recente o campo de pesquisa sobre esse objeto, por outro lado trata-se de um objeto multifacetado, construído, negociado e renegociado em vários âmbitos e níveis.

Assim, compreender o livro didático em suas múltiplas facetas justifica-se em função do peso que ele assume no contexto educacional. Considerado como um dos principais veículos de circulação, apropriação e mediação do conhecimento (LAJOLO, 1996), o livro didático é um instrumento específico e essencial de ensino e aprendizagem (BITTENCOURT, 2004), caracterizando-se como um significativo recurso pedagógico para professores e alunos (WUO, 2000).

Para Apple (1995, p. 81), “são os livros didáticos que estabelecem grande parte das condições materiais para o ensino e a aprendizagem nas salas de aulas de muitos países através do mundo”. Em particular, no Brasil, onde as condições educacionais são desfavoráveis, os livros assumem um papel preponderante na determinação de conteúdos e estratégias de ensino, de modo a marcar “o que se ensina e como se ensina” (LAJOLO, 1996, p.4).

Nesta perspectiva, Wuo (2000, p. 36) argumenta que

> [...] os livros didáticos desempenham um papel de mais que meros coadjuvantes, pois, além de organizarem os conteúdos do saber a ser ensinado, sugerem a professores e alunos diversas atividades pedagógicas para trabalhar tais conteúdos (WUO, 2000, p. 36)

Deste modo, o livro didático assume o papel de currículo e de definidor das estratégias de ensino, interferindo de modo significativo nos processos de seleção, planejamento e desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula.

Por estabelecer estreitos laços com o currículo, quando não uma reprodução operativa do currículo, o livro didático não apenas determina o que deve e como se deve processar em sala de aula, mas, ao mesmo tempo, ele é um objeto político, ideológico, social e cultural (CHOPPIN, 2004), no qual estão expressos os resultados de conflitos e lutas.

Para Apple (1997, p.74), os livros didáticos não são simples catálogos de conteúdos escolares, mas

> Eles são, ao mesmo tempo, os resultados de atividades políticas, econômicas e culturais, de lutas e concessões. Eles são concebidos, projetados e escritos por pessoas reais, com interesses reais. Eles são publicados dentro dos limites políticos e econômicos de mercados, recursos e poder (APPLE, 1997, p. 74).

Neste sentido, e entendendo o livro didático como parte do currículo, este objeto não é neutro, socialmente desinteressado, mas ele é o resultado de um longo processo constituído de complexas relações de poder entre diferentes concepções sociais, de modo que os seus conteúdos são “modos particulares de selecionar e organizar um vasto universo de conhecimento possível” (APPLE, 1997, p. 77).

É importante compreender, então, que os conhecimentos socialmente legitimados por uma determinada sociedade de uma determinada época significam relações política, econômicas e culturais profundas, de modo que o contexto histórico reflete padrões de conflito e poder, os quais orientam a seleção dos conhecimentos incluídos ou excluídos dos livros didáticos.

Martins e Hosoume (2007, p. 3) destacam a importância de compreender o livro didático em sua plenitude, não apenas como um mero instrumento que atua na mediação da prática pedagógica, mas “[...] também como representante do conhecimento de um momento da história”.

Assim, para uma caracterização crítica do livro didático é necessário investigar sua história e sua construção social, admitindo que não é algo pronto e acabado ou o resultado de um processo evolutivo de contínuo aperfeiçoamento, mas, sim, que ele comporta continuidades e descontinuidades.

Reconhecendo seu papel preponderante no contexto educacional, o livro didático abarca ênfases distintas nas pesquisas que o utilizam como material de estudo, seja investigando-o como um documento histórico forjado em um ambiente sociocultural de uma determinada época, seja como uma mercadoria produzida e comercializada em condições específicas.

Alain Choppin (2004) discute que o pesquisador que se interessa pela história e evolução do livro didático depara-se com alguns problemas nesse campo de pesquisa. Segundo esse autor, um dos problemas que se interpõem nesse campo de pesquisa é o problema de definição do objeto de pesquisa, pois a natureza do livro didático encontra-se no cruzamento entre a literatura religiosa (de onde se origina a

literatura escolar), a literatura didática técnica ou profissional e a literatura “de lazer” (CHOPPIN, 2004, p. 552).

O autor destaca ainda que os livros didáticos, dependendo do ambiente sociocultural em que foram forjados, da época, das disciplinas a que foram destinados, dos níveis de ensino, dos métodos e das formas de utilização, exercem quatro funções essenciais: a referencial, a instrumental, a ideológica e cultural e a documental (CHOPPIN, 2004).

A função referencial, também chamada de curricular ou programática, considera o livro didático como o reprodutor do programa de ensino da disciplina ou como uma das possíveis interpretações dele (CHOPPIN, 2004), de modo que o livro didático torna-se “um depositário dos diversos conteúdos educacionais, suporte privilegiado para recuperar os conhecimentos e técnicas consideradas fundamentais por uma sociedade em determinada época” (BITTENCOURT, 2008, p.14).

A função instrumental pondera o livro didático como definidor das estratégias de ensino ou dos métodos de aprendizagem ao proporem “exercícios ou atividades que, segundo o contexto, visam a facilitar a memorização dos conhecimentos, favorecer a aquisição de competências disciplinares ou transversais, a apropriação de habilidades, de métodos de análise ou de resolução de problemas” (CHOPPIN, 2004, p. 553).

A função ideológica e cultural concebe o livro didático como um instrumento privilegiado que reflete características e valores da sociedade em que foi construído e moldado, de modo que é “um dos vetores essenciais da língua, da cultura e dos valores das classes dirigentes” (CHOPPIN, 2004, p. 553).

Por fim, a função documental considera o livro didático como “um conjunto de documentos, textuais ou icônicos, cuja observação ou confrontação podem vir a desenvolver o espirito crítico do aluno” (CHOPPIN, 2004, p.553).

Cada uma dessas funções pode ser tomada como um objeto de pesquisa. Além disso, para uma avalição completa das características desse complexo objeto que é o livro didático, deve-se incluir em sua análise: o mercado editorial, as editoras, os autores, as edições e sua circulação; as questões pedagógicas referentes ao ensino e à aprendizagem de um conteúdo; o uso desse material em sala de aula por professores e alunos; a epistemologia do conhecimento e sua transposição didática;

o conteúdo em si, sua estrutura, organização e conceitos; e finalmente, seus conteúdos ideológicos e culturais.

No entanto, esta amplitude de perspectivas nem sempre é viável ao pesquisador, que deve, então, optar por concentrar a pesquisa em um destes aspectos. Por envolver uma quantidade tão grande e tão diversa de questões, os livros didáticos são objetos de diferentes pesquisas, enfocando um ou mais de seus aspectos, mas dificilmente todos eles.

Alain Choppin (2004) distingue que as pesquisas que utilizam os livros didáticos como material de investigação podem ser agrupadas em duas grandes categorias: uma que utiliza o livro didático apenas como fonte documental, geralmente uma pesquisa sobre um tema, disciplina, noção ou personagem específico; e a outra que considera os livros didáticos como o objeto da pesquisa, “recolocando-os no ambiente em que foram concebidos, produzidos, distribuídos, utilizados e ‘recebidos’, independentemente, arriscaríamos a dizer, dos conteúdos dos quais eles são portadores” (CHOPPIN, 2004, p. 554).

Nesse sentido, consideramos nossa pesquisa como uma pesquisa histórica, que compreende o livro didático não apenas como um apanhado de conteúdos a serem ensinados, mas que ele é um objeto social e histórico, sujeito a mudanças e flutuações resultantes de atividades políticas, econômicas e culturais de uma determinada sociedade em uma determinada época.

3.3. As pesquisas em ensino de Astronomia no Brasil: um olhar sob a perspectiva histórica

Com a finalidade de termos uma noção do que se tem realizado de pesquisas em ensino de Astronomia que toma o livro didático como objeto de pesquisa, procuramos na literatura trabalhos que tenham realizado análises nessa perspectiva. Procuramos sistematizar essa produção com o objetivo de compreender suas tendências e abordagens, além de tecer algumas reflexões sobre os resultados com o propósito de delinear caminhos para um aprofundamento na compreensão desse campo de pesquisa assim como de termos uma maior clareza sobre as pesquisas de caráter histórico. Para isso, consideramos três campos de busca: artigos publicados em congressos, simpósios e encontros; artigos publicados em periódicos; e teses e

dissertações. A busca e a localização destes trabalhos foram realizadas com base na publicação on-line desses materiais.

Para localizar artigos em congressos científicos da área de educação, foram escolhidos, com base na importância que eles possuem como divulgadores das pesquisas no ensino de Astronomia no Brasil, dois eventos: o **Simpósio Nacional de Educação em Astronomia** – SNEA; e o **Simpósio Nacional de Ensino de Física** – SNEF. Quanto aos periódicos, pesquisamos as seguintes publicações: **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia** e o **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**.

A **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, apesar de ser um periódico que está em circulação pouco mais de dez anos, constitui-se no principal protagonista da área, uma vez que é o único periódico que reúne pesquisas, experiências e propostas em Educação em Astronomia dos países da América Latina. Já o **Caderno Brasileiro de Ensino de Física,** apesar de não ser um meio de publicação voltado exclusivamente para o ensino de Astronomia, está entre um dos mais importantes e consagrados periódicos da área de pesquisa em ensino de Física, reunindo diversos trabalhos em ensino de Astronomia. Para localizarmos as teses e as dissertações realizamos nossas buscas no **Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia**[13], hospedado nos servidores da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), sediada na cidade de São Carlos (São Paulo).

Para localizarmos os trabalhos nesses meios de divulgação, consideramos inicialmente, aqueles que apresentassem em seu título ou nas palavras-chave as seguintes palavras ou frases: “ensino de Astronomia”, “Educação em Astronomia”, “livro didático”, “manual didático” e “história do ensino de Astronomia”.

Depois foi realizada uma triagem dos trabalhos levantados com base em seus resumos e selecionados apenas aqueles que consideram o livro didático como objeto de pesquisa e que o utilizam para estudar a abordagem de um conceito de Astronomia, a história da Astronomia, a evolução de um conceito da Astronomia ao longo do tempo ou, ainda, a história da disciplina.

---

[13] Banco de Tesses e dissertações sobre Edcação em Astronomia (BTDEA). Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br>. Acesso em: 20 nov. 2016.

O Quadro 13, a seguir, apresenta uma sistematização dos trabalhos localizados em congressos, simpósio, periódicos da área, teses e dissertações.

Quadro 13: Total de trabalhos sobre livro didático localizados.

Meio de Divulgação	Período	Número de trabalhos
SNEA	2011 - 2014	7
SNEF	1995 - 2015	4
Revista Latino Americana de Educação em Astronomia	2004 – 2015	1
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	1995 - 2016	1
Teses e Dissertações	–	4[14]

Excetuando o Simpósio Nacional de Educação em Astronomia que teve sua primeira edição no ano de 2011 e a Revista Latino Americana de Educação em Astronomia que entrou em circulação no ano de 2004, consideramos em nossa busca as pesquisas produzidas nos últimos 20 anos. A escolha desse período foi com base nos resultados de pesquisas do tipo “estado da arte”, os quais apontam para um aumento significativos na publicação de trabalhos voltados para o ensino de Astronomia nas últimas décadas (BRETONES; MEGID NETO, 2005; BRETONES; MEGID NETO; CANALLE, 2006; CASTRO; PAVANI; ALVES, 2009; FERNANDES; NARDI, 2015).

O próximo Quadro 14, expõe uma sistematização dos trabalhos localizados para análise pelo ano de publicação. Neste quadro, apresentamos o(s) autor(es), o título do trabalho, o meio e o ano de publicação.

Quadro 14: Trabalhos sobre livro didáticos selecionados para análise.

Ano	Autor(es) e título	Meio de Publicação
1997	TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B.; CANALLE, J. B. G. Assessoria na avaliação do conteúdo de astronomia dos livros de Ciências do primeiro grau.	CBEF
2002	SOBREIRA, P. H. A. Astronomia no ensino de Geografia: análise crítica nos livros didáticos de Geografia.	Dissertação

[14] 3 trabalhos de mestrado e 1 um de doutorado.

2003	LEITE, C.; HOSOUME, Y. Astronomia nos livros didáticos de Ciências: um panorama atual.	SNEF
2005	CASTRO, C. S.; TEIXEIRA, O. P. B. A Astronomia nos Livros Didáticos de Física do Ensino Médio: uma Análise.	SNEF
2005	SOBREIRA, P. H. A. Cosmografia Geográfica: a astronomia no ensino de Geografia.	Tese
2008	AMARAL, P.; OLIVEIRA, C. E. Q. V. Astronomia nos livros didáticos de ciências: uma análise do PNLD 2008.	RELEA
2009	SIMÕES, C. C. Elementos de astronomia nos livros didáticos de Física.	Dissertação
2011	LAGO, L.; MATTOS, C. R. Apresentação das fases da lua nos livros didáticos de ciências e física: uma amostra dos últimos trinta anos.	SNEA
2011	PASCHINI NETO, M. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) nos textos sobre Astronomia em livros didáticos de ciências no ensino fundamental.	Dissertação
2012	RODRIGUES, M. S.; LEITE, C. “Astronomia Cultural” em livros didáticos de física aprovados no PNLEM 2012.	SNEA
2012	PRESTES, M. A. et al. O conteúdo de Astronomia nos livros didáticos: uma análise a partir dos PCN'S.	SNEA
2012	MORAIS, P. V.; MOREIRA, M. D.; SALES, N. L. S. Análise de erros conceituais e desatualizações de livros de Ciências e Geografia após a análise do PNLD.	SNEA
2014	SIMÓ, K. D. V.; HOSOUME, Y. As fases da Lua nos livros didáticos de cosmografia das décadas de 1920 e 1930.	SNEA
2014	OLIVEIRA, E. A. G.; LEITE, C. Ensino de astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental – análise de livros e documentos oficiais.	SNEA
2014	OLIVEIRA, A. P. Abordagem da astronomia nos livros aprovados pelo PNLD.	SNEA

2015	SIMÓ, K. D. V.; HOSOUME, Y. Os movimentos da Terra nos livros didáticos de Cosmografia das décadas de 1920 e 1930.	SNEF
2015	FRINHANI, G.; PEREIRA, M. R. S. Uma análise dos conteúdos de Astronomia nos livros didáticos do PNLD 2012.	SNEF

De acordo com os Quadros 13 e 14, o levantamento de trabalhos que analisaram o ensino de Astronomia em livros didáticos resultou em 17 publicações de formas distintas, sendo que mais de 60% destas foram trabalhos apresentados no Simpósio Nacional de Educação em Astronomia e no Simpósio Nacional de Ensino de Física. Um fato importante a ser observado é que, apesar do Simpósio Nacional de Educação em Astronomia ter apenas 5 anos de existência, 41% dos trabalhos identificados foram apresentados neste evento, revelando, de certa forma, sua importância para a área de Educação em Astronomia.

A baixa representatividade de trabalhos, que consideram o livro didático como fonte de pesquisa, revela o estágio embrionário desse tema no cenário atual da pesquisa em ensino de Astronomia. Comparando-se com a área de ensino de Física, por exemplo, que somente em teses e dissertações, possui mais de meia centena de trabalhos realizados sobre livros didáticos (HOSOUME et al, 2011), pode-se concluir que este tema é bastante incipiente na área de ensino de Astronomia, revelando a necessidade da elaboração de novos trabalhos nessa perspectiva.

Após este primeiro levantamento, realizamos uma leitura cuidadosa dos trabalhos selecionados na perspectiva de caracterizá-los de alguma forma, tendo como referência as diferentes funções atribuídas ao livro didático e as categorias das pesquisas identificadas por Choppin (2004).

Após uma reflexão sobre a maneira de caracterizar os trabalhos selecionados, optou-se por utilizar as categorias de análise definidas no trabalho de Hosoume et al (2011), o qual, de acordo com as diferentes abordagens dadas nas pesquisas sobre livros didáticos, caracterizou 5 teses e 66 dissertações da área de ensino de Física, segundo duas grandes categoriais de análise: uma na perspectiva **diacrônica** e outra na perspectiva **sincrônica**, cada uma subdividida em subcategorias. Na primeira perspectiva (diacrônica), encontram-se as pesquisas que analisam o livro didático numa abordagem histórica (**Categoria 1),** por exemplo, as que o utilizam para o

estudo histórico da disciplina escolar (BITTENCOURT, 2003). Já na segunda perspectiva (sincrônica), estão os trabalhos que avaliam o livro didático em um determinado momento histórico. Dentre estes trabalhos, encontram-se os que investigam o livro didático como instrumento da prática pedagógica e da aprendizagem (**Categoria 2)**; outros que, buscando explicitar deficiências e/ou justificar novas propostas de atividades ou formas de abordagem de conhecimentos presentes no livro didático, investigam os conteúdos disciplinares e/ou pedagógicos explicitados nos livros didáticos (**Categoria 3**) e; aqueles que realizam análises internas do livro didático com o propósito de caracterizar e/ou aprofundar o conhecimento sobre este objeto didático (**Categoria 4**) (HOSOUME et al, 2011, p. 2)

O Quadro 15 a seguir, apresenta uma sistematização dos resultados obtidos para a caracterização dos trabalhos em ensino de Astronomia sobre livro didático segundo as categorias definidas por Hosoume et al (2011).

Quadro 15: Categorização das pesquisas analisadas.

Categoria Perspectiva/Abordagem	***Exemplos de trabalhos***	***Número de trabalhos***
Categoria 1 Diacrônica Histórica	- Estudo das fases da Lua nos livros didáticos de 1920 até 1930 e nos últimos 30 anos. - Estudo dos movimentos da Terra nos livros didáticos de 1920 e 1930. - Análise dos livros didáticos antes e depois dos PCNs e/ou do PNLD.	4 (23,5%)
[C2] Sincrônica Prática pedagógica	- Caracterização das formas de utilização dos livros didáticos em sala de aula pelos alunos e/ou professores. - Forma de abordagem metodológica dos conteúdos da Astronomia em livros didáticos de Física ou Ciências. - Identificação dos critérios utilizados pelos professores na escolha do livro didático.	3 (17,5%)
[C3] Sincrônica Conteúdos (análise externa – justificativa)	- Análise dos livros didáticos para mostra a ausência ou a presença de conteúdos da Astronomia, por exemplo, em livros de Física ou Ciências. -Constatação nos livros didáticos da ausência ou da presença de atividades experimentais.	4 (23,5%)

[C4] Sincrônica Conteúdos (análise interna – características)	- Avaliação dos conteúdos dos livros didáticos em relação ao saber sábio. - Verificação da incorporação de elementos presentes em tendências atuais das pesquisas em ensino nos livros didáticos. - Exposição da visão de currículo dos livros didáticos.	5 (35,5%)

Diante do objeto de pesquisa central destes trabalhos, que é o livro didático, é possível observar no Quadro 15 uma distribuição equitativa das pesquisas segundo as categorias utilizadas. A análise desses trabalhos mostra, de modo geral, que os autores consideram o livro didático como um documento capaz de fornecer diversa informações e elementos sobre o ensino de Astronomia ou sobre a evolução de conteúdos específicos, como as fases da Lua e os movimentos da Terra, por exemplo.

São ainda pouquíssimos os trabalhos que podem ser situados em uma perspectiva diacrônica (23,5%), demonstrando a incipiência das pesquisas com livros didáticos em história do ensino de Astronomia. Nessa perspectiva, é mais que urgente a realização de novas pesquisas que investiguem a evolução histórica do ensino de Astronomia em nosso país, uma vez que os possíveis conhecimentos gerados nessas pesquisas podem revelar elementos fulcrais para uma compreensão mais crítica dos currículos atuais dessa ciência.

Em menor número ainda, estão as pesquisas que investigam o livro didático como um instrumento pedagógico utilizado em sala de aula (17,5%). Essa baixa representatividade, revela, também, a necessidade de pesquisas que investiguem, por exemplo, as relações professor/aluno e livro didático ou, ainda, as formas de abordagem dos conteúdos da Astronomia nos livros. Já as pesquisas que avaliam o livro didático na perspectiva de contextualizar e/ou justificar a elaboração de novas propostas de conteúdos e/ou metodologias (23,5%), não deveriam ser consideradas na linha de pesquisas com livros didáticos, justamente pelo papel secundário que elas atribuem a esse material. Apesar da maior representatividade das pesquisas nas quais o livro didático é o principal objeto de pesquisa (35,5%), ainda, assim, são poucos os trabalhos na área de ensino de Astronomia que investigam o livro didático como principal objeto de pesquisa.

Olhando de forma específica as pesquisas de caráter histórico, constata-se que estas estão concentradas em realizar investigações das relações dos livros didáticos

com os programas curriculares como no trabalho de Leite e Hosoume (2003), bem como a forma e a evolução de conteúdos neles contidos, como é o caso das pesquisas de Lago e Mattos (2011) e Simó e Hosoume (2014).

Semelhante a caracterização das pesquisas em ensino de Física realizada por Hosoume et al (2010), identificamos para o ensino de Astronomia que a grande maioria dos pesquisadores associa o livro didático com o currículo real (currículo praticado em sala de aula), seja quando é citado apenas como referência do que é ensinado nas escolas ou quando ele é analisado para expor suas deficiências ou inadequações de modo a contextualizar ou justificar a necessidade de mudanças no ensino de Astronomia. Neste sentido, dentre as quatro funções do livro didático identificadas por Choppin (2004), somente a função documental não foi identificada nas pesquisas analisadas.

Com esta caracterização das pesquisas com livros didáticos em ensino de Astronomia, compreendemos que nossa pesquisa toma o livro didático como um documento capaz de apresentar diversas informações sobre a história do ensino da Astronomia ou sobre a evolução de conteúdos específicos desta área do conhecimento. Assim, temos clareza que, de acordo com as funções que o livro didático pode assumir, nossa pesquisa pode ser inserida nas funções referencial, por tomar como referência o currículo do Colégio Pedro II, instrumental, na medida que investiga as características e a forma com que os conteúdos da Astronomia eram abordados nos livros didáticos de Cosmografia do início do século XX, e ideológica e cultural por revelar e compreender aspectos e elementos da sociedade em que foi concebido.

CAPÍTULO 4: IDENTIFICANDO A ASTRONOMIA NOS LIVROS DE COSMOGRAFIA

4.1. Metodologia de Pesquisa: A Análise de Conteúdo

Utilizamos como metodologia de pesquisa a Análise de Conteúdo (AC), a qual viabiliza inferências sobre o conteúdo de diferentes tipos de comunicação, valendo-se de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrições, quantitativas ou qualitativas, do conteúdo das mensagens, de maneira a reinterpretá-las e de evidenciar indicadores que permitam inferências sobre outras realidades que não a da mensagem explicita (BARDIN, 2011).

O campo de aplicação da AC pode ser, em princípio, qualquer meio de comunicação, isto é, “qualquer veículo de significados de um emissor para um receptor” (BARDIN, 2011, p. 38), como, por exemplo, cartazes, cartas, revistas, jornais, livros, relatos autobiográficos, diários pessoais, entrevistas e filmes. Contudo, os dados oriundos destas fontes necessitam ser processados e investigados de maneira a possibilitar o “trabalho de compreensão, interpretação e inferência a que aspira a Análise de Conteúdo” (MORAES, 1999, p. 2).

A Análise de Conteúdo, em sua vertente qualitativa, toma como base uma série de pressupostos, os quais, na análise de um documento, servem de aporte para a compreensão exata do seu sentido. Esse sentido, que nem sempre é explicito e pode conter diversos significados, está intimamente atrelado ao contexto, ao conteúdo explicito, ao autor, ao destinatário e às formas de codificação e transmissão da mensagem. Em relação ao contexto, Moraes (1999) aponta que este é indispensável na análise dos dados e, consequentemente, deve ser explicitado, porém deve-se considerar que não existem limites lógicos para delimitar o contexto da análise, aspecto que dependerá do pesquisador, da disciplina e dos objetivos propostos para a investigação, além da natureza dos materiais em análise.

Tomando Bardin (2011) como referência, pode-se organizar as diferentes fases da análise de conteúdo, segundo Moraes (1999), em cinco etapas: 1) Preparação das informações; 2) Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades; 3) Categorização ou classificação das unidades em categorias; 4) Descrição e 5) Interpretação.

A primeira etapa, a pré-análise, é a fase da organização propriamente dita dos materiais, consistindo, geralmente, de dois momentos que não se sucedem, obrigatoriamente, em uma ordem cronológica, embora estejam estreitamente atrelados uns aos outros. No primeiro momento, se identifica os materiais que serão analisados, os quais devem ser representativos e pertinentes aos objetivos da pesquisa, e os submetem a uma primeira leitura de reconhecimento, estabelecendo o primeiro contato com os documentos. Os objetivos que orientarão a escolha dos materiais podem ser estabelecidos a priori ou ao longo de todo o processo de análise. No segundo momento, inicia-se o processo de codificação dos materiais, onde se estabelece um código que possibilite identificar cada documento a ser analisado. Este código poderá ser constituído de números ou letras que orientarão o pesquisador na identificação de um documento em especifico quando assim o desejar.

No processo de Unitarização se faz diversas leituras dos materiais com o intuito de definir a unidade de registro (“unidade de análise” ou “unidade de significado”), segundo regras previamente formuladas. Essa Unitarização permite, por meio de recorte, enumeração e classificação/agregação, atingir uma representação do conteúdo, de modo a esclarecer as características do texto ao pesquisador. Para Bardin (2011), a unidade de registro é o segmento de conteúdo a ser submetido, posteriormente, à classificação e podem ser palavras, temas, personagens, acontecimentos e documentos, sendo determinado pela natureza dos objetivos da pesquisa e pelo tipo de materiais a serem analisados.

A terceira etapa, que tem por objetivo fornecer uma representação simplificada dos dados brutos, está relacionada à categorização das unidades de registro, as quais devem ser classificadas considerando os elementos comuns entre elas, seguindo critérios previamente estabelecidos. Estes critérios de categorização podem ser semânticos (categorias temáticas), sintáticos (verbos, adjetivos, substantivos), léxicos (ênfase nas palavras e seus sentidos) e expressivos (ênfase em perturbações da linguagem).

Segundo Bardin (2011), as categorias devem atender aos critérios de homogeneidade, de pertinência, de objetividade e de produtividade. A homogeneidade das categorias indica que as mesmas foram construídas segundo um único princípio ou critério de classificação, baseando-se em uma única variável. A pertinência de uma categoria sugere que a mesma seja adequada às dimensões da

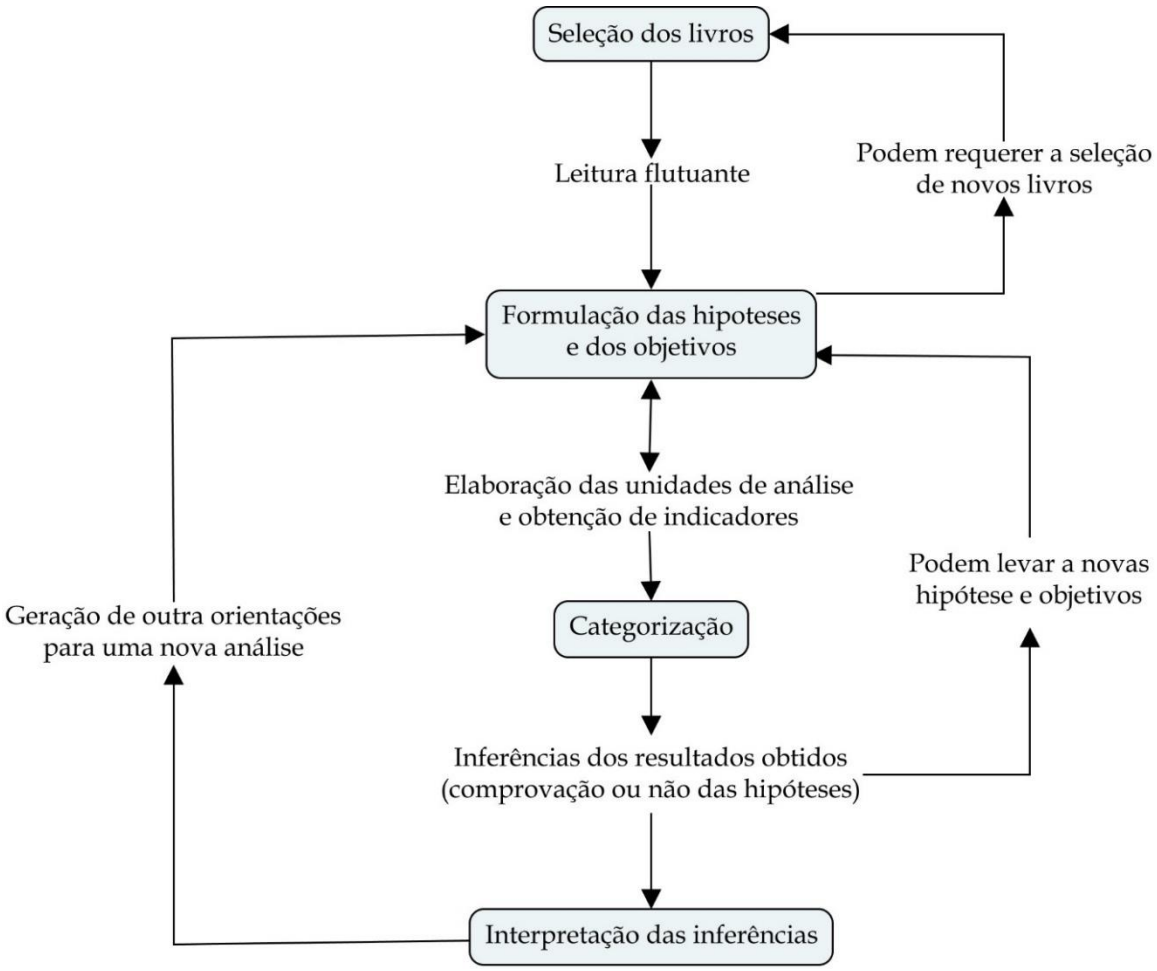
análise, à natureza do material que está sendo analisado e às questões que se pretende responder por meio da pesquisa. Já a objetividade estabelece que as diferentes partes de um mesmo material, ao qual se aplica uma mesma classe categorial, devem ser classificadas da mesma forma, não havendo dúvida nenhuma quanto às categorias em que cada unidade de registro deveria ser integrada.

O critério da objetividade garante que a categorização não será afetada pela subjetividade do pesquisador, possibilitando, assim, que diferentes pesquisadores cheguem a resultados semelhantes quando categorizando as mesmas unidades de conteúdo a partir das mesmas regras de classificação. Por fim, as categorias atenderão ao critério de produtividade se fornecerem resultados férteis, hipóteses novas, inferências e dados mais confiáveis.

A quarta etapa do processo de análise é a descrição dos resultados obtidos nas etapas anteriores. Moraes (1999) destaca que quando se trata de uma pesquisa numa abordagem quantitativa esta descrição envolve a organização de tabelas e quadros, apresentando não só as categorias construídas no trabalho, como, também, computando frequências e percentuais referentes às mesmas. Quanto tiver um cunho qualitativo a descrição será de outra ordem, de modo que, para cada uma das categorias, será produzido um texto síntese em que se expresse o conjunto de significados presentes nas diversas unidades de análise incluídas em cada uma delas.

Finalmente, a última etapa consiste na interpretação, a qual procura compreender as categorias. Tal análise pode ocorrer segundo uma fundamentação teórica explicitada a priori, onde se exploram os significados expressos nas categorias da análise com a teoria, ou pode ocorrer de uma teoria ser construída com base nos dados e nas categorias de análise. O esquema abaixo, sintetiza as etapas da Análise de Conteúdo realizadas durante a pesquisa.

Figura 1: Esquema das etapas da Análise de Conteúdo realizadas durante a pesquisa. (Adaptado de Bardin, 2011, p. 132)



4.2. Escolha dos materiais de análise

Realizar uma pesquisa histórica com livros didáticos exige muitos cuidados na escolha do material de análise, pois sua localização em acervos nem sempre é uma tarefa fácil e o levantamento dos livros deve ser tal que resulte em uma amostragem representativa e pertinente aos objetivos da pesquisa.

Seguindo a metodologia descrita no item anterior e com a finalidade de obtermos uma amostra significativa e representativa do que se pretende analisar, tomamos como um norte, no levantamento dos livros didáticos de Cosmografia, os trabalho de Vechia e Lorenz (1998), o qual realiza um levantamento de uma série de informações sobre os conteúdos das disciplinas e os livros didáticos adotados nos programas curriculares do Colégio Pedro II de 1850 a 1951, e os trabalhos de Lorenz (1995 e 2010), onde são realizadas análise sobre os Compendios de Ciências Naturais adotados no Colégio Pedro II, incluindo os de Cosmografia, entre a segunda metade do século XIX e início do século XX.

Conforme discutido no Capítulo 2, não há muitas referências na literatura sobre os livros de Cosmografia adotados a partir da reforma de Carlos Maximiliano de 1915. Com o objetivo de sanarmos esse problema e de ampliarmos o universo de livros a serem analisados, buscamos em pesquisas que tenham realizado análise de livros didáticos do mesmo período outras indicações de livros de didáticos de Cosmografia. Assim, nos pautamos, também, no trabalho de Sobreira (2005), onde é realizada uma análise de temas cosmográficos em 28 livros de Cosmografia dos séculos XIX e XX.

Para realizar a busca dos livros didáticos de Cosmografia do período em estudo, fizemos um levantamento no banco de dados LIVRES (Livros Escolares), criado pelo Projeto temático "Educação e Memoria: Organização de acervos de livros didáticos", financiado pela fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP), no acervo do Grupo de Pesquisa Curricular e Livros didáticos de Física do Instituto de Física da USP (IFUSP), no acervo da biblioteca do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) e acervo pessoal. Ao todo foram identificados 15 livros didáticos de Cosmografia. Dentre os livros identificados, utilizando critérios de diversidade autoral, de ano de publicação e de presença temporal (presença anterior e/ou posterior ao período em análise) selecionamos para análise 9 livros didáticos de Cosmografia do período em estudo.

O Quadro 16, a seguir, apresenta os livros didáticos que foram selecionados para análise e suas respectivas localizações em acervos.

Quadro 16: Livros didáticos de Cosmografia selecionados para análise.

No.	TITULO	AUTOR	EDITORA	ANO	LOCALIZAÇÃO
I	Elementos de Cosmographia	Henrique Martins	Cunha & Irmão	1897	Biblioteca do IAG
II	Leçons de Cosmographie	François Tisserand e Henri Andoyer	Librairie Armand Colin - Paris	1907	Biblioteca do IAG
III	Elementos de Cosmographia	F. I. C (Eugenio de Barros Gabaglia – Adaptador)	Garnier	1919	IFUSP
IV	Cosmographia	Coelho Lisboa e Etienne Brasil	Leite Ribeiro & Maurillo – Rio de Janeiro	1919	Biblioteca do IAG
V	Elementos de Cosmographia e Geographia Geral, 8ª Ed	Ezequiel de Moraes Leme	Melhoramentos	1922	IFUSP

VI	Curso de Cosmographia Elementar: Por uma reunião de professores	F. T. D	F.T.D	1923	Grupo de pesquisa em livros didáticos (IFUSP)
VII	Noções de Cosmographia	Affonso Guerreiro Lima	Livraria do Globo	1931	LIVRES
VIII	Lições de Cosmographia, 2ª Ed	Mario da Veiga Cabral	Livraria Jacintho	1932	Grupo de pesquisa em livros didáticos (IFUSP); LIVRES
IX	Compendio de Cosmografia	Pe. Godofredo Schrader S. J	Livraria do Globo	1933	LIVRES

Os quatro primeiros livros foram escolhidos com base na análise dos programas curriculares do Colégio Pedro II, de modo que, estas obras podem ser consideradas representativas do período em que foram indicadas, ou seja, entre as reformas de Epitácio Pessoa (1899) e a de Rocha Vaz (1925), estas obras foram indicadas para o ensino da Astronomia. Os demais livros que completam o acervo de obras analisadas foram selecionados com base na presença em bibliotecas, o que configura, de certa forma, como importantes livros didáticos de Cosmografia do início do século XX.

4.3. Sobre os autores e os livros didáticos de Cosmografia analisados

4.3.1. Henrique Martins

Nas reformas de 1898 e 1899 foi indicado para o ensino de Cosmografia o livro *Elementos de Cosmographia* de Henrique Augusto Eduardo Martins (1853 - ?). O livro surgiu como texto complementar ou alternativo à obra de F.I.C., sendo ambos citados para o estudo de Cosmografia na cadeira de Geografia (VECHIA E LORENZ, 1998, p. 169; LORENZ, 2010).

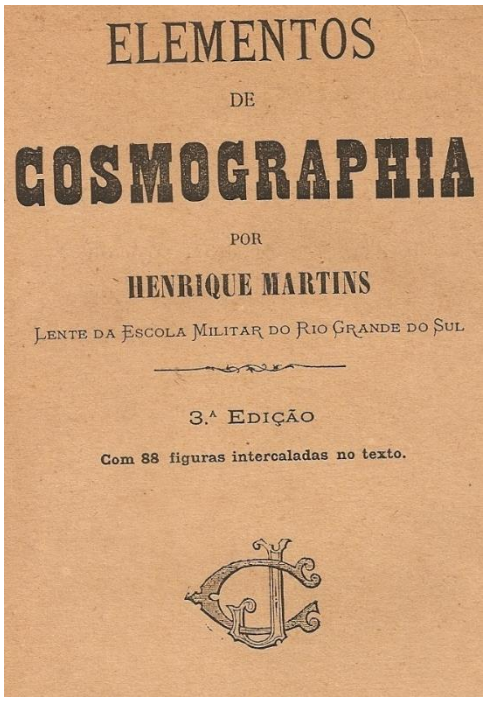

ELEMENTOS
DE
COSMOGRAPHIA
POR
HENRIQUE MARTINS
LENTE DA ESCOLA MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL
3.ª EDIÇÃO
Com 88 figuras intercaladas no texto.

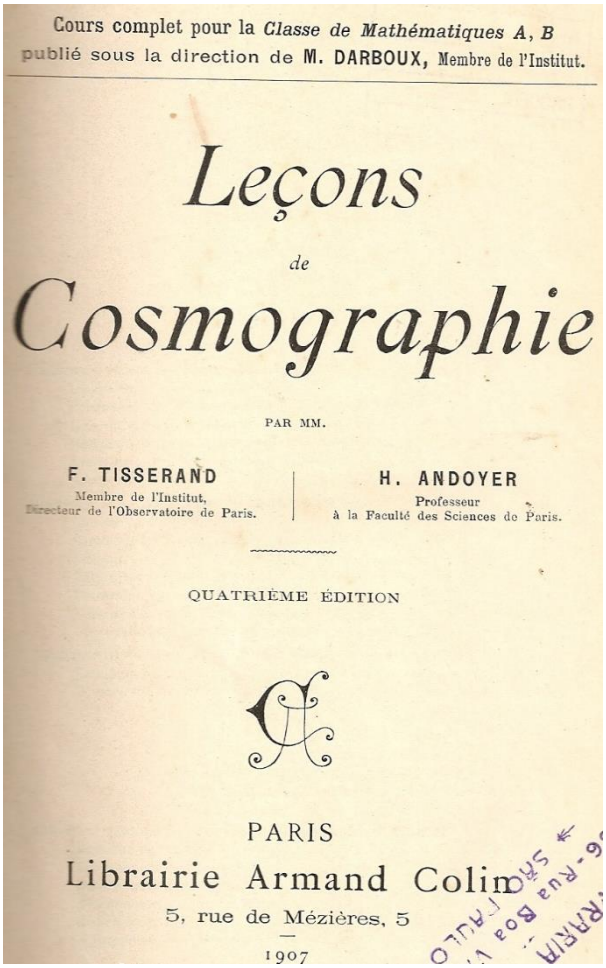
Figura 2: Folha de rosto do livro Elementos de Cosmographia, de 1897. (**FONTE**: Martins, 1897)

O livro *Elementos de Cosmographia* foi publicado originalmente no Rio de Janeiro em 1881 e aprovado pelo Conselho da Instrução Pública em janeiro de 1882 (LORENZ, 2010, p. 325). Analisamos a 3ª edição de 1897, dos editores Cunha & Irmão.

Henrique Augusto Eduardo Martins, doutor em Ciências Físicas e Matemáticas, foi tenente-coronel do corpo de engenheiros e professor da matéria de Geografia no curso preparatório da Escola Militar do Rio Grande do Sul. Martins contribuiu para o ensino secundário de Geografia e de Cosmografia com a publicação do seu livro *Elementos de Cosmographia* e de uma segunda obra intitulada de *Geographia elementar*, ambas as obras redigidas para o uso dos seus alunos (LORENZ, 2010, p. 325).

4.3.2. François Tisserand e Henri Andoyer

O livro *Elementos de geographia moderna e cosmographia* de Pedro José de Abreu predominou no ensino de Cosmografia no Colégio Pedro II durante a maior parte da segunda metade do século XIX (VECHIA E LORENZ, 1998; LORENZ, 2010), sendo substituído em 1895 pela obra francesa *Leçons de Cosmographie* de Tisserand e Andoyer, a qual foi citada e utilizada para o estudo da Cosmografia no Colégio Pedro II até 1915, juntamente com as obras de Martins e F.I.C Este livro integrava o *Cours complet de mathematiques élémentaires* organizado por Gaston Darboux, professor da *Faculté des Sciences* de Paris (LORENZ, 2010, P. 326). O livro *Leçons de Cosmographie* foi reimpresso diversas vez, sendo que selecionamos para análise a 4ª edição, datada de 1907 da editora Librairie Armand Colin.


Cours complet pour la *Classe de Mathématiques A, B*
publié sous la direction de M. DARBOUX, Membre de l'Institut.

Leçons
de
Cosmographie

PAR MM.

F. TISSERAND
Membre de l'Institut,
Directeur de l'Observatoire de Paris.

H. ANDOYER
Professeur
à la Faculté des Sciences de Paris.

QUATRIÈME ÉDITION

PARIS
Librairie Armand Colin
5, rue de Mézières, 5
1907

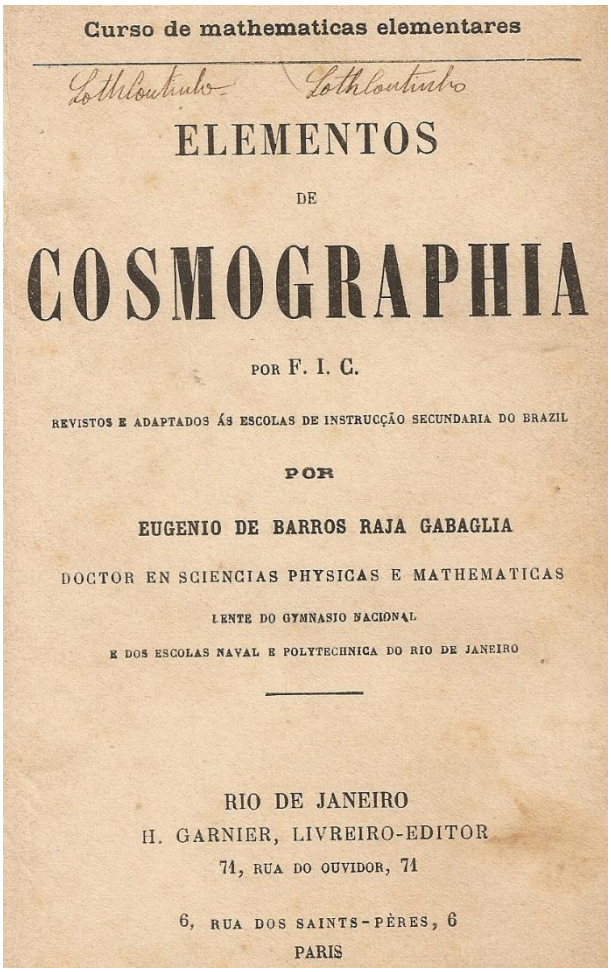
Figura 3: Folha de rosto do livro Leçons de Cosmographie, de 1907. (**FONTE**: Tisserand e Andoye, 1907)

François Félix Tisserand (1845 – 1896), astrônomo francês, atuou como astrônomo adjunto do Observatório de Paris em 1866 e diretor do observatório de Toulouse em 1873. Foi também professor da *Sorbonne* em 1883, onde regeu a cadeira de Mecânica Celeste. Marie Henri Andoyer foi um astrônomo e matemático

que atuou como professor de Astronomia na Faculdade de Ciências de Paris no início do século XX, além de ser membro do *Bureau des Longitudes*[15].

4.3.3. F.I.C. (Tradução Raja Gabaglia)

A ordem dos *Frères de l'Instruction Chrétienne*, ou F.I.C., foi fundada em 1819 em Ploërmel, no departamento francês de Morbihan, e, seguindo o modelo dos Irmãos Lassalistas[16], dedicou-se à educação de jovens na França e no exterior. Todos os livros produzidos pelos *Frères de l'Instruction Chrétienne* são identificados pela sigla "F.I.C." nas capas. Este fato deve-se a prática quanto a publicação de livros seguidas pelos Irmãos de La Salle e por outras ordens religiosas francesas nos séculos XVIII e XIX, que era a de indicar a sigla da ordem ao invés de indicar o nome do autor ou autores do livro, relegando-os ao anonimato (LORENZ, 2010).


Curso de mathematicas elementares

ELEMENTOS

DE

COSMOGRAPHIA

POR F. I. C.

REVISTOS E ADAPTADOS ÁS ESCOLAS DE INSTRUCÇÃO SECUNDARIA DO BRAZIL

POR

EUGENIO DE BARROS RAJA GABAGLIA

DOCTOR EN SCIENCIAS PHYSICAS E MATHEMATICAS

LENTE DO GYMNASIO NACIONAL

E DOS ESCOLAS NAVAL E POLYTECHNICA DO RIO DE JANEIRO

RIO DE JANEIRO

H. GARNIER, LIVREIRO-EDITOR

71, RUA DO OUVIDOR, 71

6, RUA DOS SAINTS-PÈRES, 6

PARIS

Figura 4: Folha de rosto do livro Elementos de Cosmographia por F.I.C., de 1919. (**FONTE**: F.I.C., 1919)

A obra *Elementos de Cosmographia* por F.I.C., traduzida e adaptada por Eugênio de Barros Raja Gabaglia, originou-se de uma coletânea de livros didáticos impressos na França na década de 1870, sob o título de *Cours de*

[15] Instituição científica francesa, fundada em 1795, é responsável pelo incremento da navegação, padronização do tempo e observações geodésicas e astronômicas.

[16] O Instituto dos Irmãos das Escolas Cristãs – *Fratum Scholarum Christianorum, FSC – também conhecido como Irmãos de La Salle ou Irmãos Lassalistas, é uma congregação religiosa de irmãos leigos, fundada por São João Batista de La Salle.* A congregação reúne cerca de 4.500 irmãos e educa aproximadamente um milhão de alunos em mais de 80 países

mathématiques élémentaires[17] da F.I.C. Este livro, que teve várias reedições, foi adotado para o ensino de Cosmografia no Colégio Pedro II, primeiramente, no programa de 1895, sendo citado nos programas subsequentes até a reforma de Carlos Maximiliano de 1915 (VECHIA E LORENZ, 1998; LORENZ, 1995). Selecionamos para nossa análise a edição de 1919.

Os livros que compunham o *Cours de mathématiques élémentaires* da F.I.C., incluindo o *Elementos de Cosmographia*, foram traduzidos e adaptados para uso no Brasil por Eugenio de Barros Raja Gabaglia, Engenheiro Geógrafo, Engenheiro Civil, Engenheiro de Minas e Bacharel em Ciências Físicas e Matemáticas pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Ao longo da sua carreira, atuou como professor catedrático em diversas instituições de renome na então capital brasileira (Instituto Bernardo de Vasconcellos, Externato Aquino, Escola Normal da Corte, Colégio Militar do Rio de Janeiro e Escola Naval). Foi diretor e professor de matemática do Colégio Pedro II de novembro de 1912 a 1914. Traduziu e foi autor de diversas obras (VALENTE, 2005).

4.3.4. Coelho Lisboa e Etienne Brasil

Na reforma de Carlos Maximiliano em 1915 foi indicado para o ensino de Cosmografia a obra *Cosmographia* dos professores Coelho Lisboa e Etienne Brasil. O livro surgiu como texto alternativo ou complementar à obra de F.I.C., adotada no Colégio Pedro II desde a reforma de 1894, sendo ambos os livros indicados para o estudo da Cosmografia na cadeira de Geografia (VECHIA E LORENZ, 1998, p. 169).

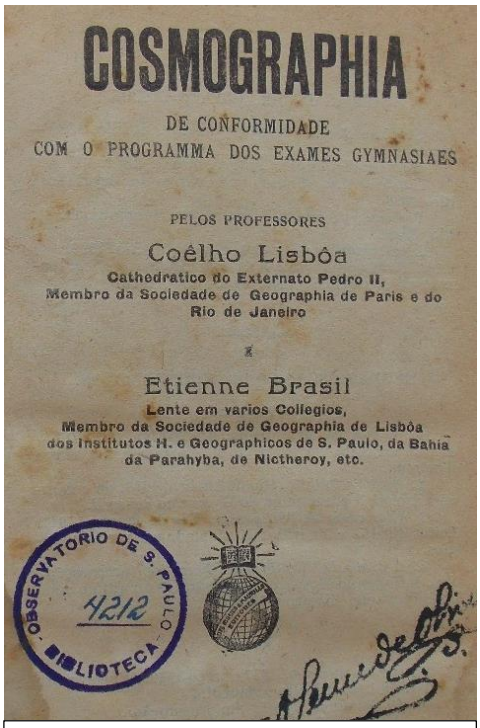

COSMOGRAPHIA
DE CONFORMIDADE
COM O PROGRAMMA DOS EXAMES GYMNASIAES
PELOS PROFESSORES
Coélho Lisbôa
Cathedratico do Externato Pedro II,
Membro da Sociedade de Geographia de Paris e do Rio de Janeiro
e
Etienne Brasil
Lente em varios Collegios,
Membro da Sociedade de Geographia de Lisbôa dos Institutos H. e Geographicos de S. Paulo, da Bahia da Parahyba, de Nictheroy, etc.

Figura 5: Folha de rosto do livro Cosmographia, de 1919. (**FONTE**: Lisboa e Brasil, 1919)

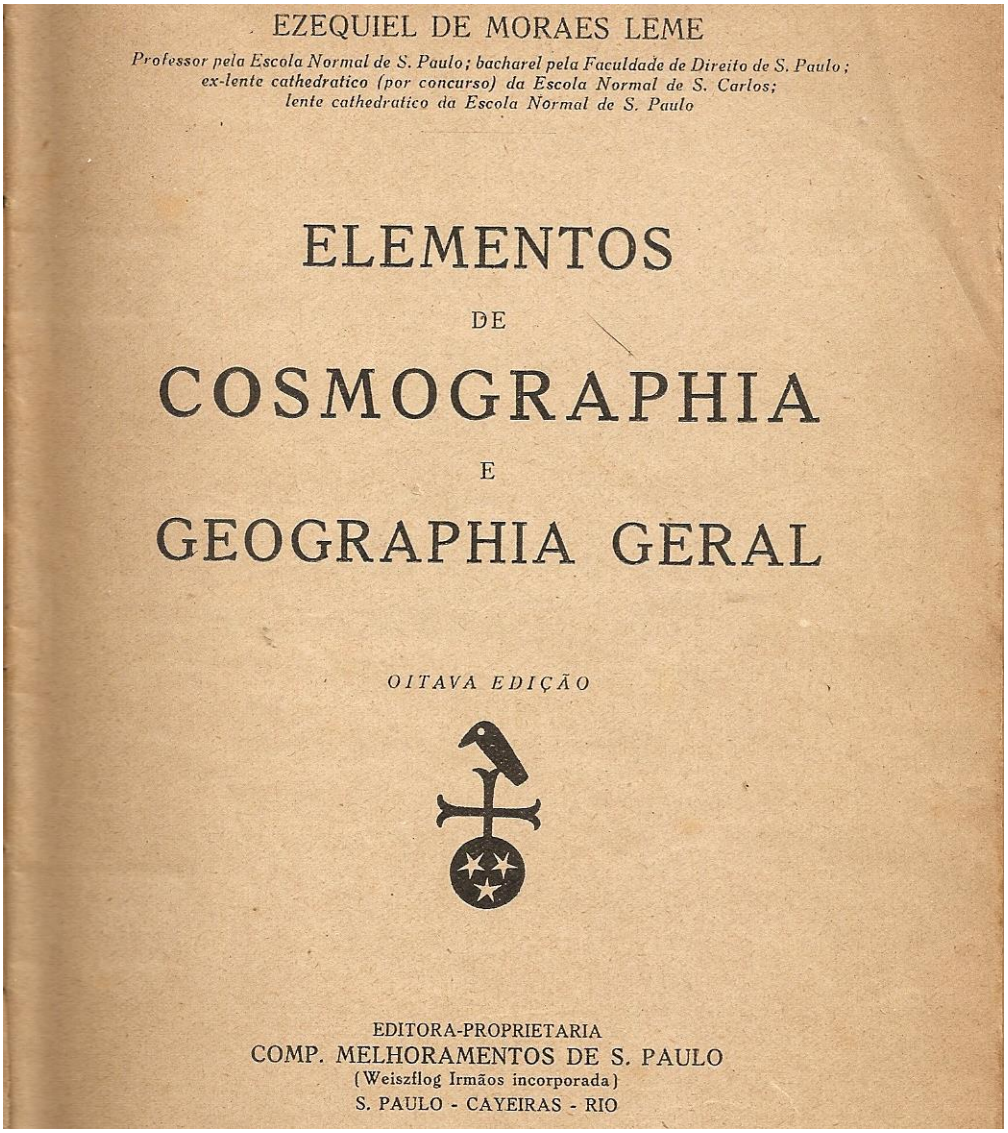
Coelho Lisboa atuou como professor catedrático de Geografia do Colégio Pedro II, além de ser membro da Sociedade de Geografia de Paris e do Rio de Janeiro. O professor Etienne Brasil atuou como lente em vários colégios e foi

[17] Esta coletânea era composta de oito livros: Élémens d'arithmétique, Élémens d'algèbre, Élémens d'géométrie, Élémens d'trigonométrie, Élémens d'arpentrage et de nivellement, Élémens d'géompetrie descriptive, Élémens d'mécanique e Élémens d'cosmographie.

membro da Sociedade de Geografia de Lisboa e do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo, da Bahia, da Paraíba e de Niterói. A edição analisada é a de 1919, da editora Leite Ribeiro e Maurillio.

4.3.5. Ezequiel de Moraes Leme

O livro didático *Elementos de Cosmographia e Geogrphia Geral* foi escrito pelo professor Ezequiel de Moraes Leme, bacharel pela faculdade de Direito de São Paulo. Leme atuou como professor catedrático de Cosmografia e Geografia pela Escola Normal de São Paulo e de São Carlos, contribuindo para o ensino de Cosmografia e Geografia com sua principal obra – *Elementos de Cosmographia e Geogrphia Geral* – que teve várias reedições. Analisamos a oitava edição de 1922 da editora Melhoramentos.


EZEQUIEL DE MORAES LEME

Professor pela Escola Normal de S. Paulo; bacharel pela Faculdade de Direito de S. Paulo; ex-lente cathedratico (por concurso) da Escola Normal de S. Carlos; lente cathedratico da Escola Normal de S. Paulo

ELEMENTOS

DE

COSMOGRAPHIA

E

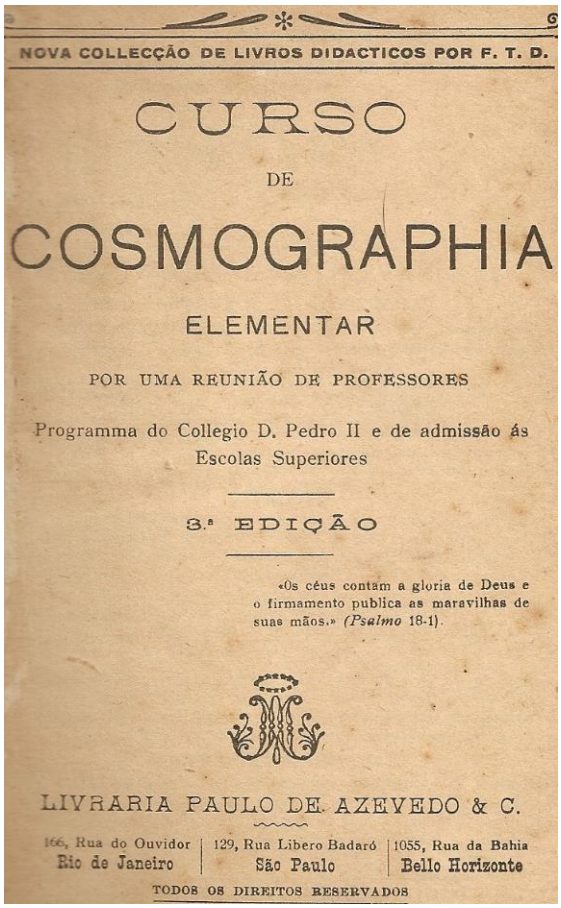
GEOGRAPHIA GERAL

OITAVA EDIÇÃO

EDITORA-PROPRIETARIA
COMP. MELHORAMENTOS DE S. PAULO
(Weiszflog Irmãos incorporada)
S. PAULO - CAYEIRAS - RIO

Figura 6: Folha de rosto do livro Elementos de Cosmographia e Geographia Geral, de 1922. (**FONTE**: LEME, 1922)

4.3.6. F.T.D


NOVA COLLECÇÃO DE LIVROS DIDACTICOS POR F. T. D.

CURSO

DE

COSMOGRAPHIA

ELEMENTAR

POR UMA REUNIÃO DE PROFESSORES

Programma do Collegio D. Pedro II e de admissão ás Escolas Superiores

3.ª EDIÇÃO

«Os céus contam a gloria de Deus e o firmamento publica as maravilhas de suas mãos.» (*Psalmo* 18-1).

LIVRARIA PAULO DE AZEVEDO & C.

166, Rua do Ouvidor Rio de Janeiro | 129, Rua Libero Badaró São Paulo | 1055, Rua da Bahia Bello Horizonte

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

Figura 7: Folha de rosto do livro Curso de Cosmographia Elementar, de 1923. (**FONTE**: F.T.D., 1923)

O livro didático – *Curso de Cosmographia Elementar: Por uma reunião de professores* – que foi reeditado várias vezes e amplamente utilizado nas escolas secundárias do início do século XX, originou-se, na década de 1910, de uma coleção de livros didático de Geografia, de História do Brasil, de História Universal e de Cosmografia da editora F.T.D., dos Irmãos Maristas. Selecionamos para análise a 3ª edição do livro *Curso de Cosmographia Elementar: Por uma reunião de professores* de 1923.

A Editora F.T.D. foi fundada no Brasil, em 1902, pelos Irmãos Maristas na área de educação. A partir daí, dedicaram-se às tarefas de traduzir os livros de currículo comum à França e ao Brasil, de criar textos para o ensino da Língua Portuguesa, de História e de Geografia do Brasil e de produzir os primeiros atlas escolares brasileiros.

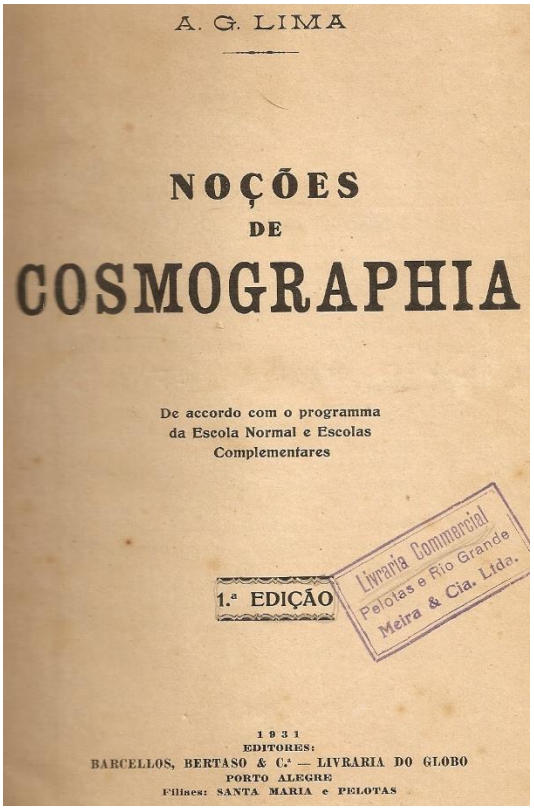
As iniciais da Editora F.T.D. são uma homenagem a Frère Théophane Durand, Irmão Superior-Geral do Instituto Marista[18] de 1883 a 1907. Igualmente à outras ordens religiosas da França no início do século XX, os livros didáticos produzidos pela F.T.D. não eram identificados pelo autor, mas, sim, pela sigla da ordem religiosa.

[18] O **Instituto dos Irmãos Maristas** é o nome de uma ordem religiosa fundada em 2 de janeiro de 1817 por Marcelino Champagnat no povoado de La Valla, na França. Igualmente à outras ordens religiosas da França, como, por exemplo, os Imãos Lassalistas, a ordem religiosa dos Irmãos Maristas dedicava-se a educação e a evangelização de crianças e jovens.

4.3.7. Affonso Guerreiro Lima

Affonso Guerreiro Lima, autor da obra *Noções de Cosmographia*, foi professor e dedicou sua carreira ao magistério estadual em Porto Alegre. Além de sua inserção na escola, foi um dos sócios fundadores do Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul, fundado em cinco de agosto de 1920. Além de livros de Cosmografia, também escreveu livros de história e geografia, dedicados ao Rio Grande do Sul. É autor da Cronologia da história rio-grandense de 1916.

Selecionamos para análise a primeira edição do livro *Noções de Cosmographia* de 1931, das editoras Barcellos, Bertaso e da Livraria do Globo.


A. G. LIMA

NOÇÕES
DE
COSMOGRAPHIA

De accordo com o programma
da Escola Normal e Escolas
Complementares

1.ª EDIÇÃO

Livraria Commercial
Pelotas e Rio Grande
Meira & Cia. Ltda.

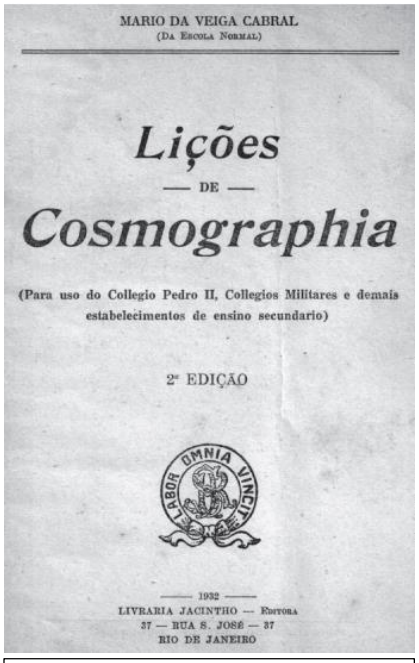
1931
EDITORES:
BARCELLOS, BERTASO & C.ª — LIVRARIA DO GLOBO
PORTO ALEGRE
Filiaes: SANTA MARIA e PELOTAS

Figura 8: Folha de rosto do livro Noções de Cosmographia, de 1931. (**FONTE**: Lima, 1931)

4.3.8. Mario Vasconcellos da Veiga Cabral

O livro didático *Lições de Cosmographia* foi escrito pelo Engenheiro Agrimensor Mário Vasconcellos da Veiga Cabral, o qual atuou como professor na Escola Normal e no Ginásio 28 de Setembro no Rio de Janeiro, além de ser membro de várias instituições cientificas e literárias da sua época. Não atuou como professor no Colégio Pedro II, porém seus livros foram amplamente utilizados nesse estabelecimento.

A obra *Lições de Cosmographia* de Cabral teve 6 edições, sendo a primeira edição de 1931 e a última de 1959, o que confere a obra uma certa relevância para o ensino de Cosmografia. Analisamos a 2ª edição de 1932 da editora Livraria Jacintho.


MARIO DA VEIGA CABRAL
(Da Escola Normal)

Lições
— DE —
Cosmographia

(Para uso do Collegio Pedro II, Collegios Militares e demais estabelecimentos de ensino secundario)

2ª EDIÇÃO

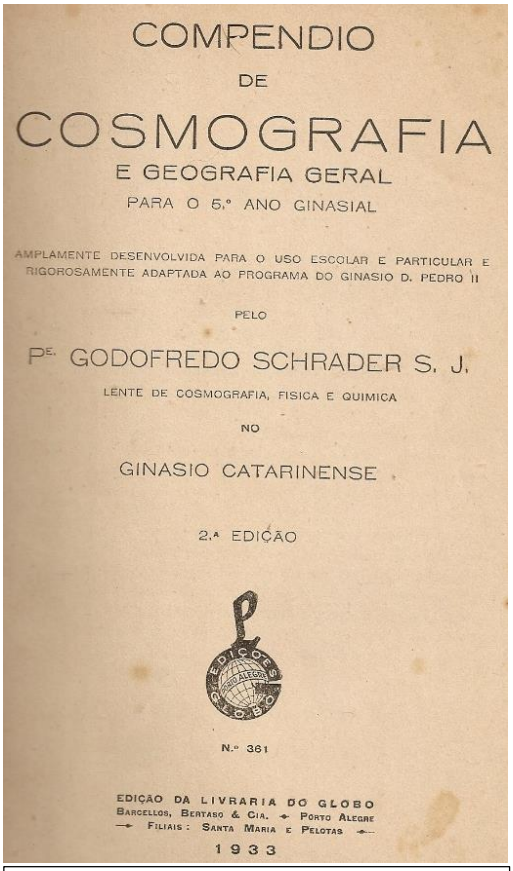
LABOR OMNIA VINCIT

— 1932 —
LIVRARIA JACINTHO — Editora
37 — RUA S. JOSÉ — 37
RIO DE JANEIRO

Figura 9: Folha de rosto do livro Lições de Cosmographia, de 1932. (**FONTE**: Cabral

4.3.9. Schrader

O livro *Compendio de Cosmografia* foi escrito pelo Padre Godofredo Schrader. Nascido em 1875 em Metz, Alemanha, Schrader ingressou em 1898 na Companhia de Jesus na Holanda, onde estudou Filosofia na Faculdade do Colégio Santo Inácio de Valkenburg. Nesse curso dava-se especial ênfase às ciências positivas, como Física, Química, Matemática, História Natural e Astronomia. Schrader dedicou-se particularmente à Astronomia, campo para o qual contribui com importantes publicações. Atuou como professor das disciplinas de Química, Física, Matemática, Geometria, Mecânica, História Natural, Religião e Cosmografia (AIRES, 2006). Selecionamos para análise a 2ª edição do seu livro de 1933 da editora Livraria do Globo.


COMPENDIO
DE
COSMOGRAFIA
E GEOGRAFIA GERAL
PARA O 5.º ANO GINASIAL

AMPLAMENTE DESENVOLVIDA PARA O USO ESCOLAR E PARTICULAR E RIGOROSAMENTE ADAPTADA AO PROGRAMA DO GINASIO D. PEDRO II

PELO

Pe. GODOFREDO SCHRADER S. J.

LENTE DE COSMOGRAFIA, FISICA E QUIMICA

NO

GINASIO CATARINENSE

2.ª EDIÇÃO

N.º 361

EDIÇÃO DA LIVRARIA DO GLOBO
BARCELLOS, BERTASO & CIA. — PORTO ALEGRE
— FILIAIS: SANTA MARIA E PELOTAS —
1933

Figura 10: Folha de rosto do livro Compendio de Cosmografia, de 1933. (**FONTE**: Schrader, 1933)

4.4. Estudo dos conteúdos de Astronomia dos livros

Utilizando como referência básica o texto de Vechia e Lorenz (1998) que analisa os programas de ensino propostos para o Colégio Pedro II de 1850 a 1951 e a pesquisa de Hosoume, Leite e Carlo (2010) que particulariza o estudo nos currículos de Astronomia, foi feito, primeiramente, uma leitura flutuante do material (BARDIN, 2011), com o propósito de identificarmos os conteúdos da Astronomia presentes em cada um dos livros analisados e de definirmos critérios e categoriais para a análise.

Frente à necessidade de se obter uma visão geral da Astronomia proposta nestes livros didáticos, dividimos a análise dos dados em duas fases: Na primeira fase, utilizando critérios de análise previamente definidos, foi realizado um levantamento dos conteúdos da Astronomia presentes nos livros didáticos de Cosmografia. Dando continuidade, os conteúdos presentes nos livros foram classificados por categorias de análise e dispostos em uma tabela, na qual é possível observar as continuidades e as tendências no desenvolvimento dos conteúdos ao longo do tempo. Numa segunda

fase, voltamos nosso olhar para as principais características dos conteúdos de Astronomia nos livros didáticos em análise. Após a definição de novos critérios e categoriais de análise, foram selecionados, com base na presença ao longo do tempo, conteúdos distintos, os quais foram submetidos à uma análise cuidadosa no intuito de investigarmos a abordagem da Astronomia nos livros didáticos de Cosmografia do início do século XX.

4.4.1. Primeira fase: identificação dos conteúdos da Astronomia nos livros

Para compreender os conteúdos da Astronomia presentes em cada um dos livros didáticos de Cosmografia foi necessário elaborar critérios de análise que evidenciassem, de alguma forma, as continuidades e as tendências no desenvolvimento dos mesmos. Após leitura cuidadosa dos livros de Cosmografia, foram realizadas diversas tentativas de classificação que possibilitassem uma sistematização que tornasse compreensível os elementos astronômicos privilegiados nas obras analisadas (BARDIN, 2011). Posteriormente a uma reflexão sobre as categorias definidas, verificou-se que as definidas no trabalho de Hosoume, Leite e Carlo (2010) seriam suficientes para caracterizar adequadamente os elementos presentes nas obras. Desta maneira, foram utilizadas as seguintes categorias de análise: – “1. Observação da superfície da Terra; 2. Fenômenos cíclicos; 3. Sistema Solar; 4. Terra; 5. Atração gravitacional; 6. Universo e 7. História e cultura”, cada uma delas, por sua vez, subdividida em subcategorias mais especificas (HOSOUME; LEITE; CARLO, 2010, p. 197). O Quadro a seguir, apresenta a descrição de cada uma destas categorias.

Quadro 17: Categorias de análise da primeira fase.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
1. Observação da superfície da Terra	*Conteúdos que envolvam elementos relacionados à observação do céu, como astros visíveis da Terra (Sol, Lua e estrelas), métodos de observação, instrumentos de observação, correções nas observações e coordenadas de localização dos elementos no céu (coordenadas esféricas).*
2. Fenômenos cíclicos	*Conceitos relacionados a fenômenos naturais que ocorrem periodicamente, tais como os dias e as noites, estações do ano, fases da Lua e eclipses. Também fazem parte desta categoria de análise, temas que abordam a relação do homem com o tempo e a cultura, como calendários (Gregoriano, Juliano etc.) e festas moveis (Páscoa, Carnaval etc.)*

3. Sistema Solar	*Conceitos relativos à caracterização dos astros que constituem o Sistema Solar, como Sol, Lua, planetas, satélites, cometas, meteoros, bólidos e estrelas cadentes.*
4. Terra	*Temas relativos à caracterização do planeta Terra, como, por exemplo, suas dimensões, seu formato, seu posicionamento no cosmo, sistemas de localização na superfície da Terra (latitude, longitude, pontos cardeais, meridianos e paralelos) e "movimentos" da Terra (descrição do movimento de rotação e translação).*
5. Atração gravitacional	*Temas que relacionam ou envolvem a lei geral da gravitação, como órbita dos planetas, leis de Newton, Kepler e Bode[19].*
6. Universo	*Conteúdos que envolvam a caracterização e a classificação de objetos constitutivos do Universo, como estrelas, nebulosas, galáxias e constelações.*
7. História e cultura	*Temas que tratam de modelos explicativos da organização dos astros, como o geocêntrico e o heliocêntrico, da organização cósmica dos povos antigos, como sistemas planetários de Erastóstenes ou egípcios e da origem e evolução cósmica da Terra. Outros elementos históricos, como a evolução dos equipamentos astronômicos, também estão nessa categoria.*

(**FONTE**: Hosoume, Leite e Carlo, 2010.)

Os resultados da análise estão no Quadro 18, onde são apresentadas as sete categorias de conteúdos da Astronomia propostos para serem desenvolvidos nos diferentes livros de Cosmografia do início do século XX. As células escurecidas da tabela indicam a presença desses conteúdos nos livros didáticos analisados.

[19] Lei de Titus-Bode (1766): relação empírica que fornece aproximadamente as distâncias dos planetas ao Sol.

Quadro 18: Presença da Astronomia nos livros didáticos de Cosmografia analisados.

Categorias		***Livros Didáticos***								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1. Observação da superfície da Terra	Céu (características gerais)	■	■	■		■	■	■	■	■
	Esfera celeste	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Coord. Esféricas	■	■	■	■		■		■	■
	Instrumentos óticos	■	■	■	■		■		■	■
	Observatório								■	
	Métodos de observação	■	■	■			■			
	Correção de observação	■							■	
	Constelações	■	■	■	■	■	■			
	Lua	■	■							
	Sol	■	■		■					
2. Fenômenos cíclicos	Estrelas	■	■					■		■
	Dia e noite	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Estações do ano	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Fases da Lua	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Eclipses	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Festas móveis	■		■					■	■
	Calendários	■	■	■	■		■	■	■	■
	Marés	■	■	■	■		■	■	■	■
	Fuso horário					■	■	■	■	■
	Movimentos da Terra	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3. Sistema Solar	Sistema Solar (geral)	■		■		■		■		
	Planetas	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Sol	■	■	■	■	■	■	■	■	■

	Lua	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Meteoro, estrela cadente, bólido	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Satélites	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Cometas	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4. Terra	Escala e/ou dimensões	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Orientação		■			■			■	
	Localização no espaço	■			■				■	
	Sistema de coordenadas	■	■	■		■		■	■	■
	Globo e/ou forma	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5. Atração Gravitacional	Gravitação universal	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Órbita planetas	■	■	■	■		■		■	■
	Leis de Newton									
	Lei de Bode	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Leis de Kepler	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6. Universo	O Universo					■	■			
	Estrelas	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Constelação	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Constelação Zodiacal		■		■	■	■		■	■
	Nebulosas	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7. História e Cultura	Modelos	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Origem e evolução da Terra	■	■		■	■		■	■	■
	Instrumentos Óticos									
	História da Astronomia		■	■			■		■	

Examinando o Quadro 18 é possível inferir que os livros didáticos de Cosmografia que figuraram no ensino da Astronomia durante o período desta pesquisa apresentam uma vasta gama de conteúdos ligados à esta Ciência,

principalmente aqueles ligados as categorias Fenômenos Cíclicos, Sistema Solar, Terra, Atração Gravitacional e Universo. Esse fato nos sugere a importância atribuída ao ensino da Astronomia no ensino secundário da época, o qual tinha por objetivo a preparação para os exames de ingresso nos cursos superiores da Academia da Marinha e os da Escola Militar.

Em termos de conteúdos da Astronomia abordados nos diferentes livros, no Quadro 18 é possível observar a presença acentuada de temas relativos à "Observação da superfície da Terra", como céu, esfera celeste, coordenadas esféricas e instrumentos óticos; Observatório e correção de observação estão na minoria dos livros; Métodos de observação, Lua e Sol têm presença significativa até o final da década de 1910; e constelações desaparecem a partir de 1930. Já fenômenos cíclicos como dia e noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses, calendários, marés, fuso horário (a partir de 1920) e movimentos da Terra estão presentes na quase totalidade dos livros, indicando uma certa tendência na abordagem destes temas. O mesmo ocorre com os temas relacionados a caracterização dos astros que compõem o Sistema Solar. A descrição da Terra em termos da sua forma, do sistema de coordenadas geográficas e das suas dimensões também está presente na maioria dos livros de Cosmografia. Gravitação Universal, órbitas dos planetas, Lei de Bode e Leis de Kepler estão presentes na quase totalidade dos livros; a caracterização do comportamento de corpos em movimento sujeitos a uma força ou não – identificada como Leis de Newton[20] – está completamente ausente nos livros. Excetuando o Universo, presente apenas na década de 1920, os demais elementos do Universo (como estrelas, constelações e nebulosas) estão presentes na grande maioria dos livros. Elementos históricos e de cultura como os modelos explicativos do Sistema Solar e teorias cosmogônicas sobre a origem e evolução da Terra estão presentes, praticamente, em todos os livros.

Olhando de forma específica cada uma das categorias, na caracterização de elementos presentes no Céu a partir de observações realizadas da Terra, no Quadro acima, observa-se por um lado a presença significativa de temas relacionados com o posicionamento de corpos celestes no céu, como, por exemplo, esfera celeste,

[20] Leis de Newton é uma expressão designada às três Leis do Movimento (Princípio da Inércia, Princípio fundamental da dinâmica e Princípio da ação e reação) que constituem a base primária para a compreensão dos comportamentos estático e dinâmico dos corpos materiais, em escalas quer celeste quer terrestres.

coordenadas esféricas e instrumentos óticos, e, por outro lado, a quase total ausência de temas ligados a observação do céu, tais como observatório, métodos de observação, correção de observação, Lua e Sol. A ênfase em temas sobre a determinação da posição de corpos na esfera celeste pode ser compreendida em função dos exames de ingresso dos cursos superiores da Academia da Marinha e os da Escola Militar, os quais abrangiam conhecimentos astronômicos aplicáveis à navegação e à demarcação de limites territoriais. Já a ausência de temas relativos a observação do céu, indica que a grande maioria dos livros não considera importante estes temas, de modo que, o tema observatório presente apenas no livro de Cabral (1932) resume-se, apenas, à uma identificação dos observatórios astronômicos existente no mundo daquela época.

A presença acentuada de conteúdos que revelam as características e as propriedades de fenômenos astronômicos observados periodicamente na superfície do nosso planeta, indica a importância atribuída pelos autores na abordagem de fenômenos cíclicos que são significativos para as transformações e conservações de fenômenos naturais terrestres. Levando-se em conta que a disciplina de Cosmografia em vários programas de ensino estava compartilhada com a disciplina de Geografia, a significativa presença de temas relativos a fenômenos cíclicos nos livros pode ser explicada pelo fato destes conteúdos estarem na interface entre os estudos da Astronomia e os da Geografia (SOBREIRA, 2005).

Na categoria *"Sistema Solar"* estão presentes elementos que se referem à constituição e à dinâmica dos corpos celestes que constituem o Sistema Solar. Excetuando o tema Sistema Solar (geral) que está presente apenas nos livros de Martins (1897), F.I.C. (1919), Leme (1922) e Lima (1931), os demais estão presentes na totalidade dos livros analisados, evidenciando a importância atribuída pelos autores na caracterização de corpos celestes como o Sol, os planetas, os satélites naturais, os cometas, os meteoros, as estrelas cadentes e os bólidos. Essa grande ênfase no estudo dos corpos celestes do Sistema Solar e de suas relações, pode ser compreendida em função dos objetivos da ciência cosmográfica, os quais resumiam-se na caracterização, tanto do ponto de vista de descrição como de relações, do universo daquela época, isto é, da Terra e dos corpos celestes presentes no céu. Os excertos a seguir ilustram esse fato.

> A Cosmographia é o ramo dos nossos conhecimentos que se occupa com o estudo da Terra, considerada como globo celeste, em suas relações com os outros astros.
> Seu fim é descrever a Terra como astro, sem attender as irregularidades da sua superficie, procurando ao mesmo tempo determinar seu logar relativamente aos outros astros que em numero infinito povoam o Céo. (MARTINS, 1897, p. 9)
>
> A cosmographia tem por objecto a descripção do universo, isto é, da Terra e dos corpos celestes ou astros. (F.I.C., 1919, p. 1)
>
> A descripção simples do universo é denominada Cosmographia (do grego $\kappa o\sigma\mu o\sigma$, “Kosmos”, mundo, universo; e $\gamma\rho\alpha\varphi\omega$, “grapho", descrevo).
> A Cosmographia trata dos movimentos, das distancias e da composição physica dos astros. (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 3)
>
> A Cosmogrphia tem por objecto a descripção do universo e a exposição das leis descobertas pela astronomia. (LEME, 1922, p. 5)
>
> Cosmografia é a ciência que estuda o Universo sem detalhe, citando apenas as leis que regem o movimento dos corpos celestes, mas sem demonstrá-las. (CABRAL, 1932, p. 11)
>
> CHAMA-SE COSMOGRAFIA A DESCRIÇÃO ASTRONOMICA DO UNIVERSO. (A palavra cosmografia deriva-se do grego e compõe-se de “cosmos”, ordem, ornamento, mundo, universo, e de “graphein”, descrever). O universo, que forma o objeto da cosmografia, compreende todos os astros ou corpos celestes que existem no espaço; a saber: a terra, a lua, o sol, os planetas, os satélites, as estrelas cadentes, os aerólitos e as estrelas fixas, com todas as forças e relações naturais, que ligam estes astros entre si. (SCHRADER, 1933, p. 9)

A caracterização do planeta Terra em termos da sua forma, do sistema de coordenadas geográficas e das suas dimensões, independentemente de suas relações com outros astros, é abordada, na quase totalidade dos livros, na perspectiva de descrevê-la espacialmente e, consequentemente, dar subsídios para a compreensão dos fenômenos que ocorrem na superfície do nosso planeta, tais como dia e noite e estações do ano. De maneira análoga aos fenômenos cíclicos, os temas relativos à caracterização da Terra podem ser entendidos em função destes estarem na interface entre os estudos da Astronomia e da Geografia, principalmente a Geografia astronômica ou matemática, que visa, sobretudo, a caracterização da forma do planeta Terra, das dimensões terrestre e da determinação da posição e das distancias dos lugares terrestres por meio dos astros (SOBREIRA, 2005).

Na categoria *“Atração Gravitacional”* encontram-se elementos que caracterizam a dinâmica, do ponto de vista de forças e relações naturais, dos corpos que constituem o Sistema Solar. Assim, excetuando o tema *“Leis de Newton”* que não está presente em nenhum livro, a forte presença de conteúdos como Gravitação Universal, Órbitas dos planetas, Lei de Bode e Leis de Kepler, nos indica a importância atribuída na perfeita caracterização dos corpos constituintes do Sistema Solar, não

apenas do ponto de vista de uma descrição rasa, mas, também, do ponto de vista de suas interações.

Os temas relativos à categoria *"Universo"* referem-se à caracterizações e classificações de elementos astronômicos que se situam além do nosso Sistema Solar, como estrelas, constelações e nebulosas. Assim, a presença acentuada destes temas nos livros analisados, indica que as propostas de ensino da Astronomia do início do século XX consideravam, de certo modo, importantes as caracterizações de elementos astronômicos que vão além do Sistema Solar, revelando uma visão de universo abrangente.

Em *"História e Cultura"* estão presentes temas que revelam processos históricos e culturais do desenvolvimento da Astronomia, os quais difundiram o conhecimento do Universo através dos povos e do tempo, mostrando como o espirito humano progrediu passo por passo no entendimento do Cosmos. Deste modo, pela análise do Quadro 19, observa-se que o único tema histórico e cultural presente em todos os livros de Cosmografia analisados são os modelos do Sistema Solar, no qual é explorado a evolução histórica dos modelos explicativos da distribuição dos corpos constituintes do Sistema Solar. Origem e evolução da Terra está presente na quase totalidade dos livros analisados, revelando uma certa preocupação dos autores dos livros de Cosmografia em tratarem de temas relativos a cosmogonia[21]. Os demais temas estão ausentes (Instrumentos óticos) ou na minoria dos livros (História da Astronomia).

Olhando de forma geral a presença e a ausência de temas da Astronomia nos livros analisados no período em estudo, final do século XIX e começo do século XX, nota-se que os contextos de observação se restringiam à observação do céu a olho nú, com destaque para temas relacionados ao posicionamento de astros no céu, como, por exemplo, esfera celeste, coordenadas esféricas e instrumentos óticos. O tema observatório está quase que totalmente ausente, marcando presença em apenas um livro (Livro VIII/1931). A observação de constelações, a partir da Terra, está presentes até o final da década de 1920. As observações da Lua e do Sol estão presentes apenas no final do século XIX. O fuso horário, ao contrário, começa a estar

[21] Ciência que trata da origem do mundo e considera as diversas hipóteses sobre o desenvolvimento do Universo.

presente a partir da década de 1920. Já o tema “o Universo” marca sua presença apenas na década de 1920. Por outro lado, temas como dia e noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses, movimentos da Terra, corpos do Sistema Solar, forma da Terra, leis que caracterizam as órbitas planetárias, elementos do Universo e modelos explicativos do Sistema Solar estão presentes na totalidade dos livros dos livros em estudo, indicando certa continuidade no tempo. Essa presença e ausência de temas nos livros de Cosmografia, de certo modo, são elementos que caracterizam a historicidade dos conteúdos da Astronomia propostos a serem ensinados no nosso país.

Em relação a sequência de desenvolvimento dos conteúdos, observou-se que ela se mantém, mais ou menos, semelhante em todos os livros. Iniciando com uma descrição dos elementos presentes no Céu a partir de observações geocêntricas (Categoria 1), os autores caracterizam, na sequência, a superfície da Terra (Categoria 4), abordando conceitos fundamentais para o tratamento, a seguir, dos fenômenos cíclicos (Categoria 2). Feito estas caracterizações, os autores passam para uma descrição dos elementos constituintes do Sistema Solar (Categorias 3 e 5) e finalizam com uma caracterização dos elementos e fenômenos astronômicos que vão além do Sistema Solar (Categoria 6). Para ilustrar esse fato, apresentamos, no anexo, o índice de todos os livros analisados.

4.4.2. Segunda Fase: caracterização dos conteúdos da Astronomia identificados

Devido a extensão das obras analisadas e por elas apresentarem textos semelhantes entre si, quando não idênticos, apresentamos no corpo deste trabalho, com a finalidade de não o torná-lo repetitivo, apenas, os excertos que melhor representam nossas análises. Como nossa amostra de livros tem representantes das quatro primeiras décadas do século XX, tomamos o cuidado de incluir excertos representativos de cada uma das décadas.

4.4.2.1. Primeira categoria: Os conteúdos relativos a observação da superfície da Terra

Temas como “Céu (características gerais) ”, “Esfera Celeste”, “Instrumentos óticos” e “Constelações”, presentes na maior parte dos livros analisados, constituem-se em conteúdos relativos a caracterização do Céu e de elementos presentes nele a

partir de observações geocêntricas. De modo geral, os primeiros capítulos dos livros são dedicados a uma descrição e a uma caracterização do Céu, bem como dos instrumentos e das técnicas empregados em sua investigação.

O Céu é abordado nos livros como sendo o espaço de dimensões infinitas que circunscreve a Terra por todos os lados, aparentando o formato de uma esfera cujo o centro é a vista do observador, apresentando um aspecto azulado durante o dia e preto durante a noite.

> Quando de dia ou de noite elevamos a vista acima de nossas cabeças observamos um espaço immenso circumscrevendo a Terra e envolvendo-a por todos os lados. É o Céo.
> Em qualquer logar da Terra em que o homem se ache collocado, elle tem sempre acima de sua cabeça o Céo; não há parte superior nem inferior, nem direita, nem esquerda; não tem dimensão em sentido algum, é o espaço sem limites, a immensidade, o infinito[22]. (MARTINS, 1897, p. 11)

> Um observador em pleno oceano vê extender-se a superficie das aguas, tomando a forma circular; e percebe acima e em torno de si uma especie de abobada abatida, limitada pelo mar.
> Essa abobada que nos parece azulada durante o dia, e negra durante a noite é o céo; e a linha circular que parece separar o céo do mar é o horizonte phisico ou sensivel. (F.I.C, 1919, p. 1)

> A esphera celeste, em cuja superficie imaginamos todos os astros fixados, é uma esphera ideal que tem por centro a vista do observador e um raio bastante grande para se poder, em comparação, desprezar o da Terra.
> De noite a esphera celeste é preta; de dia, tem um aspecto azulado.
> Leva ainda os nomes de céu, firmamento, abobada celeste. (F.T.D., 1923, p. 3)

> Sabendo, porém, que, em qualquer direção, além da atmosfera, extende-se, infinitamente, o ether, podemos dizer que **o céo é o espaço sem limites que envolve a Terra por todos os lados.** (LIMA, 1931, p. 8)

> O céu é o espaço infinito que envolve a Terra por todos os lados, e no qual a imensas distancias uns dos outros, estão espalhados em numero ilimitado todos os corpos celestes.
> A verdade, porém, é que o céu não tem limites: é a imensidade, é uma esfera ôca que tem por centro a vista do observador e cujo raio é incomensurável. (CABRAL, 1932. P. 13)

Dando continuidade a esta primeira caracterização do Céu, passa-se para uma descrição observacional e uma definição conceitual dos principais corpos celestes observados no Céu a olho nú, os quais, nos capítulos subsequentes, são abordados em maiores detalhes. Deste modo, nos livros didáticos em estudo, a partir de descrições observacionais, são conceituados os principais corpos celestes visíveis no Céu, tais como estrelas, planetas, cometas, nebulosas e constelações, conforme os exemplos a seguir.

---

[22] Os excertos dos livros didáticos que acreditamos serem representativos da nossa análise foram apresentados em sua ortografia original (em português ou em francês).

Quando á noite contemplamos o Céo vemos myriades de pontos brilhar em toda sua extensão, recamando a superfície da abobada celeste, uns parecendo fixos, outros movendo-se segundo leis que os regem.
Todos esses pontos brilhantes, todos esses corpos suspensos no espaço chamam-se astros. Podemos então definir: astros são todos os corpos que brilham na abobada celeste.
[...] Esses astros denominam-se estrellas; elles brilham com luz propria, e são outros tantos sóes eguaes ao que nos allumia.
Outros porém visivelmente movem-se no espaço, mudando continuamente de posição e brilhando com luz que não lhes é propria mas sim reflectida em suas superficies: são os *planetas*.
Há finalmente astros, de fórma extranha e por vezes caprichosa, que apparecem no Céo para logo sumirem-se nas profundezas do espaço, como que errantes, e cujos movimentos, a não ser de um ou outro, não se tem podido determinar com precisão: são os *cometas*.
A par de todos esses astros que brilham no espaço celeste descobrem-se aqui e alli certas manchas esbranquiçadas, como pequenas nuvens de côr leitosa, de fórmas irregulares: são as *nebulosas*. (MARTINS, 1897, p. 11-12)

Os objectos luminosos que se vêm na superficie do ceo, denominão-se astros. Os dous principais são: o Sol e a Lua.
Á olho nú, durante o dia só se vê o Sol, e ás vezes a Lua; durante a noite não se vê o Sol, porem vê-se quasi sempre a Lua, e uma immensidade de astros, apparentemente mui pequenos e comparaveis a simples pontos brilhantes.
Empregando-se uma luneta ou um telescopio, pode-se distinguir em pleno dia muitos astros que á olho nú só se percebem á noite; e pode-se ver durante a noite uma enorme quantidade de astros que pelo fraco brilho são inviziveis á vista desarmada.
Os astros, segundo caracteres que mais tarde serão estudados, se classificam em: estrellas, nebulosas, planetas, satellites de planetas e cometas. (F.I.C., 1919, p. 1-2)

Astro é todo o corpo que gira no espaço. Dividem-se os astros em luminosos e opacos. Distinguiam-se ainda antigamente os astros fixos dos chamados errante, mas essa classificação está abandonada, porque todos os corpos se movem.
Segundo os estudos mais recentes, dividem-se os astros em gazosos e condensados. Os primeiros (as nebulosas) são grandes massas gazosas; os segundos (estrellas, planetas, cometas, bólidos, satellites de planetas) têm uma condensação total ou parcial. (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 6)

Os astros dividem-se em estrellas, planetas e cometas.
Estrellas são astros luminosos, tendo, em geral, volume consideravel. A mais importante, para nós, é o Sol, que, entretanto, não pertence ao numero das estrellas mais volumosas.
Acredita-se que cada estrella ocupe, como o Sol, o centro de um grupo de astros.
Planetas são astros opacos que se movem em torno do Sol, do qual recebem luz e calor. Há planetoides que se movem em torno de alguns planetas: são satellites.
Cometas são astros constituídos de agglomeração de particulas solidas, a que se dá o nome de nucleo.
Além dos astros, há no universo infinito, massas de materia fluida e luminosa chamada materia cosmica. Denominam-se nebulosas. (LEME, 1922, p. 5-6)

Conforme a natureza de sua luz, dividem-se os astros em estrellas, planetas e cometas.
Estrellas são astros luminosos de si mesmo, cuja luz é scintilante.
Planetas são astros opacos que gyram em redor do Sol, do qual recebem luz e calor. Alguns são acompanhados de outros menores, chamados satellites, que gyram em redor do principal.

> Cometas são astros constituidos por um nucleo acompanhado de uma cauda phosphorescente mais ou menos extensa. (LIMA, 1931, p. 9)

> [...] Chamam-se astros todos os corpos que brilham no firmamento. Podemo-los classificar em dois grupos: o dos condensados e o dos gasosos. São astros condensados: as estrêlas, os planetas, os cometas e os satélites. São astros gasosos: as nebulosas.
> *Estrêlas* são astros luminosos, aparentemente fixos na abóbada celeste, e sujeitos a variações de brilho em virtude da cintilação.
> *Planetas* são astros opacos que giram em tôrno do Sol, do qual recebem luz e calor. Ao contrário das estrêlas têm a luz serena e tranqüila.
> *Cometas* são astros que giram ao redor do Sol descrevendo órbitas alongadíssimas, que os torna diferentes dos planetas, dos quais diferem, também, pela forma e composição.
> *Satélites* são astros que giram ao redor dos planetas, enquanto êstes descrevem suas órbitas em tôrno do Sol.
> *Nebulosas* são manchas esbranquiçadas que se encontram espalhadas por diferentes partes da abóbada celeste. (CABRAL, 1932, p. 13-14)

De modo geral, os astros são definidos como sendo qualquer corpo que brilha no céu. Assim, em função da natureza da luz e do movimento destes corpos, eles são classificados em estrelas (corpos que possuem luz própria e estão sujeitos a variações de brilho), planetas (corpos opacos que giram em torno do Sol e não possuem luz própria), satélites (corpos parecidos com os planetas, porém de dimensões menores e giram em torno dos planetas), cometas (astros de forma estranha que descrevem órbitas alongadíssimas em torno do Sol e que apresentam composição diferente da dos planetas) e nebulosas (massas gasosas identificadas como manchas esbranquiçadas que estão espalhadas pelo Universo).

Após a caracterização do Céu e dos principais corpos celestes visíveis nele, verificou-se que os autores de todas as obras discorrem, a partir da descrição do movimento dos astros no Céu, sobre a esfera celeste e seu movimento aparente. Conjuntamente com a descrição do movimento aparente da esfera celeste, são abordadas e definidas diversas propriedades e elementos, tais como eixo do mundo, equador celeste, polos celestes, paralelos celestes, vertical de um lugar, horizonte e coordenadas astronômicas (coordenadas horizontais, coordenadas equatoriais e coordenadas eclípticas). Em todas as obras, a descrição da esfera celeste e de seu movimento é desenvolvida a partir de um referencial geocêntrico, como podemos ver nos excertos a seguir.

> Um observador que se colocar em um logar descoberto elevado afim de contemplar o Céo notará logo depois do desaparecimento do Sol que estrellas, até então invisíveis para elle, brilham no Céo e lentamente caminham no mesmo sentido do Sol; verá mais a cada instante novas estrellas apparecerem de um lado para ir desapparecer do lado oposto.
> [...] Resulta desta simples observação que as estrellas parecem fixas na superficie de uma grande esphera, a que se dá o nome de esphera celeste,

> e que esta parece mover-se em torno de uma recta fixa, do oriente para o occidente, como uma única peça.
> A essa recta imaginaria dá-se o nome de eixo do mundo ou eixo da esphera. [...] O eixo do mundo encontra a esphera celeste em dous pontos opostos que se denominam pólos; um é o pólo norte [...]; o outro [...] é o pólo sul, meridional ou austral. (MARTINS, 1897, p. 19-20)

> Basta observar algum tempo para ver que qualquer corpo celeste se move no céu. Assim, de manhã vemos o Sol aparecer em um ponto no horizonte, se elevar até uma certa altura, em seguida, baixar e finalmente desaparecer na noite em outro ponto do horizonte. O movimento da lua e das estrelas são semelhantes. Este movimento também é contínuo, pois se observarmos uma estrela com um telescópio, vemos sua imagem se movimentar sensivelmente pelo instrumento[23]. (TISSERAND; ANDOYER, 1907, p. 3, tradução nossa)

> Se observarmos a marcha de uma estrella e a seguirmos nas differentes posições A, A', A'' (fig.4), que occupa na esphera celeste, vè-se que descreve, com um movimento uniforme, um circulo cujo plano é perpendicular ao eixo do mundo, isto é, parallelo ao do equador.
> As mesmas observações applicadas ás outras estrellas mostram que ellas se movem todas segundo as mesmas leis, e que gastam exactamente o mesmo tempo para descrever um circulo completo d'onde se conclue que seu movimento é:
> 1º Circular; isto é, que descrevem circulos.
> 2º Uniforme; descrevem arcos iguaes em tempos iguaes.
> 3º Isochrono; gastam o mesmo tempo para executar uma revolução completa.
> 4º Parallelo; os circulos descriptos são todos parallelos entre si (F.I.C., 1919, p. 7).

> [...] Parece que ocupamos o centro de uma esphera na qual as estrellas [...] Essa esphera gira ao redor de um eixo imaginario, PP', chamado eixo do mundo, que acaba nos polos celestes.
> O movimento tem sentido dos ponteiros de um relogio quando o mostrado olha para o norte P, (sentido retrógrado). (F.T.D., p. 8)

> [...] Finalmente observamos entre as estrelas fixas umas que se elevam bem pouco acima do horizonte e cujo ocaso muito depressa segue ao nascimento, e outras que nem nascem nem se põem, mas ficam visíveis durante toda a noite [...] Giram em tôrno de um ponto fixo na esfera celeste ao qual se deu o nome de **polo sul celeste**. Os arcos circulares das estrelas na vizinhança dos polos facilmente se obtêm, fazendo durante meia hora ou mais, incidir sôbre chapas fotograficas os raios por elas emitidos. Si o observador se encontra no hemisferio boreal da terra, vê circular as estrelas em redor de outro ponto na esfera celeste, diametralmente oposto ao polo sul celeste, chamado **polo norte celeste**. As estrelas que sempre ficam acima do horizonte, girando em tôrno do polo, chamamos **estrelas circumpolares**. (SCHRADER, 1933, p. 15)

---

[23] Il suffit d'observer pendant quelque temps un astre quelconque pour constater qu'il se déplace dans le ciel. C'est ainsi que le matin, on voit le soleil apparaître en un point de l'horizon, s'élever jusqu'à une certaine hauteur, puis redescendre et enfin disparaître le soir en un autre point de l'horizon. Le mouvement de la lune et celui des étoiles sont analogues. Ce mouvement est d'ailleurs continu, car si l'on dirige une lunette vers l'astre observé, on voit son image se déplacer dans le champ d'un mouvement continu rendu sensible par le grossissement de l'instrument. (TISSERAND; ANDOYER, 1907, p. 3)

Destas caracterizações da esfera celeste, foi possível inferir que o seu movimento aparente em torno da Terra, bem como o das estrelas fixas, é descrito segundo quatro leis: 1ª Lei da circularidade: As estrelas descrevem no céu arcos de circunferências; 2ª Lei do paralelismo: Os arcos de circunferências descritos pelas estrelas são paralelas entre si e paralelas ao equador celeste; 3ª Lei da uniformidade: Todas as estrelas descrevem arcos de circunferências iguais em tempos iguais; e 4ª Lei do isocronismo: Todas as estrelas gastam o mesmo tempo para executar uma revolução completa em torno da Terra. Tomando como referência a caracterização das leis que regem o movimento aparente da esfera celeste, identificamos, também, a caracterização de alguns planos e pontos na esfera celeste, os quais são úteis para a determinação da posição dos astros no céu, como, por exemplo: 1. Eixo do mundo: reta imaginária em torno da qual gira a esfera celeste; 2. Equador celeste: círculo máximo em que o prolongamento do Equador da Terra intercepta a esfera celeste; 3. Horizonte: plano perpendicular à vertical do lugar em que se encontra o observador e que divide a esfera celeste em dois hemisférios, um contendo o zênite (chamado de superior ou visível) e o outro contendo o nadir (chamado de racional ou astronômico); 4. Zênite: ponto no qual a vertical do lugar intercepta a esfera celeste acima do observador; 5. Nadir: ponto diametralmente oposto ao zênite; 6. Polo celeste norte ou sul: pontos onde as extremidades do eixo do mundo interceptam a esfera celeste; 7. Meridianos: qualquer semicírculo da esfera celeste que contém o zênite e o nadir do local; e 8. Paralelos: círculos da esfera celeste paralelos ao equador celeste.

Notamos, também, que as descrições da esfera celeste e de seu movimento são sempre acompanhadas de um esquema explicativo, como os mostrado abaixo.

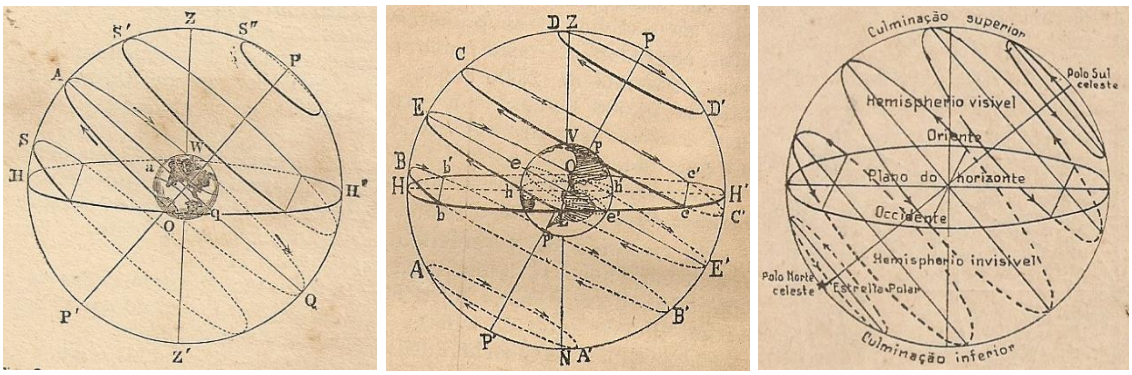


Figura 11: Começando pela esquerda: F.I.C. (1919, p. 5); F.T.D. (1923, p. 8); e Schrader (1933, p. 11).

Diagramadas com o texto principal, essas ilustrações buscam representar tanto o movimento aparente da esfera celeste como o movimento das estrelas fixas

observadas de diferentes localidades de um dos hemisférios da Terra. Assim, são representadas as possíveis trajetórias das estrelas no céu de acordo com o local na Terra em que se realiza a observação. Um fato interessante que pode ser observado nestas imagens diz respeito ao hemisfério terrestre que é adotado para se representar o movimento das estrelas. Com exceção do livro de Schrader (1933), no qual é representado o que se observaria a partir do hemisfério sul da Terra, os demais representam o que se observaria a partir do hemisfério norte do nosso planeta. Essa tendência na representação das ilustrações indica que estes livros tinham como referência os livros didáticos franceses, quando não, eram traduções de obras franceses como no caso do livro Elementos de Cosmographia de F.I.C. (1919).

Dando sequência a discussão da esfera celeste e seu movimento, são apresentados e descritos sistematicamente diversos instrumentos astronômicos que permitem avaliar e verificar os movimentos dos corpos celestes, bem como determinar suas posições no Céu. Assim, excetuando os livros Elementos de Cosmographia e Geografaphia Geral (LEME, 1922) e Noções de Cosmographia (LIMA, 1931) que não abordam nenhum instrumento astronômico, identificamos que instrumentos, tais como equatorial, teodolito, luneta meridiana, círculo mural e sextante, são abordados na quase totalidade dos livros. Os exemplos, a seguir, ilustram como esses instrumentos são abordados nos livros.

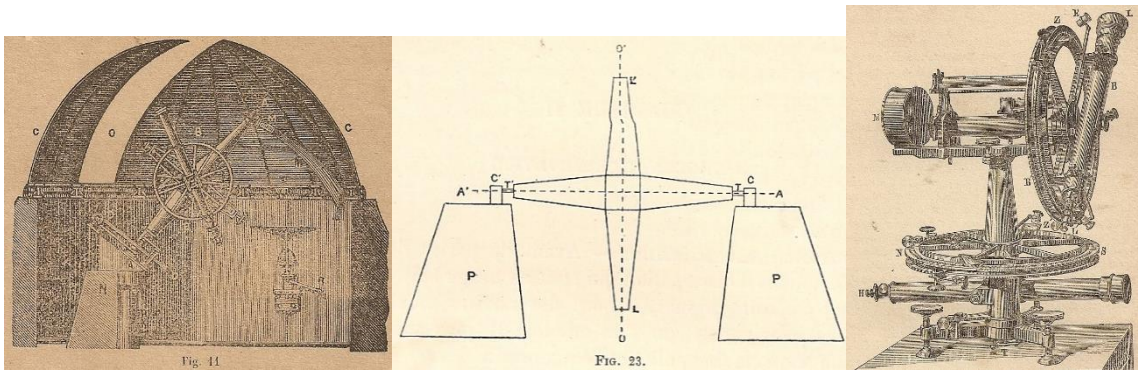


Figura 12: Da esquerda para a direita: Equatorial (MARTINS, 1897, p. 23); Luneta meridiana (TISSERAND; ANDOYER, 1907, p. 22); e Teodolito (F.I.C., 1919, p. 13)

> O equatorial, fig. 11, é um instrumento que serve para acompanhar o movimento das estrellas em seu curso diurno e portanto para se verificar o movimento uniforme de rotação da esphera celeste.
> Consiste essencialmente do seguinte: um eixo AA', inclinado segundo a direção do eixo da Terra, solidamente fixo por sua extremidade inferior a um maciço de alvenaria N, e pela outra a uma lamina metallica M, bastante delgada.
> A esse eixo prende-se um circulo BB armado de uma luneta e cujo plano é perpendicular ao do eixo. Um outro circulo DD, perpendicular ao eixo e portanto parallelo ao equador, donde lhe vem o nome de equatorial, serve

para dar ao circulo BB e á luneta um movimento de rotação em redor do eixo AA', mediante um apparelho de relojoaria regulado de modo que faça o circulo DD dar uma volta completa no mesmo tempo que a estrella descreve toda sua trajectoria. Nestas condições desde que se visar uma estrella, e der-se ao circulo DD um movimento de rotação, a luneta ficará sempre na direção da estrella que será sempre vista. (MARTINS, 1897, p. 23-24)

A luneta meridiana é uma luneta astronômica LL' onde o eixo óptico OO' é móvel em torno de um eixo horizontal AA' que é perpendicular ao plano do meridiano (fig. 23). Os apoios giratórios T,T' do eixo AA' do instrumento estão assentados sobre dois blocos C,C' lidados a pilastras de alvenaria P,P' fixas no solo. (TISSERAND; ANDOYER, 1907, p. 21)

O theodolito compõe-se essencialmente de dous círculos graduados: um fixo, horizontal, chamado circulo azimuthal; o outro vertical, movel em torno de um eixo TC (fig. 11) perpendicular ao centro do primeiro, e munido de uma luneta astronomica que póde girar no seu plano. Esta luneta LL' tem tambem uma alidade que permitte ler, sobre o circulo, o angulo que fez no seu giro. O eixo vertical TC tem igualmente uma alidade TH que indica o ângulo que o circulo vertical fez no seu giro em torno de TC.
Para determinar a meridiana por meio do theodolito, visa-se um astro A quando este se acha em certa altura acima do horizonte HH'. Lê-se a graduação a sobre o circulo horizontal e fixa-se a luneta do circulo vertical.... (F.I.C., 1919, p. 12)

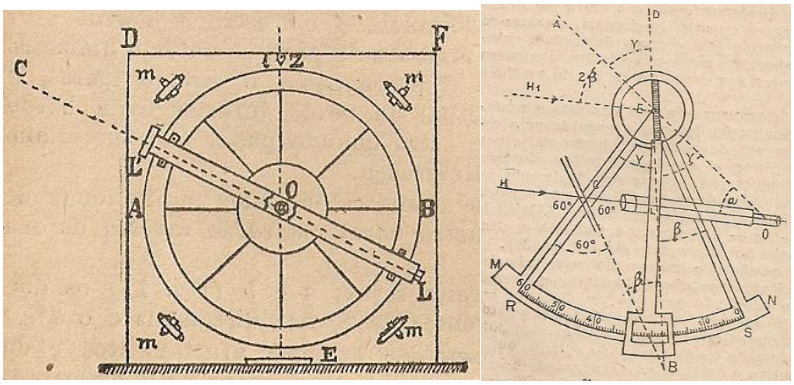


Figura 13: Na esquerda: Circulo mural (F.T.D., 1923, p. 20); na direita: Sextante (SCHRADER, 1933, p. 71).

É um circulo graduado AZB (fig. 12), collocado no plano do meridiano, paralelamente a um forte muro, DF, que lhe valeu o nome de circulo mural.
Póde mover-se ao redor de um eixo perpendicular a seu plano, passando por seu centro O e solidamente chumbado na parede parallela ao circulo.
Uma luneta LL', presa ao circulo segundo um diametro, gira com elle ao redor do eixo O. O eixo optico dessa luneta percorre o plano meridiano.
Um índice i e micrometros m, fixos na alvenaria, permittem ler a graduação do circulo e ver quantos gráus descreveu. (F.T.D., 1923, p. 19-20)

O SEXTANTE (fig. 69) é um aparelho moderno, muito mais complicado e exato. Compõe-se de uma luneta, de dois espelhos e de um arco, dividido de 20' em 20' até 60º, donde deriva o nome de "sextante". Sendo o arco de 45º, chama-se "octante". Um dos espelhos se acha no centro E do arco, onde póde girar, movido pela alidade EB, que indica a grandeza do ângulo descrito sôbre o arco MN. O outro espelho é fixo na frente da luneta (em C), formando com o eixo da luneta um ângulo de 60º. Os planos dos dois espelhos são perpendiculares ao plano do setor EMN.
Para medir a altura duma estrela visa-se o horizonte pela parte superior do espelho fixo, onde falta o aço para este fim. Depois faz-se girar o espelho superior por meio da alidade, até a imagem duas vezes refletida da estrela coincidir com a imagem do horizonte. Sendo isto assim, os dois espelhos

> formarão entre si um angulo β que será igual á metade da altura α da estrela. (SCHRADER, 1933, p. 71)

Nos livros de F.T.D. (1923), Cabral (1932) e Schrader (1933), identificamos a descrição de quatro outros equipamentos: o gnomon, a luneta astronômica, o telescópio e o espectroscópio.

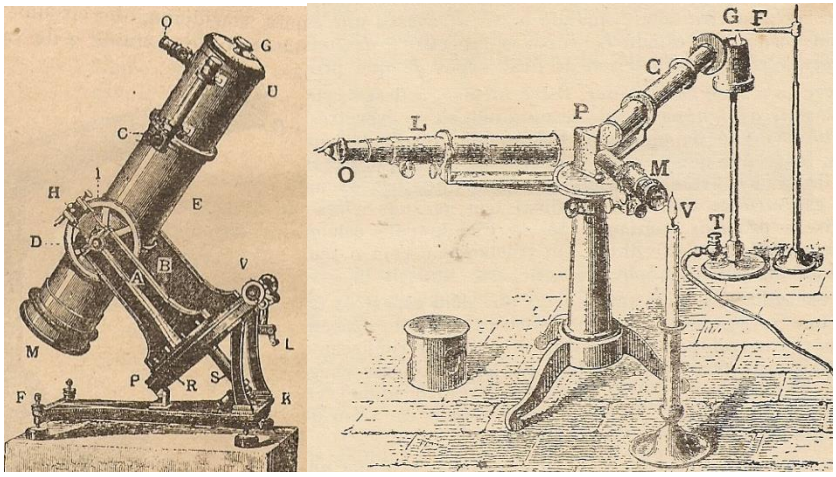


Figura 14: Na esquerda: Telescópio (F.T.D., 1923, p. 25-26); na direita: Espectroscópio (CABRAL, 1932, p. 55-56)

> Teelescopio, (fig. 19), é um instrumento destinado a observar os astros com o maior augmento possivel; [...] permitte enxergar os detalhes das nebulosas, contar as estrllas da via lactea, etc.
> Tem varias formas; em geral, compõe-se de um longo tubo GM no fundo do qual ha um espelha concavo M; este espelho dá uma imagem do astro observado; uma forte lente convergente, O, colocada na extremidade do tubo, faz o papel de lupa e amplia muito a imagem dada pelo espelho. (F.T.D., 1923, p. 25-26)

> O espectroscópio é um dos mais notáveis instrumentos com que conta presentemente a Astronomia, onde o seu emprêgo deu motivo ao aparecimento da Astrofísica, moderno ramo dos estudos astronômicos.
> Por êle é que se analisa a luz dos astros que, decomposta no instrumento, permite reconhecer as matérias existentes nos mesmos, isto é, permite o estudo da composição química dos astros.
> [...] Êste instrumento (fig. 28) é composto essencialmente de uma luneta L, de um prisma P, de um colimador C (formado por um tubo enegrecido internamente e destinado a enviar sôbre o prisma a luz que se deseja analisar) e de um micrômetro M.
> É sabido que um raio solar refratado por um prisma de vidro dêle sai de sete cores [...]
> Mas não é só a luz solar que dá espectro. Qualquer outra refratada por um prisma, também o dá.
> Quando a luz é emitida por um corpo incandescente o espectro é contínuo e apresenta mais ou menos aparentes, todas as côres do espectro solar; quando a luz atravessa um espaço onde há corpos em estado de vapor o espectro é descontínuo e apresenta riscas, características dos corpos de que provêm. (CABRAL, 1932, p. 55-56)

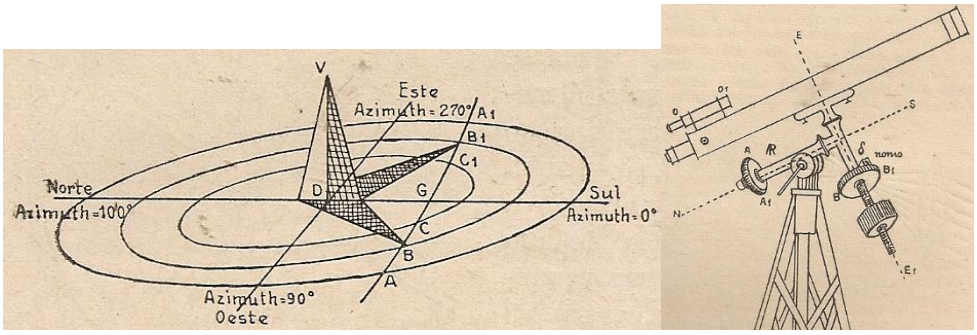


Figura 15: Gnomon na esquerda e luneta astronômica na direita (SCHRADER, 1933, p. 60-65).

> O GNOMON (fig. 59) é o primeiro instrumento de que os homens se serviram para determinar o meridiano, a altura do sol e as horas do dia.
> Consiste em uma haste vertical VD, fixa sôbre um plano horizontal. O pé da haste é o centro de muitas circunferencias concentricas [...] O cone projeta sua sombra sôbre o plano horizontal e o vértice da sombra descreve no decurso de um dia a curva AA_1. Deve-se notar que a extremidade da sombra não se destaca nitidamente. Marcam-se sôbre as circunferencias os pontos de interseção da curva, obtendo-se deste modo uma série de pontos antes e depois do meio dia: sejam os pontos A, B e C de manhã, e C_1, B_1 e A_1 de tarde. Em seguida se determinam as bissetrizes dos angulos ADA_1, BDB_1 e CDC_1. Estas 3 bissetrizes haviam de coincidir, si os pontos de intersecção mencionados se pudessem fixar com exatidão rigorosa. Comtudo é possivel determinar com aproximação suficiente a linha NS, que devia ser a bissetriz comum dos três angulos, traçando-a numa direção intermedia das três bissetrizes. (SCHRADER, 1933, p. 65)

> As lunetas servem geralmente para produzir imagens aumentadas e nítidas de objetos afastados. São compostas de duas lentes (ou sistema de lentes) convergentes: uma maior, com distancia focal muito grande, e outra menor, com distancia focal muito pequena (fig. 49).
> A primeira, chamada de **objetiva**, serve para concentrar os raios e produzir uma imagem (II_1) p. ex. dum astro. Esta imagem é real, invertida, e muito pequena, achando-se quasi no foco. A segunda lente, chamada **ocular**, serve de lupa para aumentar a imagem real, produzida pela objetiva. A imagem aumentada ($I'I'_1$) é virtual e invertida, o que não embaraça observações astronomicas. (SCHRADER, 1933, p. 57)

No livro de Cabral (1932), encontramos, ainda, o relato de três outros instrumentos astronômicos: o quadrante solar, usado para a determinação das horas pela observação da posição do Sol; o astrolábio, instrumento naval antigo, utilizado para se medir a altura dos astros acima do horizonte; e a alidade, instrumento destinado a medir distâncias angulares entre os astros.

Nesta análise dos instrumentos astronômicos adotados na investigação do Céu, foi possível observar que, além da simples descrição do instrumento, há, também, na maioria das obras em estudo, uma descrição das finalidades e das técnicas de utilização dos mesmos. O Quadro 19, a seguir, sistematiza a presença dos instrumentos astronômicos identificados nas obras em análise. As células marcadas com um X indicam a presença do instrumento no livro.

Quadro 19: Presença dos instrumentos astronômicos identificados nos livros didáticos de Cosmografia em estudo.

INSTRUMENTOS	***LIVROS***								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Equatorial	X	X	X	X		X		X	
Teodolito	X	X	X	X		X		X	X
Luneta Meridiana	X	X	X			X		X	X
Círculo Mural	X	X	X			X		X	
Gnômon			X			X		X	X
Sextante		X	X	X		X		X	X
Bussola			X						X
Luneta astronômica						X		X	X
Telescópio						X		X	X
Espectroscópio						X		X	X
Quadrante Solar								X	
Astrolábio								X	
Alidade								X	

Do Quadro 19, é interessante notar que instrumentos astronômicos, tais como Equatorial, Teodolito, Luneta Meridiana, Círculo Mural e Sextante, estão presentes na quase totalidade das obras analisadas, indicando a importância atribuída nas suas descrições na época.

4.4.2.2. Segunda categoria: Os conteúdos relativos aos fenômenos cíclicos

Dentre os temas relativos aos “fenômenos cíclicos” destacam-se, por sua presença marcante nos livros didático analisados, *“Dia e Noite”, “Estações do ano”, “Fases da Lua”, “Eclipses”, “Calendários”, “ Marés”* e os *“Movimentos da Terra”*. Em uma primeira análise destes temas, foi possível observar que estes são abordados em dois grupos distintos: um contendo os temas diretamente ligados aos movimentos realizado pelo nosso planeta, como as estações do ano e os dias e as noites; e outro abarcando temas diretamente ligados aos movimentos realizado pelo nosso satélite natural, a Lua, tais como *“Fases da Lua”, “Eclipses”, “Marés”* e *“Calendários”*.

Na caracterização dos conteúdos diretamente ligados aos movimentos da Terra, identificamos em todos os livros que os dois principais movimentos realizados pelo nosso planeta, a rotação e a translação, são tratados na perspectiva de identificar

e caracterizar as causas do aparente movimento da esfera celeste em torno da Terra, conforme ilustram os exemplos.

> O espectaculo diario do Céo illude muito naturalmente os nossos sentidos, porque o que nós vemos é a abobada celeste girar em redor da Terra, conjuctamente com todos os astros que parecem nella estar fixos. A nossa razão porém reppelle o que o simples testemunho dos nossos sentidos nos impõe. O movimento da abobada celeste é uma ilusão, semelhante a que nos affecta quando viajamos em um trem de ferro a toda velocidade; nós bem sabemos que somos relmente nós que nos movemos, mas o que nos parece, ao observarmos os objectos exteriores, é que estamos parados e que esses objectos, casas, arvores, etc., caminham.
> Até agora temos considerado a Terra fixa em um certo ponto do espaço e dotada apenas de um movimento de rotação. Ora nós vamos ver que ella é tambem dotada de um movimento de translacção ou revolução em redor da Sol, e que todos os phenomenos se explicam perfeitamente considerando-se a Terra movendo-se e o Sol fixo. Nós, habitantes da Terra, não temos consciência desse movimento nem o sentimos, e o que nos parece é que o Sol é que realmente move-se descrevendo uma orbita elliptica. (MARTINS, 1897, p. 72, 76)

> Até aqui temos suposto a esphera celeste animada de um movimento de rotação. Esta hypothese explica bem todos os fenômenos do movimento diurno; mas os factos anteriormente expostos, explicam-se tambem facilmente suppondo-se que a esphera celeste é imóvel, e que a Terra gira sobre si mesma do poente para o nascente ao redor da linha dos polos. (F.I.C., 1919, p. 106)

> **A Terra tem dois movimentos principaes.** – Como todos os planetas, a Terra offerece 2 movimento principaes:
> 1.º *Um movimento de rotação sobre si mesma* que se effectua em 24 horas sideraes e produz o movimento diurno de toda a ephera celeste.
> É por causa da Terra girar ao redor do seu eixo que as estrellas passam todas em nosso meridiano em 24 horas sideraes; é pelo mesmo motivo que o Sol se levanta e se põe em nossas latitudes.
> 2.º *Um movimento de translação ao redor do Sol* de modo a dar uma volta completa em um anno; é por causa deste movimento que o Sol não vai junto com as estrellas no céu; cada dia, atraza-se de cerca de 4 minutos; [...] (F. T. D, 1923, p. 84 – 91).

> A terra não é, pois, uma vasta planicie; nem siquer é o centro imóvel do movimento diurno dos astros, como parece á primeira vista. Na realidade a terra executa todos os dias um movimento de rotação em tôrno de um eixo invariável. Em consequencia deste movimento rotativos da terra, dirigido de oeste para leste, é que se produz a aparência, de como si os astros girassem em sentido contrário de leste para oeste em tôrno dela.
> O movimento anual do sol em redor da terra é só aparente. Na realidade é a terra que se move anualmente ao redor do sol, sendo a trajetória da terra uma elipse que forma o plano da eclíptica, ao passo que o sol ocupa um dos focos da elipse, [...] (SCHRADER, 1933, p. 21 e 94)

Um ponto interessante que identificamos, diz respeito à demonstração de que os movimentos de rotação e translação da Terra são reais. Excetuando os livros de Leme (1922) e Lima (1931), nos demais são apresentadas e discutidas diversas provas e experimentos científicos que fornecem elementos reais para uma compreensão concreta que, de fato, a Terra é dotada dos movimentos de rotação e translação. Dentre essas provas, podemos citar para o movimento de rotação o

pêndulo de Foucault, o desvio para leste na queda de corpos, a variação da intensidade da gravidade de acordo com a latitude e os ventos alísios. Já para o movimento de translação, podemos citar os eclipses dos satélites de Júpiter, a paralaxe anual das estrelas e a aberração da luz vinda das estrelas. A seguir, são mostrados excertos que exemplificam cada um desses experimentos.

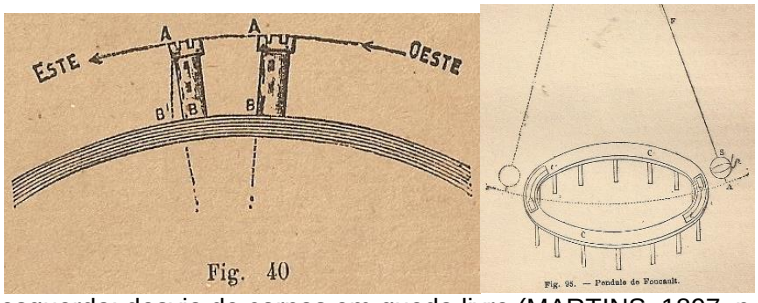


Figura 16: Na esquerda: desvio de corpos em queda livre (MARTINS, 1897, p. 73); na direita: pêndulo de Foucault (F.I.C., 1919, p.108)

> [desvio de corpos em queda livre] Tomando-se um corpo pesado qualquer, uma bola ou uma pedra, e deixando-a cahir de uma certa altura, do alto de uma torre, por exemplo, fig 40, ella cahiria exactamente no ponto B, situado na base da torre, e segundo a direcção AB, se a Terra fosse immovel. Entretanto não é isso que acontece; o que se observa é que ella cahe em um ponto B', segundo a linha AB', porque a velocidade de que a Terra é animada pelo seu movimento obriga a desviar-se da direcção AB e tomar a de AB'. No ponto A, mais afastado do centro da Terra, a velocidade é maior que no ponto B que se acha mais proximo, por isso emquanto o ponto B descreve o arco BB', o ponto A descreve o arco AA, maior que aquelle, o que produz o desvio do corpo, que cahe então em B', á leste de B. Póde-se fazer uma experiencia analoga em um poço profundo, deixando-se cahir uma bola; esta desvia-se um pouco para oriente de uma quantidade quasi exactamente egual a que o calculo indica. Nas minas de Freiberg, na Saxonia, M. Resch fez experiencia em um poço de 158^{m}, 5 de profundidade; a bola desviou-se para oriente de 28 millimetros, emquanto que a theoria indica 26^{mill},6. (MARTINS, 1897, p. 73 – 74)

> [aumento do peso absoluto] Veremos mais adiante que, em virtude da lei da Gravitação Universal, dois corpos quaisquer exercem entre si uma força de atração proporcional ao produto das massas dos corpos na razão inversa do quadrado da distância que os separa. Como resultado, a massa da Terra exerce sobre um corpo colocado na sua superfície uma atração que é a causa da sua queda. Mas, além disso, um corpo colocado sobre a superfície da Terra está ainda sujeito, devido à rotação da Terra, à ação da força centrífuga. O resultado é que a vertical, isto é, a direção da linha de prumo é a direção do pêndulo simples num fio em equilíbrio sob a ação da força gravitacional e da força centrífuga: esta dupla ação é chamada de gravidade.
> Em virtude da gravidade, qualquer corpo abandonado a si mesmo sobre a superfície da Terra cai na vertical em movimento uniformemente acelerado, sendo a aceleração deste movimento independente do tamanho do corpo. A aceleração devida à gravidade, ou aceleração da gravidade, é representada pela letra g: para o valor de g em Paris, ao nível do mar, foi encontrado o valor de 9^{m},809, por unidade de tempo em segundo ao quadrado. Este valor é medido com precisão pela contagem do número de oscilações de um pêndulo simples de comprimento conhecido de um determinado tempo. (TISSERAND; ANDOYER, 1907, p. 63, tradução nossa)

[Pêndulo de Foucault] Supponha-se que um pendulo está collocado n'um dos polos, e que o ponto de suspensão está sobre o eixo de rotação da Terra. Se fizermos oscillar esse pendulo, não tardamos em notar, que o traço do plano d'oscillação varia continua e regularmente no sentido do movimento da esphera celeste; de modo que, se o pendulo oscillasse durante 24 horas, o vestigio horizontal do plano, que elle descreve, daria a volta inteira do horizonte, sem deixar de passar pela projecção horizontal do ponto de suspensão.
Ora, o plano d'oscillação do pendulo é invariavel; a sua deslocação apparente é, pois, produzida pelo movimento de rotação da Terra.
Do polo ao equador, repete-se o mesmo phenomeno; mas o desvio apparente diminue, sendo nullo no equador.
Foucault fez a experiencia do pendulo em Paris no anno de 1851. Uma esphera S (fig 95) de peso 28 kilogrammas, foi suspensa na abobada do Pantheon por um fio F de 64 metros de comprimento; esta esphera tinha um ponteiro A collocado no prolongamento do fio de suspensão; o pendulo estava preso á parede pelo fio f. Foi queimado este fio. Então começou uma longa serie d'oscillações, cada uma das quaes durava cerca de 8 segundos. A cada oscillação o ponteiro A do pendulo passava por cima do centro de um circulo horizontal C, e deixava signal em dous pequenos montes de areia tt' dispostos sobre a circumferencia em fórma de prismas triangulares. A cada oscillação, a ponta do ponteiro feria os montes de areia em pontos que distavam cerca de dous millimetros e meio. (F.I.C., 1919, p. 108 – 109)

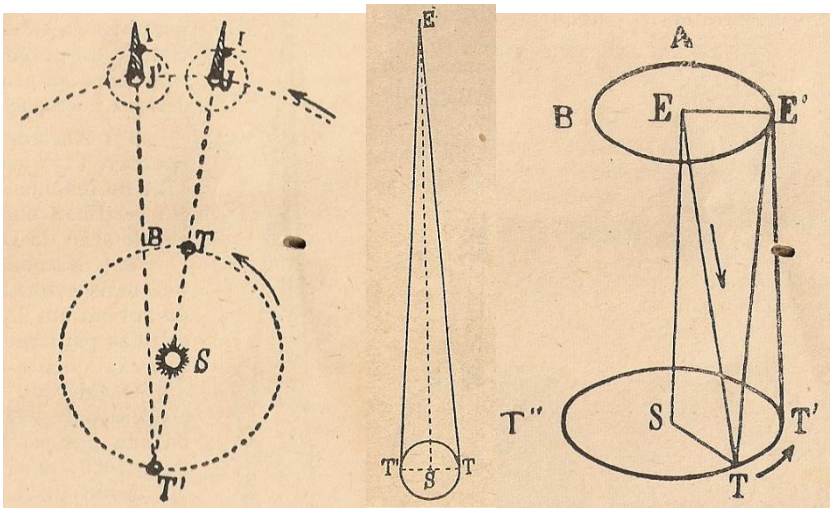


Figura 17: Na esquerda: ocultação de Io (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 45); no meio: paralaxe anual das estrelas (F.T.D., 1923, p. 90) na direita: pêndulo de Foucault (CABRAL, 1932, p.229)

[ocultação de Io] O 1º satellite de Jupiter effectua sua revolução em 42h. 28m. 30s., de modo que há 206 eclipses por anno. Supponhamos que a Terra esteja entre Jupiter e o Sol, na posição T (fig.12). Si a Terra girar ao redor do Sol, 6 mezes depois estará em T' e distará muito mais de Jupiter. Deverá haver um atraso na observação, egual ao tempo que leva a luz para percorrer B. T.
Sendo esta distancia de 148.000.000de km e a velocidade da luz de 300.000 km por segundo, o atrazo será de 8^m, 131: é exatamente o que confirmam os factos. (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 45 – 46)

[paralaxe anual das estrelas] Si a Terra se mover ao redor do Sol S (Fig. 56) e estiver em T hoje, seis mezes mais tarde, estará em T'; nessas duas épocas, olhando-se para uma estrella E, haverá uma ligeira differença na posição dos raios visuaes ET e ET'; o angulo formado por eles, TET' tem o nome de parallaxe annual das estrellas.
Embora pequeno, porque as estrellas estão muito longe de nós, esse angulo nunca é nullo e é mais uma prova de que a Terra se move ao redor do Sol. (F.T.D., 1923, p. 90)

> [aberração da luz] Deve-se a Jayme Bradley, astrônomo inglês, a descoberta em 1727 do fenômeno chamado aberração da luz, que êle verificou observando a estrêla γ (gama) da constelação do Dragão.
> O fenômeno da aberração, que é inexplicável se se admitir a hipótese da imobilidade da Terra, é todavia, fàcilmente compreensível, quando se admite para o nosso planeta um movimento em torno do Sol
> Na primeira hipótese é inexplicável porque as estrêlas não são vistas na sua posição verdadeira, como seria necessário; na segunda, é compreensível porque, quando a admitimos, a aberração passa a ser uma ilusão de ótica, resultante da velocidade da luz das estrêlas combinada com o movimento da Terra na sua órbita. E, só assim, pode o fenômeno ser explicado. (CABRAL, 1932, p. 228 – 229)

Vale salientar que, embora os movimentos de rotação e de translação da Terra sejam os principais, ela executa diversos outros movimentos, de modo que, na maioria dos livros analisados constatamos, também, a abordagem do movimento de precessão dos equinócios[24], de nutação[25], e o da linha dos apsides.

Dando continuidade à nossa análise dos fenômenos cíclicos ligados aos movimentos da Terra, verificamos que, embora todos os autores dos livros concordem que as causas do movimento aparente da esfera celeste, bem como dos astros presentes nela, são os movimentos executado diariamente pelo nosso planeta, os fenômenos dos dias e das noites e as estações do ano são abordados de duas formas distintas: uma remete à descrição e discussão desses fenômenos cíclicos a partir do movimento aparente do Sol sobre a eclíptica[26]; e a outra trata desses fenômenos como consequências diretas dos movimentos de rotação e translação da Terra.

A descrição e a discussão dos fenômenos cíclicos *"dia e noite"* e das *"estações do ano"* a partir do movimento aparente do Sol sobre a eclíptica é observada nos livros de Martins (1897), Tisserand e Andoyer (1907) e de F.I.C. (1919), nos quais o estudo detalhado do movimento aparente do Sol sobre a esfera celeste antecede as conceituações sobre os fenômenos cíclicos. Deste modo, nesses livros a definição do suceder dos dias e das noites, bem como a duração relativa dos dias e das noites segundo a latitude do observador na superfície terrestre e a estação, é realizada

---

[24] Movimento, aproximadamente cônico, do eixo de rotação da Terra (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004)

[25] Movimento oscilatório do eixo de rotação da Terra em seu movimento de precessão (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004)

[26] "Devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol, o Sol aparentemente se move entre as estrelas, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada Eclíptica. A Eclíptica é um círculo máximo que tem uma inclinação de 23º27' em relação ao Equador Celeste. É essa inclinação que causa as estações do ano. " (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004, p. 33)

tomando-se como base o movimento aparente do Sol em torno da Terra, conforme ilustram os exemplos a seguir.

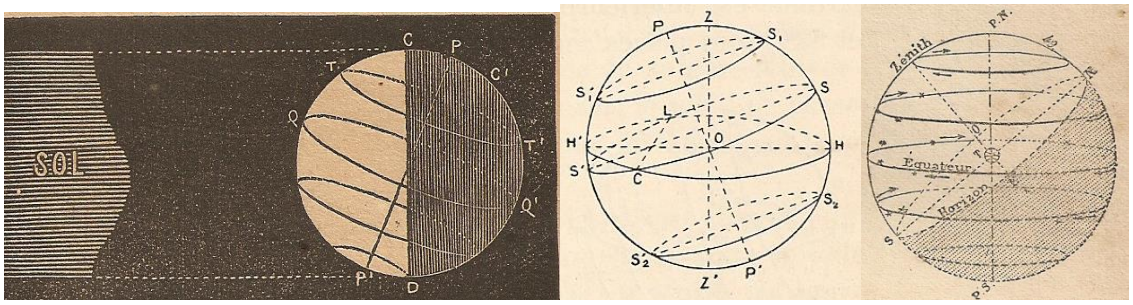


Figura 18: Representações geométricos dos dias e das noites. Martins (1897, p. 81) na esquerda; Tisserand e Andoyer (1907, p. 115) no meio; e F.I.C. (1919, p. 87) na direita.

> Já vimos que se chama dia solar o intervallo de tempo entre duas passagens consecutivas do Sol pelo meridiano superior do logar, e que elle se divide em 24 horas.
> Vulgarmente porém chamamos dia o tempo durante o qual o Sol esclarece a parte da Terra que habitamos, isto é, o tempo que o Sol se conserva acima do horizonte. Noite é o outro espaço immediato durante o qual o Sol fica abaixo do horizonte.
> A Terra sendo porém redonda é dia em um logar e noite em outro e vice-versa, [...]. Os dias e as noites não são entretanto sempre eguaes em todas as partes da Terra, por causa da inclinação do eixo terrestre sobre o plano da eclíptica.
> [...] a grandeza do dia depende do tempo que o Sol é visível, e como elle descreve diariamente um paralelo, é da grandeza do arco desse paralelo, descripto pelo Sol emquanto é visível, que depende o comprimento do dia. (MARTINS, 1897, p. 82-83)

> O Sol nem sempre têm a mesma declinação, não permanece todos os dias do ano ao mesmo tempo acima do horizonte. O dia é o tempo durante o qual o Sol mantém-se acima do horizonte; noite é o tempo durante o qual permanece abaixo do horizonte.
> [...]Considere a esfera celeste cujo o centro de observação tem latitude λ, latitude que assumiremos boreal em primeiro lugar (fig. 73, 74 e 75). HH' é o horizonte e Z é o zênite do meridiano local. A linha dos polos é PP' e, como sabemos, o ângulo POH é igual a latitude λ. Se δ é a declinação do Sol no dia em questão, o Sol durante o dia descreve o paralelo SS', de modo que o arco OS é igual a 90º – δ. Se o paralelo SS' está inteiramente acima ou abaixo do horizonte, não há noite e não há dia. Se o paralelo SS' cortar o horizonte em dois pontos, L e C, será dia enquanto o Sol descrever o arco LSC e noite enquanto descrever o arco CS'L; as horas do dia e da noite são proporcionais aos comprimentos destes arcos [...].[27] (TISSERAND; ANDOYER, 1907, p. 113-114, tradução nossa)

[27] Le soleil, n'ayant pas toujours la même déclinaison, ne reste pas tous les jours de l'année le même temps au-dessus de l'horizon. Le jour est le temps pendant lequel le soleil rest au-dessus de l'horizon; la nuit est le temps pendant lequel il reste au-dessous de l'horizon.
[...] Considérons la sphère céleste qui a pour centre le lieu O d'observation de latitude lambda, latitude que nous supposerons d' abord boréale. Soit HH' l'horizon et Z le zénith, le plan du tableau étant celui du méridien. La ligne des pôles est PP', et, comme l'on sait, l'angle POH' est égal à la latitude lambda. Si gama est la déclinaison du soleil au jour considére, le soleil décrit pendant ce jour un parallèle SS', et l'arc PS est égal à 90. Si le parallèle SS' est tout entier au-dessus ou au-dessous de l'horizon, il n'y a pas de nuit au il n'y a pas de jour. Si le parallèle SS' coupe l'horizon en deux points L et C, il fait jour pendant que le soleil décrit l'arc LSC, et nuit pendant qu'il décrit l'arc CS'L; les durées du jour et de la nuit sont proportionnelles aux longueurs de ces arcs [...]. (TISSERAND; ANDOYER, 1907, p. 113-114)

> Chama-se dia o tempo em que o Sol está sobre o nosso horizonte, e noite o tempo em que o Sol está por baixo d'esse mesmo horizonte.
> O arco do dia é a parte do paralelo que o Sol parece descrever por cima do nosso horizonte o arco da noute é a parte que está debaixo d'esse mesmo horizonte.
> O Movimento diurno do Sol, combinado com o seu movimento annual, parece que faz descrever a este astro uma curva continua semelhante a uma helice. Esta helice está comprehendida entre os dous tropicos, [...]. Póde-se, sem grave erro, considerar cada espira como confundindo-se com um paralelo.
> No equinoxio da primavera, o Sol descreve o equador; e a cada solsticio, descreve um dos tropicos.
> A successão do dia á noite está sujeita a desigualdades que variam segundo as estações e os differentes logares. Estas desigualdades procedem da inclinação da eclíptica sobre o plano do equador. (F.I.C., 1919, p. 86)

De maneira análoga ao fenômeno cíclico *"dia e noite"*, as estações do ano e a relativa distribuição de calor na superfície terrestre são abordadas nos livros de Martins (1897), Tisserand e Andoyer (1907) e de F.I.C. (1919) como as diversas posições que o Sol ocupa em relação a Terra em seu movimento anual sobre a eclíptica. Assim, uma vez caracterizado o movimento aparente do Sol em torno da Terra, nesses livros, as estações do ano são tratadas a partir de posições específicas que o Sol ocupa em seu movimento aparente sobre a eclíptica, conforme ilustram os exemplos a seguir.

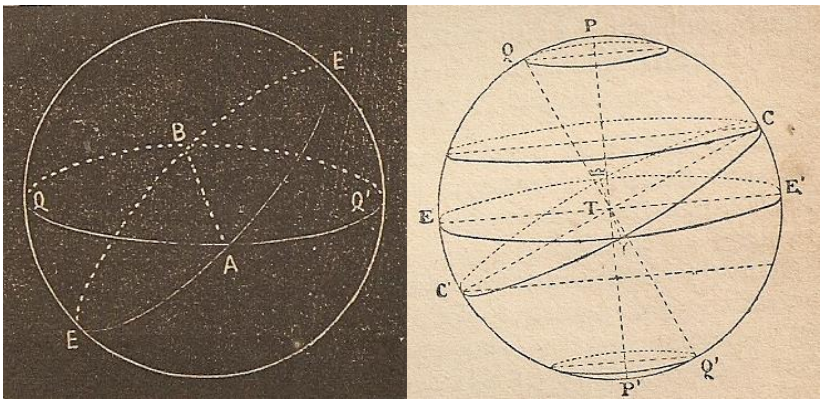


Figura 19: Representação geométrica das estações do ano. Martins (1897, p. 88) na esquerda; e F.I.C. (1919, p. 65) na direita.

> Estações são certas épocas do anno determinadas pelas diversas posições da Terra em relação ao Sol. São quatro as estações: Primavera, Verão, Outono, Inverno.
> O movimento apparente e periodico do Sol sobre a ecliptica permitte-nos determinar as differentes estações de que se compõe o anno.
> Consideremos pois o Sol em sua marcha periodica e façamos abstracção por emquanto de toda circumstancia de temperatura.
> Este astro movendo-se sobre a ecliptica passa por quatro pontos notáveis, os equinoxiaes e os solsticiaes; estes pontos devidem a orbita solar em quatro partes, e o tempo que o Sol leva a percorrel-as comprehende quatro periodos deseguaes denominados estações.
> [...] supponhamos que o Sol acha-se no ponto equinoxial de Aries, A, fig 51, no dia 21 de Março; deste ponto elle caminha para o norte e, portanto, o tempo que elle fica acima do nosso horizonte vai diminuindo, attingindo seu mínimo quando elle chega ao ponto solsticial E'; isto é, os dias vão se

> tornando menores e as noites maiores até 22 de Junho, em E', solsticio do inverno. Este intervallo de tempo constitue uma estação: é o outono para nós habitantes do hemispherio sul, e a primavera para o hemispherio norte. (MARTINS, 1897, p. 87-88)

> A ecliptica é um ciruclo que o Sol parece descrever no seu movimento annuo aparente.
> [...] esta curva é uma ellipse; a ecliptica não é senão o circulo maximo segundo o qual o plano d'esta ellipse corta a esphera celeste.
> Dá-se o nome de ecliptica porque para os eclipses terem lugar é necessario que a Lua esteja no plano d'esse circulo ou na sua proximidade.
> Chama-se obliquidade da ecliptica ao angulo diedro que faz o plano da ecliptica com o plano do equador. Este angulo é approximadamente de 23º27'.
> Chama-se linha dos equinoxios a intersecção do plano da eclíptica com o plano do equador.
> Os dois extremos d'esta linha são os pontos equinoxiaes. Ao ponto equinoxial da primavera chama-se ponto vernal.
> O ponto vernal é o ponto da ecliptica em que o Sol atravessa do hemispherio austral para o hemispherio boreal; é uma das extremidades da linha dos equinoxios. Na extremidade opposta encontra-se o ponto equinoxial do outomno.
> Os solsticios são os dous pontos da ecliptica os mais afastados do equador. Estão a 90º dos equinoxios. O que se acha no hemisfério boreal chama-se solsticio do verão; o outro solsticio do inverno. A linha que os une é a linha dos solsticios.
> Os equinoxios e os solsticios dividem o anno em quatro periodos, chamados estações. São a primavera, o verão, o outomno, e o inverno. (F.I.C., 1919, p. 64-65,93)

Essas caracterizações das estações do ano do ponto de vista geocêntrico e a partir do movimento do Sol na eclíptica são uma abordagem característica da Astronomia de Posição, como pode ser observado em livros atuais de Astronomia. Vale salientar que, apesar dos fenômenos cíclicos *"dia e noite"* e *"estações do ano"* serem abordados nesses livros a partir do movimento aparente do Sol em torno da Terra, todos os autores desses livros deixam claro que, ao abordarem os movimentos da Terra, o movimento aparente do Sol, os dias e as noites e as estações do ano são decorrências do movimento de rotação e de translação do nosso planeta.

A abordagem dos fenômenos cíclicos *"dia e noite"* e *"estações do ano"* como consequências diretas dos movimentos realizados pela Terra é observada nos livros de Lisboa e Brasil (1919), Leme (1922), F.T.D. (1923), Lima (1931), Cabral (1932) e Schrader (1933). Assim, nesses livros, dos dois principais movimentos do nosso planeta, o de rotação e o de translação, resultam respectivamente os dias e as noites e as estações do ano.

> Por meio dos equinoxios e dos solsticios, o anno foi dividido em 4 estações: primavera, estio, outono e inverno.
> Como o Sol occupa um fóco da ellipse e não o seu centro, as estações são desiguaes.

> A 22 de dezembro a Terra passa no solsticio do inverno; é tambem o tempo em que está mais perto do Sol; começa o inverno, no hemispherio boreal. Os dias estão mais compridos ao sul do equador (Fig. 61) [...]
> Como a Terra é redonda, não póde estar illuminada em todos seus pontos ao mesmo tempo; emquanto uma metade tem luz e goza do dia, a outra está na sombra e soffre a noite.
> Mas como a Terra gira sobre si mesma, cada ponto da Terra vem na frente do Sol, uma vez por dia. (F.T.D., 1923, p. 101-102)

> Dos dois principais movimentos da Terra, o de translação e o de rotação, resultam respectivamente as estações e os dias e as noites. Da inclinação do eixo da Terra resulta a desigualdade dos dias e das noites.
> Estação é o espaço de tempo que o Sol, no seu movimento aparente, gasta a passar de um solstício a um equinócio ou de um equinócio a um solstício.
> [...] As estações são caracterizadas pelas durações do dia e da noite e pelas variações de temperatura, dependendo estas principalmente do tempo em que o Sol se conserva acima do horizonte, bem como da sua altura meridiana, pois quanto maior fôr a altura menor será a obliqüidade dos raios solares, e quanto menor fôr esta obliqüidade maior será o aquecimento da Terra[...]
> [...] Sendo a Terra arredondada, não pode ter todos os seus pontos iluminados ao mesmo tempo, isto é o Sol não pode iluminar por inteiro, de uma só vez. Enquanto há luz numa metade, há escuridão na outra; dai os dias e as noites.
> Chama-se dia o tempo durante o qual o Sol se conserva acima do horizonte, isto é, o tempo compreendido entre o seu nascimento e o seu ocaso; chama-se noite o tempo durante o qual o Sol se conserva abaixo do horizonte, isto é, o tempo compreendido entre o seu ocaso e o seu nascimento.
> [...] Em virtude, porém, da inclinação do eixo da Terra sôbre a sua órbita, o plano do equador passa seis meses ao N., e seis meses ao S. do centro do Sol e, por isto, os diferentes paralelos são muito desigualmente cortados pelo circulo de iluminação, o que determina a desigualdade entre os dias e as noites, ocorrendo a maior diferença nos solstícios, quando os dias são muito maiores que as noites no solstício de verão, e as noites mais compridas que os dias, no solstício do inverso (CABRAL, 1932, p.231 - 235).

> Em consequencia da rotação diaria da terra em redor de seu eixo inclinado e da revolução anual ao redor do sol, a iluminação da terra e a distribuição do calor na superficie é a mais perfeita e variegada.
> [...] Em consequencia da inclinação do eixo terrestre, porém, a constancia da iluminação e o rigor do clima são muito moderados. [...] Pela inclinação do eixo a terra ganha, por conseguinte, a diversidade da duração do dia e da noite em diferentes latitudes [...]
> [...] Para chegar a compreender esta solução deve-se antes de tudo atender á propriedade do eixo terrestre de se conservar sempre paralelo a si mesmo durante o curso anual da terra, em consequencia da lei da inercia. Por essa razão o polo norte da terra está durante meio ano voltado para o sol e durante meio ano desviado do sol; o polo sul, pelo contrário, se desvia do sol á medida que o polo norte se volta para êle e vice versa. Sendo assim, segue-se imediatamente que as duas regiões polares serão alternadamente iluminadas durante seis meses. Igualmente segue que os dias de mais de 12 horas de duração hão de se revezar-se no hemisferio boreal e austral, sendo a duração dos dias sujeita a mudanças contínuas. (SCHRADE, 1933, p. 116 – 118).

Além da definição dos fenômenos cíclicos *"dia e noite"* e *"estações do ano"*, em todas as obras são abordadas, também, como consequências da inclinação do eixo de rotação da Terra, as desigualdades na duração dos dias e das noites, segundo a latitude do observador, e a distribuição de calor sobre a superfície terrestre, segundo a estação do ano.

Quanto aos temas relativos aos movimentos realizados pelo nosso satélite natural, a Lua, identificamos que a caracterização dos fenômenos cíclicos das *"Fases da Lua",* dos *"Eclipses",* das *"Marés"* e dos *"Calendários"* é precedida por uma descrição detalhada dos movimentos realizados pela Lua, de modo que, esses temas são abordados como consequências dos seus três principais movimentos: o de rotação sobre si mesma; o de revolução em torno do nosso planeta; e o de translação junto da Terra em torno do Sol.

No que tange as *"Fases da Lua"*, foi possível observar que esse fenômeno é caracterizado como sendo os diferentes aspectos que o nosso satélite natural nos apresenta devido as várias posições que esse astro toma em relação à Terra e ao Sol durante seu movimento em torno do nosso planeta. A seguir, são apresentados excertos que exemplificam a conceituação desse fenômeno cíclico.

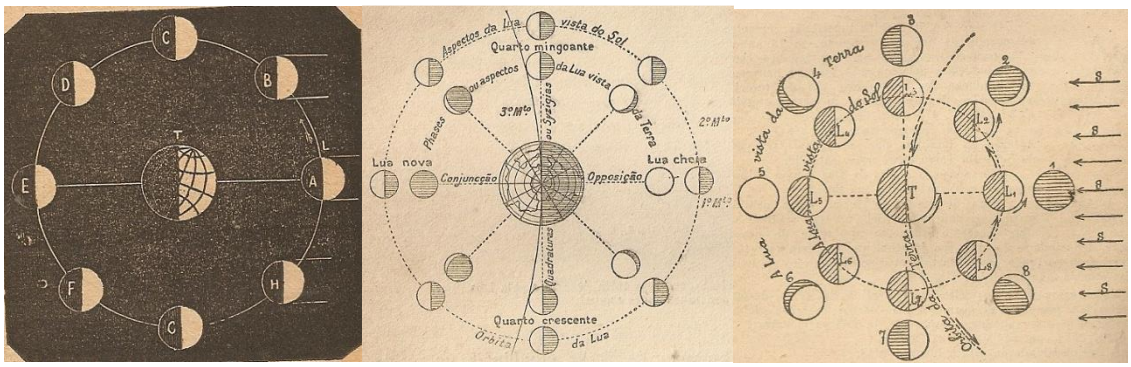


Figura 20: Esquemas explicativos das fases da Lua. Martins (1897, p. 101) na esquerda; F.I.C. (1919, p. 120) no meio; e F.T.D. (1923, p. 118) na direita.

> A Lua em seu movimento em redor da Terra não se nos apresenta sempre do mesmo modo; ora vemos simplesmente um filete luminoso que pouco a pouco vai crescendo até se transformar em um circulo completamente brilhante, para depois decrescer, ora acha-se occulta completamente à nossos olhos.
> Esses diversos aspectos sob os quaes a Lua se nos mostra chamam-se phases.
> Supponhamos a Terra em T, fixa, e a Lua em L, movendo-se ao redor della, fig. 56.
> [...] Quando a Lua estiver no ponto A, a face opposta á Terra fica completamente esclarecida, porque os raios solares cahem diretamente sobre ella e a illuminam, emquanto que a face voltada para a Terra fica completamente escura e por isso não a vemos.
> Nessa posição a Lua está em conjuncção e nos apresenta uma das suas phases: é a Lua nova.
> Movendo-se no sentido da flecha e ao mesmo tempo girando sobre si mesma vai ella pouco a pouco nos mostrando parte do seu disco esclarecido; [...]. (MARTINS, 1897, p. 100-101)

> Phases da Lua são os diversos aspectos que nos apresenta esse astro.
> Quando a Lua está em conjuncção com o Sol, o seu circulo de illuminação confunde-se com o contorno apparente, e volta para a Terra o hemispherio que está na sombra. Não podemos então ve-la; é a Lua nova.
> Nos dias seguintes, a parte allumiada da Lua apresenta o aspecto de um crescente delgado, cuja largura vai todos os dias em augmento.

> Ao setimo dia, a metade do seu disco esta allumiada; é o quarto grãos intermediarios. Então o circulo de illuminação, e o contorno apparente confundem-se novamente; mas D'esta vez o hemispherio allumiado está voltado para a Terra. É então Lua cheia.
> Continúa a Lua o seu movimento, a parte allumiada vai decrescendo até o ultimo quarto ou quarto mingoante. Nos dias seguintes apparece de manhã antes do nascer do Sol na fórma de um crescente de luz cada vez mais delgado; volta depois ao ponto de partida e começa uma nova lunação. (F.I.C., 1919, p. 119 - 120)
>
> Phases da Lua são os differentes aspectos que este astro nos apresenta durante seu movimento de translação ao redor da Terra. Ha 4 phases principaes; succedem-se com o intervallo de 7 dias e chamam-se Lua nova, quarto crescente, Lua cheia e quarto mingoante. Ha mais 4 phases intermediarias que são o 1º, o 2º, o 3º e o 4º oitante.
> [...] No fim de 29 dias e meio, a Lua vem collocar-se outra vez no ponto de partida entre o Sol e a Terra; completou-se a lunação ou mez lunar, de novo é a Lua nova e começa outra lunação (F. T. D, 1923, p. 118 – 120).
>
> O movimento de translação em redor da Terra origina as mudanças periodicas do aspecto da Lua, chamadas phases.
> As posições da Lua e do Sol designam-se pelos nomes de:
> **Conjuncção**, quando os dois astros têm a mesma longitude, isto é, estão ambos situados do mesmo lado da Terra.
> **Opposição**, quando a Lua está de um lado da Terra e o Sol de outro.
> **Quadratura**, quando a Lua, Terra e Sol formam um angulo recto.
> No momento da conjuncção a Lua volta para Terra a face não illuminada, de modo que nesse dia não a vemos. É a **Lua Nova** ou **novilunio**.
> Nos dias seguintes a parte illuminada vae augmentando, formando um **crescente** de luz cada vez maior, [...] O tempo que a Lua gasta a passar por dois novilunios consecutivos, chama-se **lunação** ou **revolução synodica** e é igual a 29 dias, 12 horas, 44 minutos e 3 segundos. (LIMA, 1931, p.100 – 103).
>
> FASES DA LUA (do Gr. **phásis**, aspéto). Conforme a iluminação o aspéto da lua é muito diverso. Quando a lua está em oposição ao sol, e a terra por conseguinte esta entre estes dois astros, podemos ver todo o hemisferio da lua iluminado pelo sol. Chamamos esta fase: **lua cheia** ou **plenilunio**.
> Nos dias seguintes a parte visível do hemisferio iluminado decresce do lado esquerdo; e 7^d 9^h depois quando a lua está em quadratura, vê-se iluminada apenas a metade do hemisferio, respectivamente ¼ da superficie total da lua. Apresenta-se esta fase sob a fórma de um D, e chama-se **quarto decrescente** ou **minguante**.
> Em seguida a parte visível continua a decrescer, apresentando fórma duma pequena foice, para se tornar invisivel de todo depois de outros 7^d 9^h, quando a lua se acha em conjunção com o sol. Chama-se então **lua nova** ou **novilunio**.
> A partir desta data começa novamente a tornar-se visivel uma parte do hemisferio iluminado, mas desta vez do lado direito e sob a fórma de um C, que vai crescendo. Depois de mais 7^d 9^h, quando está em quadratura, vê-se iluminado ¼ da lua, tendo o aspéto de um D virado. Chama-se esta fase: **quarto crescente**.
> Finalmente, continuando a crescer durante os dias seguintes, torna a apresentar-nos todo o seu hemisferio iluminado, quando se achar em oposição com o sol, passados 7^d 9^h.. Em seguida sucedem-se na mesma ordem as mesmas variações de aspéto (SCHRADE, 1933, p. 174 – 175).

Foi possível inferir da caracterização das *"Fases da Lua"*, que as 4 fases principais são descritas na perspectiva de um fenômeno cíclico com mudanças constantes, ou seja, os livros deixam claro que, nessas fases, a Lua está em posições

específicas da sua órbita em torno da Terra e que essas posições são ocupadas em momentos particulares desse seu movimento. Desta maneira, fica claro nesses livros que a Lua não permanece 7 dias em cada fase, mas que essas fases são apenas algumas dentre as várias fases da Lua.

Outro ponto interessante, diz respeito a nomenclatura das 4 fases principais. Além da tradicional nomenclatura das 4 fases (Lua Nova, Quarto Crescente, Lua Cheia e Quarto Minguante), os livros de Cosmografia trazem outros nomes para essas fases, como, por exemplo, novilúnio, conjunção ou 1ª sizígia para Lua Nova; primeira quadratura para Quarto Crescente; plenilúnio, oposição ou 2ª sizígia para Lua Cheia; e segunda quadratura para Quarto Minguante.

De maneira similar as *"Fases da Lua"*, os eclipses lunares ou solares, abordados em todos os livros analisados, são decorrentes dos movimentos da Lua, principalmente do movimento de revolução em torno da Terra. Assim, nos livros de Cosmografia do início do século XX, esse fenômeno cíclico é tratado como sendo o momento em que um determinado astro entra no cone de sombra de outro. Identificamos nos livros que, além de uma simples caracterização desse fenômeno, há um estudo detalhado das condições de ocorrências dos eclipses lunares e solares, conforme ilustram os excertos a seguir.

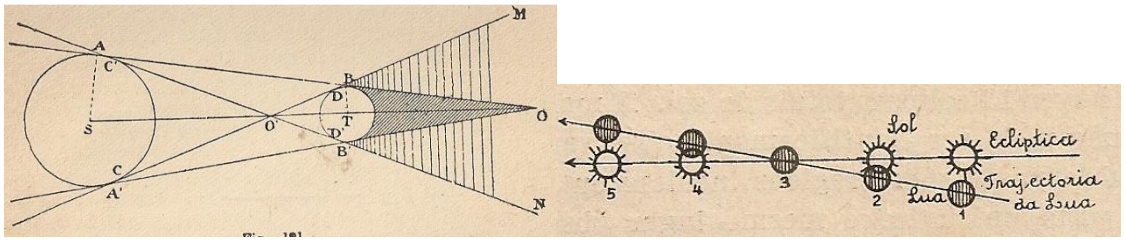


Figura 21: Esquemas explicativos dos eclipses. F.I.C. (1919, p. 1140) na esquerda e Schrader (1933, p. 187) na direita

> Chama-se eclipse o desaparecimento momentaneo de um astro á nossa vista pela interposição de um outro.
> O eclipse pode ser total ou parcial; é total quando o desapparecimento é completo; é parcial quando apenas uma parte do astro eclipsado desapparece.
> O eclipse parcial póde se anular, que é aquelle que tem logar quando a parte central do astro eclipsado desapparece e em redor della fica um annel luminoso.
> Ha pois tres especies de eclipses: totaes, parciais e annulares. (MARTINS, 1897, p. 117)

> [Eclipses da Lua] A Terra interceptando os raios luminosos que encontram a sua superficie, projecta no espaço um immenso cóne de sombra, produzido pela revolução de uma tangente commum AB, ao Sol S e á Terra T (fig. 121). Se considerarmos o cóne gerado por uma tangente interior CD ou C'D', vê-se que o espaço MBOB'N recebe só uma parte dos raios solares, é a penumbra.

> Ha eclipse quando a Lua penetra totalmente ou em parte no cóne de sombra. O eclipse é total quando a Lua penetra totalmente no cóne da sombra; é parcial quando só penetra em parte.
> Para que um eclipse total da Lua possa ter lugar, é necessario: 1.º que o comprimento do cóne de sombra seja maior do que a distancia da Lua á Terra; 2.º que sua largura, na região atravessada pela Lua, seja bastante grande para que este astro possa imergir n'elle completamente. (F.I.C., 1919, p. 140)
>
> [Eclipses do Sol] Dá-se um eclipse de Sol quando a Lua se coloca entre este astro e a Terra (fig 74). Ora, calcula-se que o cone de sombra da Lua tem um comprimento de 58 a 60 raios da Terra; sabe-se tambem que a distancia entre a Lua e nosso globo varia entre 56 e 62 raios terrestres.
> Portanto, o cone de sombra ora póde alcançar a Terra, ora não póde. De outra parte, esse cone, sempre muito estreito, não póde encobrir toda a Terra; donde é claro que os eclipses de Sol são visiveis apenas para uma fraca parte do hemispherio terrestre.
> Posto isto, si o cone de sombra pura alcançar nosso globo, haverá eclipse parcial para os pontos da Terra encontrados apenas pela penumbra.
> Naturalmente, o eclipse total é impossivel quando o cone de sombra pura não attinge a Terra; comtudo, o eclipse é parcial para todos os lugares tocados pela penumbra; e um observador collocado no prolongamento do mesmo cone de sombra pura goza então de um phenomeno interessante: como o mostra a fig. 75, em todos os pontos da Terra situados em D'E', vê-se o disco do Sol exceder de todos os lados o disco da Lua e apparecer como um anel luminoso.
> O eclipse chama-se então anular, e, para os homens que estão no proprio eixo do cone de sombra, é central. (F.T.D., 1923, p. 130-131)
>
> [sobre as condições dos eclipses] Para se realizar um eclipse do sol é preciso que a lua , ao pela ecliptica, se ache em linha réta entre o sol e a terra. Portanto só a lua nova póde eclipsar o sol.
> Si a lua executasse o seu movimento no plano da eclíptica, teríamos eclipse do sol cada mês no tempo da lua nova (e eclipse da lua no tempo da lua cheia). O plano da orbita lunar, porém, não coincide com a eclíptica, e por consequencia temos eclipse do sol só quando a lua nova se acha no nodo ou muito perto dêle (e eclipse da lua, quando a lua cheia se acha no nodo ou perto dêle). (SCHRADER, 1933, p. 185-186)

Na caracterização das marés, foi possível observar que esse fenômeno é identificado nas obras, como sendo as alterações no nível das águas dos nossos oceanos e mares, causada pela influência gravitacional do Sol e da Lua (esta última com maior intensidade) sobre a Terra. Assim, são exploradas pontualmente todas as causas desse fenômeno, bem como os fatores físicos que o influenciam, tais como a extensão dos mares, as posições e as distâncias relativas da Lua e do Sol à Terra.

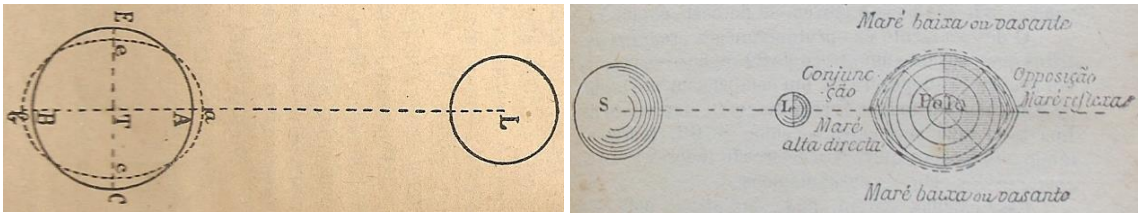


Figura 22: Esquemas explicativos do fenômeno das marés. F.T.D. (1923, p. 124) na esquerda e Lisboa e Brasil (1919, p. 67) na direita

> Marés são movimentos periodicos das aguas do mar. São essas elevações e abaixamentos que se produzem por influencia da Lua e do Sol, mas principalmente da Lua.
> A Lua movendo-se em redor da Terra exerce sua acção sobre toda superficie terrestre e especialmente sobre as aguas do mar, que cedem á essa acção pela pouca cohesão de suas moleculas. Quando a Lua passa em um meridiano as aguas elevam-se então para o lado desse astro, formando uma saliencia convexa, porque a acção do nosso satellite nessa parte é maior que em qualquer outra; e, como na parte opposta essa acção é a menor, as aguas como que cahem e formam tambem uma outra saliencia, de modo que ficam duas saliencias convexas nas extremidades de um mesmo diametro e que movem-se ao redor da Terra, acompanhando a Lua em seu movimento. (MARTINS, 1897, p. 121-122)

> A attracção universal basta para explicar o phenomeno da maré. A Lua actúa sobre as partes liquidas da Terra, mais vizinhas della.
> Os únicos astros que agem de um modo sensível são o Sol e a Lua; e a acção da lua é que é preponderante.
> A attracção lunar produz uma intumescencia.
> Nos mares fechados e nos lagos, não ha maré sensível, porque a pequenez de sua superficie não basta para produzir differença sensivel de nivel.
> É preciso ainda levar em conta a resistência que as costas oppõem ás ondas: assim no golfo estreito de Fundy (Canadá), a maré alcança 20 e 21 metros; no Maranhão, durante os equinócios, attinge a 7^m, 40. (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 66-67)

> [sobre as marés lunares] Para maior simplicidade, suponhamos a Lua L no plano do equador, a Terra t espherica e totalmente coberta pelas aguas do mar (Fig. 72).
> Segundo as leis da gravitação, a atracção da Lua sobre a Terra tem certo valor na linha central ETC, é maior em A que fica mais perto da Lua, e é menor em B que está mais longe da Lua; o effeito total sobre a Terra é como si a Lua attrahisse a agua em A e a repellisse em B.
> Dahi resulta uma diminuição de peso para as moleculas vizinhas de A e B, o que occasiona uma elevação do mar nesses dois pontos opostos, que têm a Lua no zeníth e no nadír, pois que as aguas se accumulam na região A, por serem mais attrahidas que os pontos E e C, assim como na região B, onde ficam menos attrahidas que os mesmos pontos E e C.
> A Terra toma a forma de um elipsoide de revolução, acbe, dilatado em A e B e achatado em E e C. (F.T.D., 1923, p. 124-125)

> Collocados em qualquer ponto da costa marítima de nosso Estado, notaremos que as aguas do oceano não guardam um nivel constante.
> Durante um periodo de 6 horas e 12 minutos sobem e baixam. Nesse espaço de tempo attigem a um nivel maximo, chamado de preamar e depois recuam até um nivel minimo, a baixamar.
> Este phenomeno, - chamado maré, - um dos mais surprehendentes que é dado ao homem observar, deve-se á acção combinada do Sol e da Lua sobre a massa liquida do globo terrestre.
> Conhecendo-se hoje que a intensidade das marés está na razão inversa do cubo da distancia do astro que as produz, comprehende-se porque a acção da Lua, nesse phenomeno é duas e meia vezes superior á do Sol.
> Varias causas produzem modificações no phenomeno das marés, taes como a maior ou menor extensão dos mares, as posições e as distancias relativas da Lua e do Sol á Terra, a configuração das costas, a direcção dos ventos.
> Chama-se estabelecimento do porto o tempo que decorre entre a preamar e a passagem da Lua pelo meridiano de um certo porto. (LIMA, 1931, p. 107-108)

Por fim, o tema *"Calendários"* é abordado nos livros de Cosmografia na perspectiva de se apresentar e de se descrever historicamente o grupo de regras

adotado pelos diferentes povos em diferentes épocas para se fazer coincidir o ano civil[28] com o ano trópico[29]. Desta maneira, são descritos e explorados pelos autores, principalmente, os seguintes calendários: egípcio, juliano e gregoriano.

> Attribue-se geralmente aos egypcios as primeiras ideias da formulação do calendario. As inundações do Nilo, que se succediam de tempos em tempo [...]
> Para predizer então essas inundações precisavam elles computar o tempo decorrido de uma á outra; dahi a necessidade de estabelecer e determinar uma unidade de tempo. Notaram então que o principio de cada inundação dava-se quando o Sol se achava perpendicular ás suas cabeças e que uma estrella, Sirius, apparecia logo ao anoitecer [...]. Depois de uma serie de observações chegaram a estabelecer uma grande unidade de tempo, o anno, com 360 dias, dividido em 12 mezes, tendo cada um 30 dias. No fim porém de um longo espaço de tempo havia já discordancia e reconheceram que o anno devia ter 365 dias e não 360 apenas. Com efeito tomando elles somente 360 dias no fim de 18 annos a primavera tomava o logar do verão [...]. (MARTINS, 1897, p. 59)

> No anno 46 antes de J.-C., Julio Cesar emprehendeu a reforma do calendario. Segundo as indicações de Sosigenes, astronomo de Alexandria, dividiu o anno em 365 dias e ¼, e ordenou que em cada quatro anos, houvesse tres de 365 dias, e o quarto fosse de 366 dias, ao qual se daria o nome de anno bissexto.
> O dia supplementar foi ajuntado ao mez de fevereiro, tendo pois este mez 29 dias no anno bissexto.
> Para corrigir os erros precedentes, Julio Cesar ordenou que o anno da reforma tivesse 445 dias, o que lhe fez dar o nome de anno de confusão.
> [...] Esta reforma do anno, embora diminuísse o erro, não o fazia desapparecer completamente. Assim cada anno novo, em lugar de ser demasiado curto, como antes era, tornára-se mais longo de 365d., 25 – 365d., 242256, isto é, de 0,007744 de dia; estes erros, acumulando-se com o decorrer do tempo, deviam produzir desaccordo considerável entre o anno civil e o ano tropico. (F.I.C., 1919, p. 79-80)

> [Calendário Gregoriano] Depois de algum tempo, era notável a insufficiencia da correcção juliana. Comeffeito, o anno tropico é de 365,242256 d. solares médios e o anno de J. Cesar era 365d. 25, o que dá um erro de 0d. 007744 por anno, ou 3d. 10 em 400 annos; de modo que no fim do seculo XV, o equnoxio da primavera cahia no dia 11 de março em lugar do dia 21, como cahiu em 325, no tempo do concilio de Nicéa.
> Para estabelecer a concordância entre o anno civil e o anno tropico, o papa Gregorio XIII ordenou que:
> 1.º o dia immediato a 4 de outubro de 1582 seria chamado dia 15;
> 2.º os anos cujo numero é divisivel por 4, como 1916, seriam bissextos, excepção feita para os anos seculares quando o numero não é divisivel por 400, como o anno de 1900.
> Assim regulado, o calendario gregoriano é conforme ás leis da sciencia e ás necessidades da sociedade: como seu anno é de 365d. 2425 em lugar de 365d 242256, o erro é apenas de 0d. 000244 por anno; na pratica, é insignificante, pois dá um adiantamento de 1 dia a cada 4000 annos. (F.T.D., 1923, p. 111)

---

[28] É o conjunto de dias compreendido entre 1 de janeiro e 31 de dezembro. Usado na vida ordinária.

[29] "É o período de revolução da Terra em torno do Sol com relação ao Equinócio Vernal, isto é, com relação ao início das estações. Seu comprimento é 365,2422 dias solares médios, ou 365d 5h 48m 46s. (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004, p. 29)

4.4.2.3. Terceira categoria: Os conteúdos relativos ao Sistema Solar

Os temas relativos à categoria *"Sistema Solar"* referem-se à descrição das características físicas e da dinâmica dos corpos que constituem o nosso Sistema Solar.

Em uma primeira análise, foi possível evidenciarmos que os temas relativos à caracterização do Sistema Solar, presentes na quase totalidade dos livros, são abordados com a finalidade de se descrever as principais características e propriedades dos corpos celestes que constituem o Sistema Solar. Assim, excetuando os temas *"Sol"* e *"Lua"*, os demais resumem-se a uma descrição de suas principais características físicas conhecidas até o momento da publicação do livro.

Nos temas "Sol" e "Lua", por se tratarem dos astros mais presentes em nosso cotidiano, identificamos uma descrição de diversas característica e propriedades, pertinentes tanto para uma caracterização geral desses corpos celeste quanto para o estudo dos fenômenos cíclicos diretamente ligados a esses astros. Desta maneira, identificamos ênfases distintas no estudo desses dois astros: uma remete a caracterização da dinâmica de seus movimentos e a outra refere-se a suas propriedades e constituição físicas.

A caracterização dos movimentos do Sol, de modo geral, resume-se ao estudo das propriedades do seu movimento aparente em torno da Terra. Assim, o Sol descrevendo uma trajetória aparente na esfera celeste, chamada de eclíptica, são abordadas, nos livros, diversas propriedades relativas a essa trajetória, tais como inclinação da eclíptica, eixo da eclíptica, linha dos equinócios, linhas dos solstícios, trópicos, círculos polares e ponto vernal, conforme ilustram os excertos a seguir.

> Para fazermos a observação do movimento do Sol procuremos uma posição apropriada. Supponhamos que nos collocamos no cume de uma montanha, situada em uma grande planice, de maneira que o nosso horizonte visivel seja circular, e que fazemos a nossa primeira observação no dia 21 de Março. Neste dia veremos o Sol levantar-se exactamente no ponto E, fig, 28, e deitar-se no ponto O.
> Se no dia seguinte fizermos outra observação notaremos que o levantar e o deitar não têm mais logar nesses pontos, mas sim que elles se effectuam em pontos mais approximados do norte, e o mesmo irá acontecer nos dias subsequentes [...].
> Esta simples observação nos mostra que o Sol, participando do movimento diurno da esphera celeste, tem comtudo um movimento especial sobre o circulo obliquo do equador. (MARTINS, 1897, p. 48-49)

> O grande círculo descrito pelo sol recebe o nome de eclíptica; o plano da eclíptica intercepta o plano do equador QQ' ao longo da linha γγ' (Fig 61), que é a linha dos equinócios: os pontos Y e Y' são os equinócios. O movimento do sol ocorre na direcção indicada na figura por uma seta; o ponto Y onde o sol encontra o equador movendo-se do hemisfério sul para o hemisfério norte

> é o equinócio da primavera ou o ponto vernal: é este ponto que adotamos como a origem da ascensão reta; [...]. O ponto Y ', onde o sol encontra o equador movendo-se do hemisfério norte para o hemisfério sul é o equinócio de outono[30]. (TISSERAND; ANDOYER, 1907, p. 81, tradução nossa)

> Chama-se linha dos equinoxios a intersecção do plano da eclíptica com o plano do equador.
> Os dois estremos d'esta linha são os pontos equinoxiaes. Ao ponto equinoxial da primavera chama-se ponto vernal.
> O ponto vernal é o ponto da ecliptica em que o Sol atravessa do hemispherio austral para o hemispherio boreal; é uma das extremidades da linha dos equinoxios. Na extremidade opposta encontra-se o ponto equinoxial do outono. (F.I.C., 1919, p. 64-65)

> O ponto γ em que o Sol passa do hemispherio austral para o hemispherio boreal é o equinoxio da primavera ou ponto vernal; o ponto diametralmente opposto γ' é o equinoxio do outono; a linha que une esses pontos é a linha dos equinoxios.
> Os pontos C e C' em que o Sol alcança sua maior declinação boreal ou austral, são os solsticios; a linha CC' que os une é a linha dos solsticios.
> [...] Estações são os intervallos do tempo comprehendido entre um equinoxio e o solsticio seguinte, ou entre um solsticio e o equinoxio seguinte. (F.T.D., 1923, p. 30)

> Si ainda traçarmos meridianos que passam pelos pontos equinoxiais e solsticiais, obtemos circulos maximos que se chamam: coluro equinoxial e coluro solsticial. O coluro equinoxial corta o coluro solsticial em 2 pontos que são os polos norte e sul. O coluro solsticial passa tambem pelos polos da ecliptica.
> Pelos polos da ecliptica traçamos além disso circulos paralelos, que formam os dois CIRCULOS POLARES [...]. O tropico do hemisferio austral chama-se TROPICO DO CAPRICORNIO e o do hemisferio boreal, TROPICO DO CANCER. Chamam-se circulos tropicos, (do gr. tropein, mudar, inverter) porque o sol, tendo alcançado o seu maior desvio do equador em sentido austral e boreal, muda o seu curso, convertendo-se outra vez para o equador. No seu movimento diurno o sol não descreve, portanto, circulos paralelos ao equador, mas uma curva helicoidal, dirigida durante seis meses do tropico do Capricornio para o do Cancer e durante os outros ses meses em sentido oposto. (SCHRADER, 1933, p. 85-86)

Acompanhando essas caracterizações, são apresentados esquemas do movimento do Sol na esfera celeste, como os apresentados a seguir.

---

[30] Le grand cercle décrit par le soleil a reçu le nom d'écliptique; le plan de l'écliptique coupe le plan de l'équateur QQ' (fig. 61) suivant une ligne YY' qui est la ligne des équinoxes: les points Y et Y' eux-mêmes sont les équinoxes. Le mouvement du soleil s'effectue dans le sens direct indiqué sur la figure par une flèche; le point Y où le soleil rencontre l'équateur en passant de l'hémisphère austral dans l'hémisphère boréal est l'équinoxe du printemps ou point vernal: c'est ce point que l'on adopte comme origine des ascensions droites; c'est par suite l'angle horaire de ce point qui mesure le temps sidéral. Le point Y' où le soleil rencontre l'équateur en passant de l'hémisphère boréal dans l'hémisphère austral est l'équinoxe d'automne. (TISSERAND; ANDOYER, 1907, p. 81)

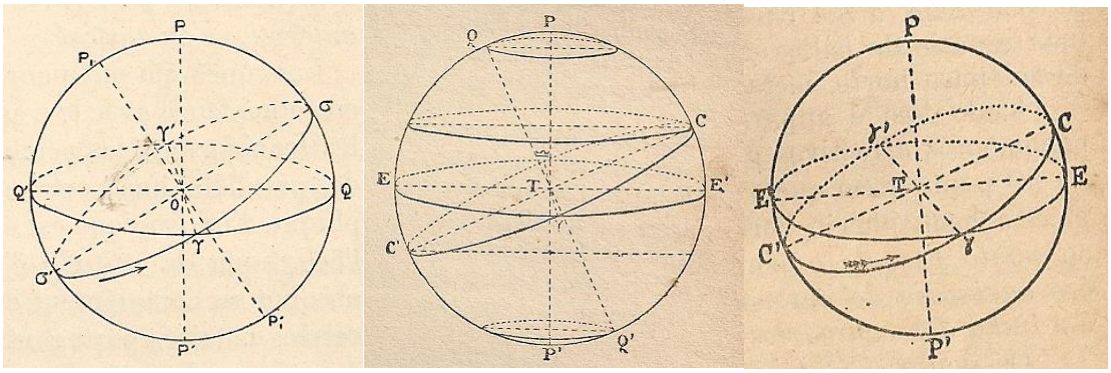


Figura 23: Esquemas ilustrativos do movimento aparente do Sol sobre a esfera celeste. Na esquerda, Tisserand e Andoyer (1907, p. 81); no meio, F.I.C. (1919, p. 65); e na direita, F.T.D. (1923, p. 29).

Já a caracterização dos movimentos da Lua constitui-se no estudo detalhado do seu movimento de revolução em torno do planeta Terra e do seu movimento de rotação em torno de si mesma. Desta maneira, ao discutirem esses dois movimentos do nosso satélite natural, os autores abordam diversos elementos e propriedades desses movimentos, como a orbita lunar, nodos, revolução sideral, tropica e sinódica, nutação da Lua e librações da Lua.

> [sobre o movimento da Lua na esfera celeste] Uma simples observação nos mostra que ella [a Lua] se desloca sobre a esphera celeste. Para isto basta notar-se as estrellas que lhe ficam proximas, no momento do seu nascer ou em qualquer outra hora; no fim de algum tempo visivelmente se percebe que ella tem caminhado, pois que as estrellas que estavam proximas acham-se então affastadas, e que perto della estão agora outras que por sua vez ficarão afastadas e assim successivamente. Ora a esphera celeste movendo-se conjunctamente com as estrllas, como uma única peça segue-se que a Lua é que se desloca. Acompanhando-se por dias seguidos esse deslocamento da Lua, nota-se que ella descreve no Céo uma trajectoria que pouco se afasta da trajectoria do Sol; isto é, ella move-se sobre o plano da ecliptica sem se afastar muito delle, e o seu movimento é directo porque effectua-se no mesmo sentido que o do Sol sobre a ecliptica. (MARTINS, 1897, p. 96)

> O grande círculo LL ' que define o plano da órbita da Lua na esfera celeste, intercepta a eclíptica EE' em dois pontos diametralmente opostos λ, λ': estes pontos são os nodos da órbita lunar, e a linha AA' é a linha dos nós[31]. (TISSERAND; ANDOYER, p. 130, tradução nossa)

> [sobre a órbita lunar e torno da Terra] Tres movimentos principaes animam o nosso satellite: um , de revolução em redor da Terra; um outro, de rotação sobre si mesma; um ultimo, de translação em torno do Sol, acompanhando a Terra.
> 1º) A revolução faz-se em 27 dias, 7 horas e 43 minutos.
> A orbita da Lua está inclinada de 5º9' e atravessa a ecliptica em 2 nódos, cuja retrogradação se faz em 18 annos e 8 mezes. A lua, portanto, não gira perfeitamente no plano da ecliptica.

[31] Le grand cercle LL', trace du plan de l'orbite de la lune sur la sphère céleste O (fig. 80), rencontre l'écliptique EE' en deux point diamétralement opposés Y, Y': ces points sont les noeuds de l'orbite lunaire, et la ligne YY' est la ligne des noeuds. (TISSERAND; ANDOYER, p. 130)

> Em relação ao Sol, a Lua atraza-se de 46 minutos, 30 segundos cada dia; donde em 29 dias 12 horas, 44^m 3^s parece ter dado uma volta inteira no céo, em relação ao Sol. É o que se chama revolução synodica, ou lunação ou mez lunar. (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 50)

> [sobre o movimento de rotação] Pelo exame do disco lunar, notamos sempre as mesmas manchas, e nos mesmos lugares; donde concluimos que este astro nos mostra constantemente a mesma face e possue sobre si mesmo um movimento de rotação, que dura exatamente o tempo da sua revolução sideral.
> Como os homens viam sempre a mesma face lunar, accreditaram, por muitos anos, que este astro não gira sobre si mesmo; mas é facil convencer-se do contrario. Numa mesma circular, colloquemos uma bola no centro, para figurar a Terra: depois, demos a volta á mesa olhando sempre para a bola. Quando chegarmos ao ponto de partida, teremos executado, sem o suspeitarmos, uma rotação sobre nós mesmos: a prova é que, durante o movimento, fizemos frente a cada uma das 4 paredes da sala, como no caso de girarmos sobre nós mesmos, sem mudança de lugar. (F.T.D., 1923, p. 115)

> Os pontos em que a órbita da Lua corta a eclíptica chamam-se nodos ou nós. Dois são os nós: o ascendente, que é o ponto em que a Lua corta a eclíptica ao passar do hemisfério austral para o setentrional; e o descendente, que é o ponto em que a Lua atravessa a eclíptica ao passar do hemisfério setentrional para o austral.
> A linha que liga o ascendente ao descendente, é a linha dos nós, [...].
> Enquanto o movimento de rotação da Lua é uniforme, o de revolução em tôrno da Terra pode ser mais ou menos acelerado, donde resulta achar-se aquêle ora adiantado, ora atrasado em relação a este.
> Daí o experimentar a Lua em tôrno do seu centro um balanço, isto é, um movimento de oscilação, ao qual se denomina libração.
> Três são as espécies de libração: em longitude, em latitude e diurna.
> A libração em longitude é a oscilação que a Lua parece fazer na direção do plano da órbita lunar e, portanto, do da eclíptica; a libração em latitude é a que ela parece fazer no sentido um pouco perpendicular ao plano se sua órbita; e a libração diurna é a que ela parece fazer durante um dia sideral. (CABRAL, 1932, p. 256-257)

No que tange a caracterização da constituição física tanto do Sol quanto da Lua, foi possível observar uma descrição detalhada de diversos elementos e propriedades físicas desses corpos celestes, tais como distância relativa à Terra, dimensões físicas, massa, volume, densidade, temperatura, constituição química e aspectos da superfície. No caso específico do Sol, além dessas propriedades físicas, chama-nos a atenção pela riqueza de detalhes, a caracterização de suas manchas, protuberâncias e de sua constituição física.

> [sobre as manchas e as protuberâncias solares] Já vimos que á simples vista o Sol se nos apresenta como um bello globo luminoso, cujos raios cahindo sobre a Terra a esclarecem. Mas se usarmos de um instrumento apropriado para observal-o, uma luneta astronomica, por exemplo, [...] notaremos em sua superficie certas partes mais escuras, ou antes, menos claras que outras, que se denominam manchas.
> [...] Ellas são de formas irregulares e differentes umas das outras; visiveis umas vezes e invisiveis outras, mas aparecendo com mais frequencia na região do equador e nunca nas regiões polares.
> Ha manchas de diversas grandezas, tendo-se observado algumas com uma dimensão de cerca de dez vezes o diametro da Terra [...].

> Nas manchas, especialmente nas de grandes dimensões, que são as que duram mais tempo, observa-se quasi sempre em seu contorno uma porção menos escura que se denomina penumbra e para o seu centro uma parte negra que se chama núcleo.
> Protuberancias. – Além das manchas, [..] nota-se na superficie do Sol immensos jactos de chammas que elevam-se às vezes a alturas extraordinarias: são as protuberancias, variáveis de fórma e de grandeza como as manchas. (MARTINS, 1897, p. 66-68)
>
> [sobre a constituição física do Sol] Para explicar os phenomenos que apresenta a superficie do Sol, W. Herschell e a maior parte dos astronomos tinham admittido que o Sol é formado por um nucleo solido e escuro, rodeado de duas atmospheras sobre postas, á primeira semelhante a uma camada nebulosa, opaca, e a segunda, chamada photosphera, que transmitte a luz e o calor.
> A analyse do espectro solar tendo demonstrado que a claridade deslumbrante da photosphera é devida ás partículas incandescentes de diversos metaes volatilizados pelo excessivo calor central, teve de renunciar-se á hypothese do nucleo solido.
> Além d'isso, o mesmo processo fez descobrir na massa do Sol correntes que não permittem admittir-se a existencia de atmospheras propriamente ditas.
> Hoje os astronomos consideram o Sol como uma massa continua de gaz e de vapores, dotada de um calor enorme, capaz de volatilizar os metaes mais refractarios [...]. (F.I.C., 1919, p. 102-103)
>
> [sobre a constituição química do Sol] Por meio das riscas do espectro solar vistas no espectroscopio, os physicos puderam reconhecer alguns corpos que ardem no Sol.
> [...] Notam-se principalmente vapores metallicos quentissimos de ferro, cobre, zinco, aluminio, chumbo, etc.
> Há tambem alguns metaloides como o hydrogenio, o carbono e talvez o azoto.
> O mais interessante é que alguns corpos foram notados no Sol muito antes que os chimicos os tivessem descoberto na terra: o gallio, o hélio. (F.T.D., 1923, p. 32-33)
>
> [sobre a estrutura interna do Sol] Admitte-se, presentemente, que o Sol seja constituído por um nucleo central de gazes e vapores em temperatura elevadíssima capaz de volatilizar os metais mais refractarios.
> Esta massa está rodeada pela photosphera ou quantidade enorme de pequenos grãos brilhantes e redondos, medindo alguns centenares de quilômetros de diametro, que, num movimento contínuo, desapparecem e se renovam a cada instante. Os espaços entre as granulações constituem os póros. Envolve a photosphera uma camada côr de rosa, formada de hydrogenio helium e calcio incandescentes, chamada chromosphera. Finalmente, observa-se por cima desta outro envoltório, a corôa, constituido por um gaz desconhecido a que se convencionou chamar coronium [...]. (LIMA, 1931, p. 47-48)

Ilustrando essas caracterizações da superfície solar, são apresentadas, concomitantemente, diversas figuras e ilustrações da superfície do Sol.

Figura 24: Ilustrações da superfície solar. Na esquerda, representação de uma mancha solar (MARTINS, 1897, p. 67); no meio, representação das protuberâncias solares (F.I.C., 1919, p. 102); e na direita; foto da superfície do Sol (LIMA, 1931, p. 49)

No livro de Schrader (1933) identificamos, além dessas caracterizações, uma descrição das hipóteses científicas, consideradas naquela época, sobre os processos de geração de calor no Sol, conforme ilustra o excerto.

> O sol desde tempos antiquíssimos emite continuamente enormes quantidades de CALOR, sem que se note a mais insignificante diminuição na sua energia calorifica, que se avalia em $30 \cdot 10^{32}$ calorias por ano [...].
> Donde vem este calor? Quais as fontes calorificas que produzem no sol a constância da sua temperatura? – Para resolver esta questão foram estabelecidas diversas hipóteses. A primeira baseia-se na contração do sol. Em consequência da emissão dos raios caloríficos, o sol se resfria e se contrai. Á medida, porém, que se contrai ficam livres novas quantidades de calor, [...]
> A segunda hipótese atribue o calor solar á influência de elementos radio-ativos. Diversos elementos, como o radio, uranio, tório e outros, emitem constantemente raios escuros de três espécies, chamados raios α, β, γ, sendo os raios α eletropositivos e formados por atomos de helio, projetados com grande velocidade. [...] A emissão dos raios é acompanhada do desenvolvimento de calor. [...] Ainda que o espetro solar não apresente de um modo indubitável as linhas caracteristicas do radio nem as do uranio e tório, todavia, o fato de se encontrarem na atmosfera solar enormes massas de helio, produto da decomposição dos elementos radio-ativos, indica suficientemente, a existencia de tais elementos no sol. Portanto não está excluído que ao menos uma parte do calor solar seja devido á influencia de elementos radio-ativos.
> A terceira hipótese explica o calor solar pela combinação dos eletrons e protons, que se acham dissociados em temperaturas muito elevadas, e que, combinando-se, perdem energia calorifica. (SCHRADER, 1933, p. 214-215)

Essas caracterizações do Sol tanto do ponto de vista da sua descrição física como da dinâmica de seu movimento aparente na esfera celeste, evidenciam-no como um imenso astro incandescente, responsável não apenas por diversos fenômenos cíclicos observados na superfície da Terra, mas, também, por toda a dinâmica, em termos de forças, dos corpos celestes que constituem o Sistema Solar.

Analogamente ao Sol, para a Lua, identificamos uma caracterização em termos de suas manchas (mares lunares), montanhas (crateras) e de sua atmosfera, como segue nos exemplos.

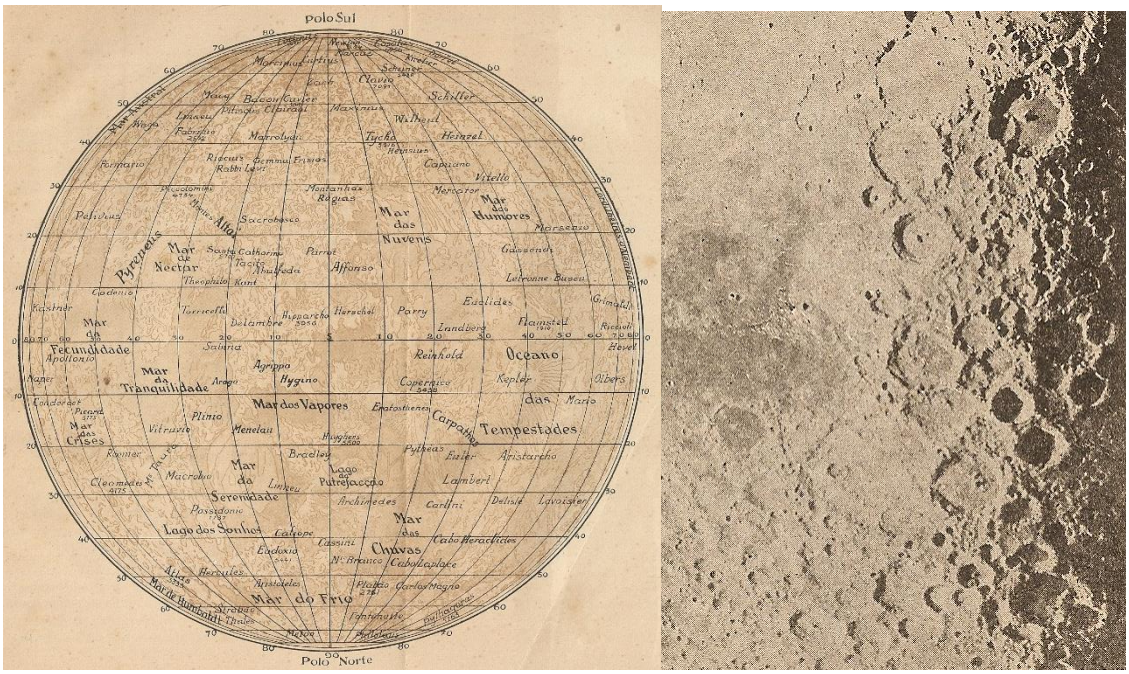


Figura 25: Na esquerda, mapa da superfície da Lua (LIMA, 1931, p. 93); e na direita, fotografia das crateras lunares (SCHRADER, 1933, p. 218).

> Á simples vista se nota na superficie da Lua manchas escuras e permanentes, sempre visiveis no mesmo logar, não tendo assim analogia alguma com as manchas solares, que são periodicas.
> Examinando-se mais atentamente com auxilio de um instrumento optico, durante o primeiro quarto, percebe-se em seu bordo rectilineo irregularidades permanentes que provam que a superficie da Lua é cheia de rugosidades.
> Na superficie da Lua existe grande numero de asperezas, sendo as manchas provenientes de certas partes da superficie lunar que não reflectem tão bem os raios solares como as partes circunvizinhas. (MARTINS, 1897, p. 104)

> As montanhas da Lua têm a fórma cônica; a uma certa altura, o nivel de solo apresenta depressões e forma áreas circulares muito fundas e de grande extensão, cuja parede interna é quasi vertical. O fundo d'essas áreas é geralmente chato, e abaixo do nivel da planura exterior.
> As montanhas da Lua não estão dispostas em fórma de cadeias como as da Terra; assemelham-se bastante ás crateras dos nossos volcões; attribue-se-lhes, porém, uma origem diferente[...]. (F.I.C., 1919, p. 137)

> [sobre os dias e as noites na Lua] Cada dia e cada noite alli dura mais de 13 de nossos dias.
> Durante as longas noite da Lua, o frio é intenso, porque nenhuma atmosphera protege contra a irradiação. Um thermometro deve marcar até 267º abaixo de zero; tal frio liquefaz e solidifica todos os gazes; pelo contrario, durante os 13 dias lunares, o Sol deve escaldar o satellite. (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 52-53)

> [sobre a atmosfera lunar] A lua não possue atmosphera apreciável [...].
> 1º Sabemos que um raio luminoso se refracta ao atravessar uma atmosphera; o desvio é tanto maior quanto mais densa fôr essa atmosphera. Donde resulta que si uma estrella, quando passa atraz da Lua, encontrasse uma atmosphera, o tempo da occultação deveria ser diminuído de uma dupla refracção; havíamos de enxergar essa estrella ainda um instante depois de

> esconder-se atraz da Lua, e já outro instante antes que o calculo a fizesse reapparecer; mas nada disso se produz; a occultação effectiva dura exatamente o tempo indicado pelo calculo.
> [...] Pois que não ha gazes na Lua, a agua não póde permanecer liquida; instantaneamente há de reduzir-se a vapores; ora, como nunca se verificou a presença de nuvens ao redor do globo lunar, devemos dizer que nem tão pouco existe agua na superficie de nosso satellite. (F.T.D., 1923, p. 121-122)

> [sobre a origem do relevo lunar] A geologia deste mundo tão proximo do nosso parece ter sido feita para desconcertar os sábios mais eminentes. A crosta superficial de nosso satellite esteve submttida á acções violentissimas que não encontram analogia alguma com as que presidiram o relevo terrestre. É provavel que, no principio, isto é, quando a Lua ainda estava em estado viscoso, os gazes desenvolvidos em seu interior, exercendo pressão formidavel sobre a peripheria, tenham levantado ahi massas enormes, e cavado depressões extensas, como o mar das Crises, o mar da Serenidade, o mar das Chuvas. Todos, com efeito, são limitados por massiços montanhosos, cuja declividade mais brusca está voltada para essas depressões.
> [...] Por fim, perdendo a sua elasticidade, a crosta quebrou-se sob a pressão dos gazes interiores e formou essas brechas que vemos brilhar, mais e mais, á medida que o Sol se eleva sobre o horizonte (LIMA, 1931, p. 92-93)

> Sem telescopio observamos na lua só lugares claros e escuros. Os lugares claros são chamados “terras”, os lugares escuros “mares” [...]. Por meio do telescopio reconhecemos que os mares são vastas planicies, de fórma circular ou sinuosa e de 100 – 1000 km de diametro, e os lugares claros, planaltos cobertos de montanhas, cuja altura atinge ás vezes 8000 m. As montanhas são dispostas em redor das planicies circulares, incluindo-as por toda a parte. No centro das planicies encontra-se ás mais das vezes, um monte cônico com abertura larga, semelhante á cratera de um vulcão terrestre, diverso, porém, deste, pelo diametro que varia entre 30 – 100 km. Contam-se na superficie visivel da lua nada menos do que 33000 destas montanhas circulares ou circos. [...] A lua não tem luz propria, mas apenas luz refletida, que apresenta todas as linhas caracteristicas do espetro solar. (SCHRADER, 1933, p. 215-216)

A caracterização dos demais corpos celestes que constituem o Sistema Solar, como planetas, meteoros, estrelas cadentes, bólidos, satélites e cometas, resume-se a uma conceituação desses corpos celestes e a uma descrição de suas principais características físicas conhecidas até o momento da publicação do livro.

No caso particular dos planetas, identificamos que, de modo geral, os autores apresentam, primeiramente, um estudo mais geral sobre esses corpos celestes, os quais são definidos como astros sem luz própria que giram em torno do Sol descrevendo uma órbita elíptica, conforme os exemplos a seguir. Feito essa primeira caracterização dos planetas, os autores passam para uma descrição individual de cada planeta.

> Assim como a Terra move-se em redor do Sol, assim tambem todos os outros planetas movem-se em redor desse mesmo astro e no mesmo sentido, do occidente para o oriente, descrevendo no espaço suas orbitas annuaes ao mesmo tempo que vão girando sobre si mesmo. (MARTINS, 1897, p. 124)

> Os planetas são astros sem luz propria que giram em torno do Sol descrevendo orbitas ellipticas geralmente pouco excêntricas.

> Estes astros têm pouco mais ou menos o mesmo aspecto das estrellas, das quaes se distinguem pela falta de scintillação e sobretudo pelo seu deslocamento entre as estrellas. Além d'isso, os planetas, observados com o telescópio, apresentam a fórma de um disco cujo diametro augmenta segundo a força do instrumento, ao passo que as estrellas apresentam apenas a fórma de pontos luminosos. (F.I.C., 1919, p. 153)

> [...] planeta é um astro que gira ao redor do Sol.
> Um planeta se reconhece logo no meio das estrellas pelos 4 caracteres seguintes:
> 1º Possue luz fixa e não scintilla como as estrellas.
> 2º No céu, desloca-se de uma quantidade apreciavel, até a olho nú, e viaja de uma constelação para outra, o que não se dá para nenhuma estrella durante o tempo de um vida humana.
> 3º Anda sempre numa estreita faixa do céu, chamada zodíaco.
> 4º Nos oculos, oferece um disco sensivel, que se mede perfeitamente, ao passo que, mesmo nos maiores telescopios, as estrellas permanecem simples pontos brilhantes. (F.T.D., 1923, p. 40)

> Planetas são astros opacos, que descrevem órbitas heliocoidais, de ocidente para oriente, em tôrno do Sol, do qual recebem luz e calor.
> Apesar de apresentarem mais ou menos o mesmo aspecto das estrêlas destas se distinguem pelos seguintes caracteres:
> 1º) Não têm luz própria nem mobilidade de brilho como as estrêlas, isto é, recebem luz do Sol e não cintilam, sendo tranquila e serena a sua luz; [...]. (CABRAL, 1932, p. 137)

> Os planetas são astros que distinguimos das estrelas fixas pela falta de cintilação e de luz propria, pela sua posição na proximidade da ecliptica, pela sua mudança de posição relativa ás estrelas fixas do zodíaco e pela propriedade de se apresentarem nos telescopios em fórma de discos, enquanto as estrelas fixas, mesmo nos telescopios mais poderosos, se apresentam apenas como pontos luminosos. (SCHRADER, 1933, p. 140)

Um ponto interessante sobre os planetas, diz respeito ao número destes corpos que constituem o Sistema Solar. Identificamos que, excetuando os livros de Cabral (1932) e Schrader (1933), os demais livros abordam oito planetas que são: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Já nos livros de Cabral (1932) e Schrader (1933), além desses oito planetas, há também a descrição de um nono planeta, no caso, Plutão[32]. Os exemplos a seguir ilustram esse fato.

> Os planetas actualmente conhecidos são em numero de oito. [...] Esses planetas são os seguintes, a começar do que mais proximo se acha do Sol: Mercurio, Venus, Terra, Marte, Jupiter, Saturno, Urano e Neptuno. (MARTINS, 1897, p. 124)

> Hoje conhecem-se oito principaes planetas, que são na ordem da sua distancia do Sol: Mercurio, Venus, Terra, Marte, Jupiter, Saturno, Urano e Neptuno. (F.I.C., 1919, p. 154)

> Desde de Copérnico, sabe-se que o systema solar comprehende um astro central, o Sol, ao redor do qual giram corpos menores chamados planetas.

[32] Desde de 2006, por uma decisão da União Astronômica Internacional (IAU) em refinar a definição de "planeta", Plutão passou a ser considerado membro de uma outra categoria de corpos celestes, a dos planetas anões (HORVATH, 2008).

> [...] Hoje, conhecemos 8 planetas principaes, que são, a partir do Sol: Mercurio, Venus, a Terra, Marte, Jupiter, Saturno, Urano e Neptuno. (F.T.D., 1923, p. 39-40)

> Na ordem em que giram em tôrno do Sol são êstes os nove principais planetas: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão, dos quais só os três últimos não podem ser vistos a ôlho nu.
> No dia 13 de março de 1930 foi descoberto pelo observatório Lowell, de Flagstaff, no Arisona, Estados Unidos da América, entre as estrêlas da constelação de Gêmeos, um novo planeta além de Netuno. Deram-lhe o nome de Plutão, que representa um deus da antiguidade, filho de Saturno. (CABRAL, 1932, p. 137)

> As irregularidades no movimento de Urano não se explicam completamente pela influência de Netuno. P. Lowell e W. Pickering calcularam a posição e o diametro de mais um planeta, transnetuniano, achado-o realmente em janeiro de 1930. Deram-lhe o nome de Plut. Este planeta faz uma revolução em 250ª, é quasi 45 vezes mais afastado do sol que a terra, tem o volume de Marte e o brilho duma estrela de 15ª grandeza. (SCHRADER, 1933, p. 227)

Identificados como planetas de segunda ordem, os satélites naturais dos planetas são definidos nos livros como astros que giram ao redor de um planeta. De maneira semelhante ao número de planetas, identificamos que o número de satélites naturais dos planetas Júpiter e Saturno, também, varia de um livro para outro, de modo que a quantidade de satélites desses dois planetas aumenta conforme o ano de publicação do livro, como pode ser visto nos excertos.

> Em redor de alguns planetas movem-se satélites, que são tambem planetas, mas de 2ª ordem. A Terra tem um, Marte tem dous, Jupiter quatro, Saturno oito, Urano quatro e Neptuno um. (MARTINS, 1897, p. 124)

> Os satellites de Jupiter são invisíveis á vista desarmada, por isso eram desconhecidos dos antigos.
> São 5; os quatro primeiros foram descobertos por Galileo em 1610; o quinto, extremamente pequeno, o foi por Barnard em 1892 no observatório Lick na California.
> Saturno tem oito satellites, cujos nomes são, seguindo a ordem do brilho: Titan, Japet, Thetis, Dione, Rhea, Encelade, Minos e Hyperion. (F.I.C., 1919, p. 171-174)

> São em numero de nove os satellites de Jupiter: Io, Europa, Ganymedes, Callisto, 5, 6, 7, 8 e 9. Esses satellites estão respectivamente afastados de Jupiter 423.700 kilometros, 674.200 km., 1.075460 km., 1.891.600 km., 182.600 km., 11.500.000 km., 12.000.000 km., e 25.600.000 km.
> [...] Além, dos anneis, tem o planeta [Saturno] dez satellites que são, a partir do mais proximo: Mimas, Encelados, Téthys, Dionea, Rhea, Titan, Themis, Hypérion, Japetos e Phoebo. (LEME, 1922, p. 67-69)

> Júpiter, o mundo gigante, na expressão de Flammarion, possui onze satélites dos quais quatro têm nomes: Io, Europa, Ganymedes e Calisto.
> [...] Saturno é o planêta que possui maior número de satélites. São êles em número de dez a saber: Mimas, Encelade, Tethys, Dioné, Rhea, Titan, Hypérion, Japet, Phoebe e Thémis. (CABRAL, 1932, p. 155-158)

No estudo dos planetas e de seus satélites, identificamos, também, a descrição do cinturão de asteroides, o qual é caracterizado nos livros como um grupo de corpos celestes de dimensões pequenas, situados entre a órbita de Marte e a de Júpiter.

> Entre Marte e Jupiter existe um grande numero de pequenos planetas, cerca de 250 que são dotados dos mesmos movimentos que os outros; são muito pequenos e se denominam asteroides ou planetas telescopicos, porque só com telescopios ou boas lunetas astronomicas podem ser vistos. (MARTINS, 1897, p. 124)

> A lei empírica de Bode indica, como vimos, uma lacuna no sytema planetario, entre Marte e Jupiter, á distancia de 2,8 do Sol. Képler notara essa falha antes de conhecida a lei de Bode e não hesitara em dizer: Intra Martem et Jovem, interposui planetam.
> [...] No primeiro dia do seculo 19º, isto é, em 1 de Janeiro de 1801, Piazzi descobrio em Palermo, sem procural-o, o planeta incógnito que denominou Ceres. Esse astro circula a distancia prevista 2,8; e portanto preenche a lacuna assignalada [...].
> Em 1802, Olbers descobrio um segundo planeta, Pallas, tão pequeno quanto Ceres, e circulando a mesma distancia [...] (F.I.C., 1919, p. 170)

> Até 1801 não se conhecia astro algum entre Marte e Jupiter. Entretanto, a descoberta de Urano em 1781, precisamente a uma distancia indicada pela lei de Bode, despertou no espirito dos astronomos a crença na existencia dalgum planeta entre Marte e Jupiter, existencia essa indicada pela referida lei.
> Depois de muitas observações, Piazzi descobriu o primeiro asteroide, em 1801, dando-lhe o nome de Céres. Seguiram-se as descobertas de Pallas, em 1802, por Olbers; de Juno, em 1804, por Harding; e de Vesta, em 1807, por Olbers.
> Em 1845 foi descoberto um quinto asteroide e, de então para cá, as descobertas se succederam de tal modo, que hoje são conhecidos cerca de mil asteroides. (LEME, 1922, p. 65-66)

> Graças á fotografia, notamos hoje a existencia de mais de 1000 asteroides ou pequenos planetas; [...] seus diâmetros variam de 20 a 800 kms e sua massa total não execede 1/100 de nosso globo. Os mais conhecidos são: Ceres Pallas, Juno, Vesta.
> Por algum tempo, varios astronomos emittiram a opinião que esses planetoides eram os fragmentos de um grande planeta que teria explodido; mas as leis da mecanica e os factos contradizem tal suposição. É mais provavel que foram causados, na nebulosa primitiva, pelas perturbações de Jupiter e de Marte sobre o anel que devia originar ali um planeta analogo aos outros. (F.T.D., 1923, p. 51)

> [...] A principio suppozeram os astronomos que os planetoides fossem o resultado da explosão ou cataclysmo de um planeta que existira entre Marte e Jupiter.
> Modernamente, porém, estão todos de accordo em admittir que a sua origem é devida á fragmentação do annel cosmico que existia entre aquelles planetas, em épocas remotissimas, e que essa fragmentação foi produzida pela acção perturbadora da massa do grande planeta Jupiter. (LIMA, 1931, p. 126)

Complementando essas caracterizações dos corpos celeste que constituem o Sistema Solar, observamos nos livros um estudo sumário dos cometas, dos meteoros, das estrelas cadentes e dos bólidos. Assim, os cometas são conceituados nos livros como corpos celestes luminosos que descrevem, em torno do Sol, órbitas muito excêntricas, como mostra os exemplos.

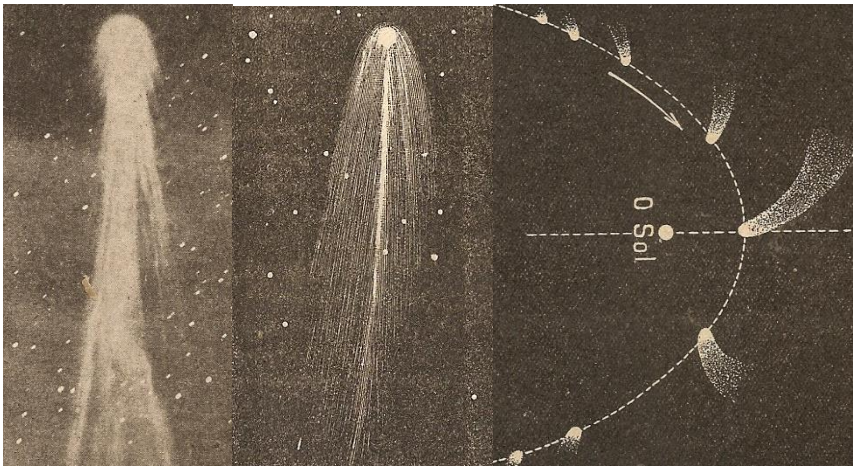


Figura 26: Esquemas ilustrativos dos aspectos dos cometas. Schrader (1933, p. 218), na esquerda; F.I.C. (1919, p. 179), no meio; e Leme (1922, p. 72), na direita).

> Cometas são astros luminosos por si mesmos e que descrevem ao redor do Sol orbitas muito alongadas, e ás vezes tão alongadas que nunca mais tornam a apparecer.
> [...] Um cometa compõe-se ordinariamente de um nucleo cercado de uma substancia vaporosa que se chama cabelleira ou coma, e da cauda que é um traço luminoso que o acompanha. O nucleo e a cabelleira formam a cabeça do cometa. (MARTINS, 1897, p. 151-152)

> Os cometas são corpos celestes que descrevem á roda do Sol orbitas ordinariamente muito alongadas. São quasi sempre acompanhados de uma cauda luminosa.
> Os cometas apresentam geralmente na extremidade que mais se approxima do Sol uma parte mais brilhante chamada nucleo, envolvida por uma nebulosidade a que se dá o nome de cabelleira. Faz a continuação da cabelleira, do lado opposto ao Sol, a cauda do cometa que consiste n'um rasto luminoso, cujo brilho vai diminuindo. O nucleo e a cabelleira formam a cabeça do cometa. (F.I.C., 1919, p. 178)

> Os cometas são astros nebulosos que giram em torno do Sol, descrevendo parábolas e, algumas vezes ellipses. Differem dos planetas pelas suas formas, pelas suas orbitas e pela sua composição.
> Um cometa consta de tres parte: 1º) de um nucleo brilhante; 2º) de uma cabelleira ou aureola brilhante; 3º) de uma cauda luminosa rectilinea, ou curva, ou em leque. (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 86)

> Os cometas são astros que apresentam um nucleo, constituido de particulas solidas, circumdado por uma cabelleira vaporosa ou coma e uma cauda bastante alongada. Certos cometas apresentam-se sem cabelleira e, neste caso, não têm cauda.
> Os cometas conhecidos descrevem, em seu movimento translatorio, ellipses muito alongadas, de que o Sol occupa um dos fócos. Devido á grande excentricidade de taes ellipses, no perihelio, os cometas approximam-se muito do Sol, tornando-se, por isso, extraordinariamente rapido seu movimento translatorio. Dahi o grande deslocamento apparente dum cometa, no céo. (LEME, 1922, p. 71-72)

> Chamam-se cometas, isto é, astros com cabelleira.
> Em seu mais simples aspecto apresentam-se formados por um nucleo cercado de uma nuvem luminosa ou cabelleira.
> Este conjunto constitue a cabeça do cometa, que, ás vezes, é acompanhada de uma cauda mais ou menos extensa.
> [...] Os cometas distinguem-se dos planetas: a) por seu aspecto nebuloso; b) por se moverem no plano da ecliptica e fóra delle; c) por terem a cabelleira e a cauda tão pouco densas que deixam ver as estrellas através de si; d) por

> descreverem orbitas summamente excêntricas; e) por variarem de fórma e dimensões em curtos periodos de tempo. (LIMA, 1931, p. 135-137)

> Cometas (do gr. comê, cabelo) chamam-se astros muito pequenos, que consistem num ponto luminoso envolvido por uma nebulosidade terminada, muitas vezes, num rasto luminoso. O ponto luminoso, chamado nucleo, tem o aspéto duma estrela; a nebulosidade tem o aspéto e nome de cabeleira; o rasto luminoso ou cauda é a continuação da cabeleira.
> A cauda é sempre dirigida em sentido aposto ao sol, alargando-se pelo fim e tornando-se menos clara, quanto mais se afasta da cabeça. [...] Alcança o maximum pouco depois de passar pelo periélio. Este fenômeno é provavelmente devido á evaporação do corpo do cometa, á medida que êle se aproxima do sol [...]. (SCHRADER, 1933, p. 227-228)

Concluindo essa caracterização dos cometas, os autores apresentam uma síntese dos principais cometas periódicos conhecidos naquela época, como, por exemplo, o cometa Halley, o Encke, o Faye e o de Biéla.

Por fim, há a caracterização de certos fenômenos que ocorrem na atmosfera terrestre, provenientes do atrito de um corpo sólido, oriundo do espaço, com os gases da atmosfera terrestres. Deste modo, são caracterizadas as estrelas cadentes, os bólidos e os aerólitos.

> Além dos corpos que constantemente vemos brilhar na abobada celeste, há alguns que ás vezes se apresentam e rapidamente desapparecem, traçando um sulco luminoso na atmosphera; são as estrellas errantes.
> Dessas estrellas há algumas que adquirem dimensões maiores e percorrem grandes espaços com brilho intenso e vivo, chegando muito proximo á terra onde muitas vezes arrebentam com grande estrondo; são os bolidos.
> Outras chegam a cair na superficie da terra apresentando a fórma de uma pedra; são os aerolithos.
> Temos pois as tres espécies: estrellas filantes, bolidos e aerolithos, e todas ellas são corpos de pequenas grandezas que existem no espaço celeste, e, conforme o modo porque apparecem tomam então um desses nomes. (MARTINS, 1897, p. 153)

> As estrellas cadentes apparecem-nos como pontos brilhantes que descrevem na atmosphera uma trajectoria luminosa, de extensão muito variavel, e desapparecem rapidamente depois de alguns segundos de apparição.
> Julga-se que as estrellas cadentes são corpos de mui pequenas dimensões, os quaes encontrando a nossa atmosphera, se aquecem em consequencia da resistência do ar, até ao ponto de se tornarem luminosos.
> Os bolidos são corpos luminosos que apparecem e desapparecem subitamente como as estrellas cadentes, apezar de dotados de movimento mais vagaroso. Estalam frequentemente com grande ruido, a pequena distancia da Terra. Os fragmentos que cahem sobre a superficie da Terra chamam-se aerolithos; contêm ferro, sílica, magnésia, nickel, etc. (F.I.C., 1919, p. 181-182)

> As estrellas cadentes são pontos luminosos que apparecem e desapparecem rapidamente durante a noite.
> [...] Essas estrellas cadentes provêm quasi sempre da desagregação dos cometas. Quando as partículas penetram em nossa atmosphera, tornam-se incandescentes, devido á resistência do ar [...].
> Bolido não é outra cousa sinão uma estrella cadente isolada e brilhante, passando mais perto da superficie da Terra em forma de globo de fogo.
> Os bolidos, ás vezes, desapparecem; outras vezes, attingem o solo. Neste caso podem cahir de um só bloco ou rebentar no ar como bombas e projectar os seus fragmentos ardentes.

> A esses fragmentos chamamos meteoritos, aerolithos ou pedras do céo. (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 99-100)

> Há grande quantidade de corpúsculos movendo-se em torno do Sol, em orbitas fechadas, mas bastante alongadas. Quando esses corpúsculos alcançam a camada hydrogenada da atmosphera da Terra inflammam-se, devido ao attrito. Quem observa esse phenomeno, tem a ilusão de que uma estrella se desloca bruscamente e desapparece. Dahi a sua designação pelas expressões – estrellas errantes e estrellas filantes. O desapparecimento da estrella filante tem lugar quando a mesma alcança a stratosphera, onde o azoto faz sobre o corpusculo inflamado o mesmo efeito que a agua fria sobre um carvão ardente.
> [...] Algumas vezes apparecem corpos mais consideraveis, que caem na Terra e que são chamados bólidos, aerolithos e uranolithos. Admitte-se que esses corpos, aproximando-se da Terra, são attrahidos e caem depois de se moverem, em torno della, descrevendo espiraes. Esses corpos que podem pesar mais de uma tonelada, são compostos de ferro, nickel, cobalto e outros metaes. Algumas vezes esses corpos, ao alcançarem a stratosphera, explodem. (LEME, 1922, p. 75-76)

> De noite é facil observar na abobada celeste pontos brilhantes que se deslocam rapidamente, deixando após si um rastro luminoso de duração ephemera.
> Alguns têm brilho intenso, outros são muito luminosos e terminam explodindo e deixando cahir certos agglomerados de materias diversas.
> Os primeiros são as estrellas cadentes; os segundos chamam-se bólidos; os residuos que cahem após a explosão constituem os aerolithos, meteorolithos ou uranolithos. (LIMA, 1931, p. 142-143)

> ESTRELAS CADENTES são astros brilhantes que aparecem de repente. Descrevem com grande rapidez um arco mais ou menos extenso, deixando atrás de si um rasto luminoso, que se conserva visivel por uns instantes, mas logo depois desaparece assim como o astro mesmo. [...]
> AERÓLITOS (ou meteorólitos) são estrelas cadentes, i. é, fragmentos de cometas ou planetoides que se aproximam da terra de tal maneira que são obrigados a cair sôbre ela. Estes fragmentos aquecem-se exteriormente, ao passar pelo ar, derretem-se na superficie e têm o aspéto de globos de fogo, aos quais se dá o nome de “bólidos”. (SCHRADER, 1933, p. 229-232)

As caracterizações de astros como o Sol, a Lua, os planetas e os seus satélites, os asteroides, os cometas, as estrelas cadentes, os bólidos e os aerólitos, revelam um Sistema Solar dinâmico, composto por uma miríade de corpos celestes que interagem gravitacionalmente entre si.

4.4.2.4. Quarta categoria: Os conteúdos relativos à Terra

A descrição do planeta Terra em termos da sua forma, do sistema de coordenadas geográficas e das suas dimensões, presente na quase totalidade dos livros, é desenvolvida na perspectiva de caracterizá-la espacialmente.

Nessa caracterização espacial da Terra, notamos uma grande ênfase dos autores em definir a forma geométrica do nosso planeta, de modo que, são apresentadas e discutidas diversas provas e argumentos que corroboram para a

compreensão da sua verdadeira forma geométrica, conforme podemos observar nos exemplos a seguir.

> Pelo estudo da geographia se ficou sabendo que a Terra não é plana, como parece á primeira vista, mas sim redonda.
> Esta redondeza da Terra póde-se provar por diversos modos cujos principais são:
> 1º. Quando da terra dirigimos nossa vista para o mar, se um navio apparece no horizonte, nós o percebemos apenas como um ponto; á medida porém que elle se approxima a primeira parte que delle avistamos é o topo dos mastros, e quanto mais elle vai se approximando novas partes vão apparecendo successivamente de cima para baixo até que finalmente o vemos todo, facto este que não se poderia dar se a superficie dos mares fosse plana. Logo a superficie dos mares é convexa.
> [...] Este mesmo facto tem logar quando viajamos por terra em direcção a uma cidade; o que primeiro se avista são as torres das egrejas, em seguida os telhados dos mais altos edificios, depois as casas e finalmente a cidade, o que demonstra a convexidade da Terra.
> Ora, se tanto a superficie dos mares como a da terra é convexa segue-se que a Terra é redonda. (MARTINS, 1897, p. 37-38)

> Deslocando-se na superficie da Terra, vê-se que o numero das estrellas circumpolares varia, bem assim que as outras estrellas umas vão desapparecendo e outras ao contrario vão apparecendo; ora, se a Terra fosse uma vasta planicie, as mesmas estrellas seriam visiveis em toda a parte. (F.I.C., 1919, p. 37)

> Durante os eclipses da Lua, a sombra da Terra projecta-se sobre nosso satellite; ora, essa sombra é sempre redonda; logo, é originada por um corpo perfeitamente redondo. (F.T.D., 1923, p. 58)

> Em pleno mar, a grandeza do horizonte é uniformemente constante. Na superficie da terra ella é tanto maior quanto mais alto é o logar occupado pelo observador.
> O angulo que fórma a linha do horizonte com a tangente ao globo tirada do olho do observador, é a depressão do horizonte.
> Sendo HH' o horizonte visual e TT' a tangente ao globo terrestre, o angulo H'TT' é a depressão do horizonte, fig 15.
> As variações de sua grandeza dão-nos uma idéa da redondeza da Terra. (LIMA, 1931, p. 27 – 28)

No livro de Schrader (1933), o autor, ao discutir matematicamente uma dessas provas do formato do nosso planeta (depressão do horizonte), conclui que a Terra não só é, aproximadamente, esférica, mas, também, calcula o valor aproximado de seu raio, conforme a ilustração abaixo.

PRIMEIRA PROVA. (PELO RAIO E O AUMENTO DO HORIZONTE).

1) O horizonte se apresenta em todos os lugares da terra como círculo de raio muito menor do que havia de ser, caso a terra fosse plana.

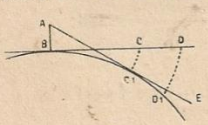


Fig. 2.

Seja A um ponto na altura de 10 m acima da superficie da terra (fig. 2), C um ponto da superficie da terra suposta plana, na distância de 11 km, visivel de A. Si o ponto C fôr transferido para D, torna-se invisivel, de A. Si a terra fosse plana, o ponto D seria visivel de A, tão bem como o ponto C, sendo, porém, curva não pode ser visivel, por achar-se em D_1, por baixo da linha visual AE, e o ponto C será visivel por achar-se em C_1, i. é, sôbre a linha visual AE. Repetindo a mesma experiencia, onde quer que seja na terra, achamos sempre o mesmo resultado e concluimos, portanto, que ela é curva por toda a parte.

2) Além disto o raio do horizonte cresce á medida que o observador se eleva sôbre a superficie da terra. Suposto que a vista não seja estorvada, podemos averiguar por experiencia que o raio da superficie circular da terra, visivel da

altura de	10 m	160 m	300 m	9000 m
é de	~ 11,28 km	45 km	61 km	338 km

Ora, aumentando o raio do círculo do horizonte conforme os numeros indicados, a fórma da terra não pode ser outra senão esferica, porque o raio terrestre calculado por meio

18 FÓRMA DA TERRA

dos numeros indicados, apresenta em todos os casos o mesmo comprimento como facilmente se pode averiguar pelas equações seguintes, que se deduzem da figura 3.

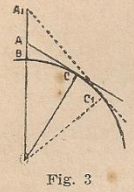


Fig. 3

$$AC^2 = AO^2 - OC^2 = (h + r)^2 - r^2 = h^2 + 2\,hr$$

Donde $r = \frac{AC^2 - h^2}{2\,h}$. O valor de h^2, por ser insignificante em comparação com AC^2, omitimo-lo, obtendo dêste modo :

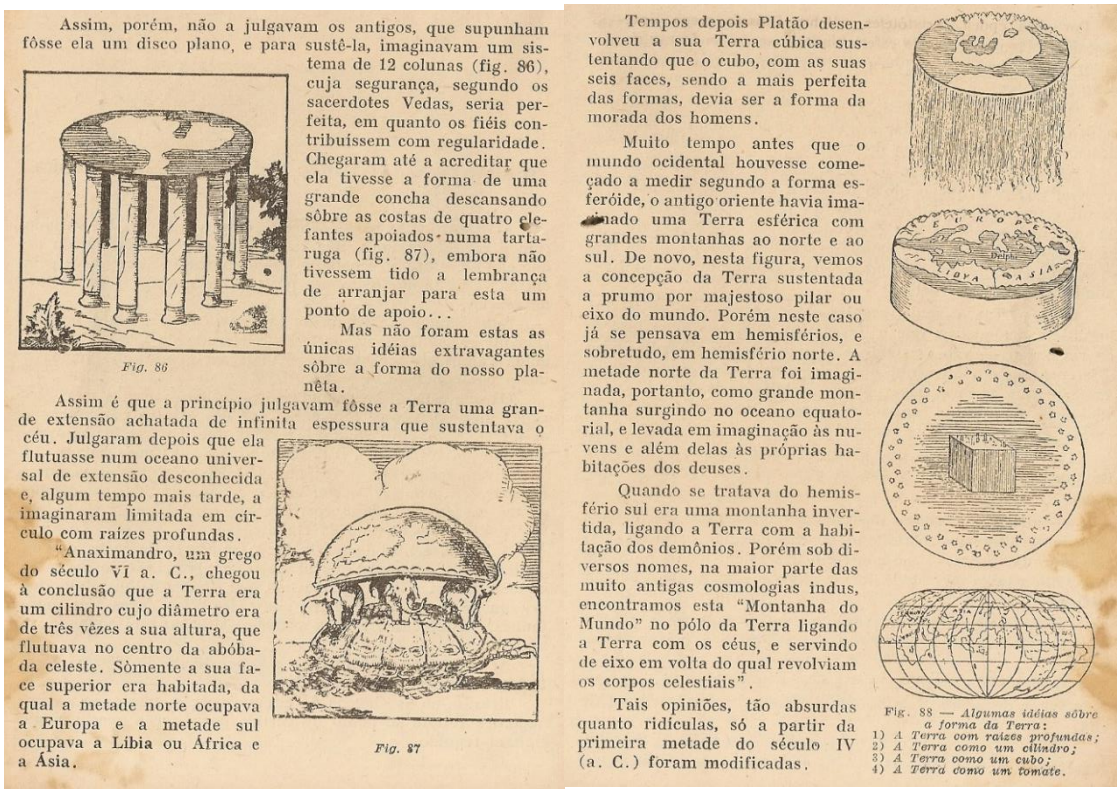
$$r_1 = \frac{11{,}28^2}{0{,}02} = 6360 \text{ km}; \quad r_2 = \frac{45^2}{0{,}32} = 6328;$$

$$r_3 = \frac{61{,}7^2}{0{,}6} = 6345; \quad r_4 = \frac{338^2}{18} = 6352 \text{ km}$$

Portanto, sendo os raios quasi iguais, concluimos com razão que a fórma da terra é quasi esferica.

Figura 27: Prova científica da forma do planeta Terra (SCHRADER, 1933, p. 17-18).

Outro fato interessante que identificamos no livro de Cabral (1932), foi que o autor não se deteve em apresentar e discutir várias provas científicas sobre o formato da Terra, mas, deteve-se em apresentar uma evolução histórica das ideias sobre a forma do nosso planeta, indo das ideias mais remotas até as mais contemporâneas da época. A figura, a seguir, ilustra este fato.



Assim, porém, não a julgavam os antigos, que supunham fôsse ela um disco plano, e para sustê-la, imaginavam um sistema de 12 colunas (fig. 86), cuja segurança, segundo os sacerdotes Vedas, seria perfeita, em quanto os fiéis contribuíssem com regularidade. Chegaram até a acreditar que ela tivesse a forma de uma grande concha descansando sôbre as costas de quatro elefantes apoiados numa tartaruga (fig. 87), embora não tivessem tido a lembrança de arranjar para esta um ponto de apoio...

Fig. 86

Mas não foram estas as únicas idéias extravagantes sôbre a forma do nosso planêta.

Assim é que a princípio julgavam fôsse a Terra uma grande extensão achatada de infinita espessura que sustentava o céu. Julgaram depois que ela flutuasse num oceano universal de extensão desconhecida e, algum tempo mais tarde, a imaginaram limitada em círculo com raízes profundas.

"Anaximandro, um grego do século VI a. C., chegou à conclusão que a Terra era um cilindro cujo diâmetro era de três vêzes a sua altura, que flutuava no centro da abóbada celeste. Sòmente a sua face superior era habitada, da qual a metade norte ocupava a Europa e a metade sul ocupava a Líbia ou África e a Ásia.

Fig. 87

Tempos depois Platão desenvolveu a sua Terra cúbica sustentando que o cubo, com as suas seis faces, sendo a mais perfeita das formas, devia ser a forma da morada dos homens.

Muito tempo antes que o mundo ocidental houvesse começado a medir segundo a forma esferóide, o antigo oriente havia imaginado uma Terra esférica com grandes montanhas ao norte e ao sul. De novo, nesta figura, vemos a concepção da Terra sustentada a prumo por majestoso pilar ou eixo do mundo. Porém neste caso já se pensava em hemisférios, e sobretudo, em hemisfério norte. A metade norte da Terra foi imaginada, portanto, como grande montanha surgindo no oceano equatorial, e levada em imaginação às nuvens e além delas às próprias habitações dos deuses.

Quando se tratava do hemisfério sul era uma montanha invertida, ligando a Terra com a habitação dos demônios. Porém sob diversos nomes, na maior parte das muito antigas cosmologias indus, encontramos esta "Montanha do Mundo" no pólo da Terra ligando a Terra com os céus, e servindo de eixo em volta do qual revolviam os corpos celestiais".

Tais opiniões, tão absurdas quanto ridículas, só a partir da primeira metade do século IV (a. C.) foram modificadas.

Fig. 88 — *Algumas idéias sôbre a forma da Terra:*
1) *A Terra com raízes profundas;*
2) *A Terra como um cilindro;*
3) *A Terra como um cubo;*
4) *A Terra como um tomate.*

Figura 28: Evolução das ideias sobre a forma do nosso planeta (CABRAL, 1932, p. 194 – 195)

Dessas caracterizações da forma geométrica do nosso planeta, foi possível inferir que as conclusões sobre o formato da Terra partem de uma realidade observável, isto é, de uma Terra plana, e culminam em uma realidade abstrata, onde os argumentos e as provas científicas discutidas pelos autores fornecem elementos conceituais concretos e cruciais para uma compreensão tridimensional do nosso planeta, ou seja, uma Terra esférica.

Em conjunto dessa caracterização da forma da Terra, há, também, uma conceituação das suas dimensões físicas, onde são apresentados diversos parâmetros físicos, tais como: Diâmetro equatorial, diâmetro polar, raio equatorial, raio polar, área superficial, volume e densidade.

4.4.2.5. Quinta categoria: Os conteúdos relativos à Atração Gravitacional

Os conteúdos que compõem a categoria *"Atração Gravitacional"*, presentes na quase totalidade dos livros, caracterizam-se por abordarem conceitos relativos a dinâmica dos corpos que constituem o Sistema Solar. Assim, excetuando o tema *"Leis de Newton"* que não está presente em nenhum dos livros analisados, os demais são explorados pelos autores com o intuído de apresentar as leis que regem o movimento dos planetas em trono do Sol.

Seguindo esta tônica, identificamos que os autores apresentam e descrevem as três leis de Kepler (Lei das elipses, Lei das áreas e Lei dos tempos), a lei da Gravitação Universal de Newton e a lei empírica de Bode. As três leis de Kepler são descritas na perspectiva de se estabelecer as leis do Movimento Planetário e, consequentemente, dar subsídios conceituais tanto para as discussões sobre os modelos explicativos do Sistema Solar quanto para as explicações das órbitas dos corpos que constituem o Sistema Solar. Os exemplos a seguir, ilustram a forma como as leis de Kepler são expostas nos livros.

> Os antigos suppunham que os planetas descreviam orbitas circulares, mas Kepler descobriu que essas orbitas são elípticas, occupando o Sol um de seus Focos, e que o movimento dos planetas é subordinado a tres leis, que têm o seu nome.
> 1ª. As orbitas dos planetas são ellipses de que um dos fócos é occupado pelo Sol.
> 2ª. As áreas descritas pelos raios vectores são proporcionaes aos tempos.
> 3ª. Os quadrados dos tempos de revolução dos planetas são proporcionaes aos cubos dos grandes eixos de suas orbitas. (MARTINS, 1897, p 128)

> Kepler demonstrou que o movimento dos planetas está sujeito ás leis seguintes:
> 1º Os planetas descrevem ellipses de que o Sol occupa um dos fócos.
> 2º As áreas descriptas pelo raio vector que une o centro do Sol ao do planeta são proporcionaes aos tempos empregados em descrevel-as.
> 3º Os quadrados dos tempos das revoluções sideraes dos planetas são proporcionaes aos cubos dos eixos maximos das suas orbitas.
> Antes de Kepler, sabia-se que os planetas descrevem orbitas planas, mais ignorava-se qual fosse a sua fórma. Foi pela observação do planeta Marte, muito tempo estudado por Tycho-Brahe e cuja orbita tem uma excentricidade bastante grande, que Kepler descobriu a primeira das leis acima enunciadas. Só encontrou as duas ultimas 17 annos depois. (F.I.C., 1919, p. 156)

> [...] Depois de muitos anos e de comprida a laboriosa serie de observações e raciocinios, Kepler conseguiu encontrar 3 leis simples segundo as quaes se realiza o movimento de um planeta na sua orbita.
> 1ª Lei de Kepler. – Os planetas descrevem ellipses nas quaes o Sol occupa um dos focos.
> [...]Tal ellipse é a orbita do planeta; é mais ou menos excentrica para cada planeta particular [...].
> Por essa 1ª lei, vê-se que a distancia do Sol ao planeta varia de modo continuo [...].
> 2ª Lei de Kepler. – O raio vector que une o Sol a um planeta, descreve areas equivalentes em tempos iguaes.
> [...] Portanto, si o raio vector estiver muito comprido, o planeta irá devagar, e, mesmo assim, descreverá a superficie exigida pela lei.
> A velocidade do planeta é tanto menor quanto maior fôr o raio vector.
> 3ª Lei de Kepler. – Os quadrados dos tempos das revoluções sideraes dos planetas são proporcionaes aos cubos dos eixos maiores de suas orbitas.
> Essa lei indica o tempo necessario a um planeta para dar uma volta ao redor do Sol [...].
> Tal lei é importantissima, porque dá o meio de calcular o diametro da orbita de um planeta [...]. (F.T.D., 1923, p.42-44)

> [...] Para achar as leis matematicas, ás quais obedecem os movimentos dos planetas, é preciso conhecer a fórma das suas trajetorias e sua posição relativa ao plano da trajetoria da terra (ecliptica).

> A fórma da trajetória é determinada pelo semi-eixo maior da elipse, descrita pelo planeta e pela distância entre o centro da elipse e o foco, no qual se acha o sol, i. é, pela excentricidade da elipse.
> [...] Por meio dêstes elementos Kepler (1571-1630) derivou três leis do movimento dos planetas, a saber:
> a) Todos os planetas se movem em trajetorias de fórma eliptica e o sol se acha em um dos focos da elipse descrita (1604).
> b) Os planetas se movem ao redor do sol em curvas planas, de modo que descrevem em tempos iguais setores iguais (Princípio das areas, 1603).
> c) Os quadrados dos tempos das revoluções siderais são proporcionais aos cubos das distâncias médias do sol (1619). (SCHRADER, 1933, p. 162-163)

Descritas e discutidas as três leis do movimento planetário de Kepler, passa-se para uma caracterização da lei da Gravitação Universal de Newton, de modo que, esta lei é identificada como a causa do movimento planetário descrito por Kepler, conforme ilustram os excertos a seguir.

> Newton estudando uma por uma as bellas leis de Kepler chegou á descoberta da lei da gravitação, condensando assim em uma única aquellas tres leis.
> O enunciado dessa grande lei é o seguinte: os corpos se attrahem na razão directa das massas e na inversa dos quadrados das distancias.
> Segundo esta lei todos os astros do nosso systema planetario exercem acções uns sobre outros, e o Sol, por ser o maior de todos e maior que todos elles reunidos, é o centro dessa formidavel força. Se não existisse esta força os planetas descreveriam linhas rectas; mas ella actuando constantemente sobre esses astros faz com que continuamente elles vão mudando de direção e descrevam ellipses em redor do Sol. [...] Essa mesma força que subordina os planetas ao Sol subordina tambem os satellites aos seus planetas. (MARTINS, 1897, p. 129)

> As leis de Kepler levaram Newton a descobrir o principio da attracção universal, cujo enunciado é o seguinte:
> Os corpos attrahem-se na razão directa das massas, e na razão inversa do quadrado das distancias.
> Quando os corpos têm a forma espherica, demonstra-se que a attracção se verifica como se toda a massa de cada um estivesse reunida no centro.
> Se os planetas não tivessem sujeitos á attracção universal, a sua deslocação no espaço effectuar-se-hia em linha recta; mas a attracção exercida pelo Sol modifica a cada instante a direção d'este movimento, e retem os planetas na sua orbita. (F.I.C., 1919, p. 156)

> Depois de descobrir essas bellas leis, Kepler poz-se a indagar a causa que as produzia; mas naquelle tempo, ainda não se podia fazer um estudo mathematico desse problema, cuja solução foi encontrada acerca de 1682, por um illustre sabio inglez, Newton (1642-1727). Mostrou elle que a força de gravitação que sustenta os corpos celestes nas suas orbitas, é da mesma natureza que a gravidade, a qual attrahe os corpos para o centro da Terra.
> Assim como pela gravidade, a Terra attrahe os corpos que estão na sua superficie, do mesmo modo attrahe a Lua e a constrange a girar a seu redor.
> Provou que attracção, gravidade, gravitação são apenas tres variações de uma mesma causa applicada em casos differentes.
> Formulou o principio da gravitação universal como segue: No universo os phenomenos se passam como si os corpos se attrahissem em razão directa das massas e em razão inversa do quadrado das distancias.
> [...] Si os planetas não estivessem sujeitos á attracção do Sol, andariam em linha recta no espaço; mas a attracção solar, a cada momento, modifica essa recta, e constrange os planetas a descrever ellipses quase circulares ao redor do Sol. (F.T.D., 1923, p. 45)

> [...] Newton (1642 – 1727) mostrou que a fôrça que atrai os corpos na superficie da terra, se propaga pelo espaço até á lua e ainda além, explicando o movimento dela em redor da terra pelo movimento tangencial deste astro e a atração simultânea da terra.
> O movimento tangencial é devido á lei da inercia. Conforme esta lei, que é imediatamente evidente pela observação quotidiana, cada corpo livre, posto em movimento por qualquer fôrça, continua a mover-se, sem cessar, em direção réta e com velocidade uniforme. A lua, portanto, devido a um impulso que recebeu algum dia, tem a tendencia de se mover continuamente adiante em linha réta e com velocidade uniforme. Para desviar a lua da sua direção e obrigá-la a descrever um círculo, precisa-se, pois, de mais outra fôrça constante de atração, no centro do círculo, que desviando a lua a cada instante, a faz girar em redor da terra.
> Newton, estendendo as suas considerações a todos os corpos celestes, admitia em todos êles a existência de fôrças atrativas e, baseando nas leis de Kepler descobriu tambem a lei exata da atração universal, a saber: "Os corpos se atraem em proporção direta ao produto das suas massas e em proporção inversa ao quadrado das suas distâncias." (SCHRADER, 1933, p. 163-164)

A caracterização dessas leis fornece elementos imprescindíveis para a conceituação das órbitas de todos os corpos celestes que constituem o Sistema Solar, tanto do ponto de vista de uma descrição de propriedades físicas quanto de suas causas.

Por fim, para completar essa caracterização da dinâmica dos corpos que constituem o Sistema Solar, é descrita uma relação empírica para a distância média dos planetas em torno do Sol que foi proposta em 1770 por Johann Elert Bode (1747-1826) e Johann Daniel Titius (1729-1796), conforme os excertos.

> As distancias medias dos planetas ao Sol podem ser dadas por uma lei empírica descoberta por Titius, mas geralmente attribuida ao astronomo Bode, por ser o primeiro que a apresentou em 1778. A lei é a seguinte: forma-se uma progressão cujo primeiro termo seja zero e o segundo 3, e deste em deante dobra-se successivamente
> 0 3 6 12 24 48 96 192 384
> e junta-se 4 a cada um destes termos, o que dá
> 4 7 10 16 28 52 100 196 388
> e divide-se por 10
> 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10 19,6 38,8
> Segundo Titius as distancias são proporcionaes á esses números. Assim 0,4 sendo a distancia de Mercurio ao Sol, 0,7 será a de Venus, 1 a da Terra, etc. Esta lei é proximamente exacta para todos os planetas, menos para Neptuno cuja distancia é 30.
> O numero 2,8 corresponde aos pequenos planetas desconhecidos ainda quando Titius imaginou a lei, e por isso ella falhava ahi. (MARTINS, 1897, p. 139-140)

> Deve-se ao astronomo Bode uma lei empirica, imaginada para ajudar a memoria a conservar a distancia que vai dos planetas ao Sol.
> A cada um dos números seguintes:
> 0 3 6 12 24 48 96 192 384
> ajuntam-se 4, e obtêm-se:
> 4 7 10 16 28 52 100 196 388
> e dividindo por 10 obtem-se:
> 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10 19,6 38,8

> Ora, estes últimos números representam sensivelmente as distancias relativas dos planetas ao Sol.
> O nº 2,8 corresponde á distancia média dos planetas telescopicos conhecidos. O ultima d'estes números não corresponde a Neptuno; devia se 30,05. (F.I.C., 1919, p. 159)

> Os astronomos Wolf em 1741, Titius em 1772 e Bode 1778 imaginaram uma lei empírica para indicar as distancias dos planetas ao Sol.
> Tomemos a seguinte progressão geométrica de razão 2:
> 0 3 6 12 24 48 96 192 384
> accrescentemos 4 a cada numero, temos:
> 4 7 10 16 28 52 100 196 388
> dividamos agora por 10, e vem:
> 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10 19,6 38,8
> Estes números representam sensivelmente as distancias dos planetas ao Sol. Nota-se apenas uma differença para Neptuno, que deveria ter 30, em lugar de 38.
> Na série precedente, vê-se que há uma lacuna entre Marte e Jupiter; não ha planeta para occupar o lugar do numero 2,8; foi essa falta que levou os astronomos a procurar um novo astro no céu.
> Não foi um planeta que se encontrou na realidade, mas um mundo de asteroides [...]. (F.T.D., 1923, p. 50-51)

> O astronomo Ticio (1772) descobriu que as distâncias de Mercurio, Venus, Terra, Marte, Jupiter e Saturno (Urano, Netuno e os planetoides ainda não tinham sido descobertos) vigorava certa lei, publicada depois por Bôde (1747-1826), e expressa por uma série geometrica de numeros simples. Supondo a distância de Mercurio ao sol igual a 0,4, as distâncias dos outros planetas ao sol se deduzem da seguinte série geometrica:
> 0 0,3 0,6 1,2 2,4 4,8 9,6 19,2 38,4
> Aumentando cada termo desta série por 0,4. Pois deste modo obtemos:
> 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10 19,6 38,8
> numeros que representam as distâncias relativas de:
> MERCURIO, VENUS, TERRA, MARTE, PLANETOIDES, JUPITER, SATURNO, URANO, NETUNO.
> A lei de Ticio-Bôde, que dá apenas valores aproximativos, concorda bastante bem com as distâncias dos planetas antigos, como tambem com a de Urano (descoberto 1781). Não concorda, porém, com a distância de Netuno (descoberto 1846), que diverge notavelmente, bastando isso, para duvidar da existência de uma lei verdadeira, contida nesta série geometrica. Em lugar do planeta que devia, conforme esta lei, existir entre Marte e Jupiter, foram achados muitos pequenos planetas, chamados por isso planetoides [...]. (SCHRADER, 1933, p. 156-157)

4.4.2.6. Sexta categoria: Os conteúdos relativos ao Universo

Os temas relativos à categoria *"Universo"* referem-se à caracterizações e classificações de elementos astronômicos que se situam além do nosso Sistema Solar, como estrelas, constelações e nebulosas, por exemplo. No caso do tema *"Estrelas"*, presente em todos os livros, identificamos uma descrição e uma classificação dests objeto celeste em termos de algumas propriedades observacionais, tais como grandeza de brilho (magnitude), cor, estrelas duplas e múltiplas, estrelas variáveis, estrelas temporárias (supernovas), distâncias e catálogos.

[sobre o brilho das estrelas] Quando contemplamos as estrellas que povoam o Céo notamos que nem todas apresentam o mesmo aspecto e chamam egualmente a nossa atenção, porque umas brilham com mais intensidade que outras. Dessa diversidade de brilho nasceu a necessidade de classifical-as para seu mais facil estudo.
É por grandezas que ellas são classificadas.
Notemos entretanto que a palavra grandeza é empregada apenas como synonimo de brilho aparente e não na sua verdadeira accepção, porque não se conhece realmente as dimensões das estrellas. [...]
Todas as estrellas observadas pelos astronomos têm sido classificadas em 16 grandezas ou ordens; nem todos, porém, estão de acordo com o numero de cada ordem, porque uma estrella tanto póde ser a ultima de uma ordem como a primeira da ordem seguinte.
São de primeira grandeza aquellas cujo brilho é superior ao de todas as outras; são de segunda grandeza as que brilham com menos intensidade; de terceira as que brilham ainda menos e assim successivamente. (MARTINS, 1897, p. 15-16)

[sobre a luz e a cor das estrelas] As estrellas têm luz propria, talvez mesmo cada uma d'ellas seja um sol que ilumine outros planetas como o nosso, e que a sua enorme distancia nos impede ver. A luz de algumas estrellas tem côr. A Espiga, Sirius, Regulo, Veja e a maior parte das estrellas mais brilhantes são brancas, como Venus; a Cabra, Altair, a Polar e Procyon são amarellas como Jupiter; Aldebaran, Arcturus, Antares e Betelgueze são avermelhadas como Marte; e da Lyra é azul.
Algumas estrellas têm mudado de côr desde os tempos antigos; assim a estrella Pollux, hoje amarella, é indicada pelos antigos como sendo avermelhada; Sirius passou de vermelha a branca.
[...] a analyse espectral parece ter demonstrado que a variedade de colorações é devida a differenças reaes na natureza da luz emittida. N'este caso, as côres proviriam das substancias que constituem a atmosfera que envolve as estrellas. (F.I.C., 1919, p. 185-186)

[sobre a dimensão das estrelas] Em virtude da grande distancia a que se acham as estrellas, não é possivel determinar directamente suas dimensões. A despeito disso tem-se calculado approximadamente as dimensões de algumas estrellas, mórmente daquellas que têm satellite. Sabe-se assim que o nosso Sol não pertence ao numero das estrellas mais volumosas e que há tambem estrellas de volume inferior ao seu.
Dentre as estrellas mais volumosas, conhecidas, citaremos: Betelgeuse, da constellação de Orion, que é cerca de um milhão de vezes maior do que o Sol; Arcturus do Boieiro, tambem um milhão de vezes maior; Canopus do Navio, com volume igual a tres milhões de vezes o do Sol; Capella do Cocheiro é 5800 vezes maior e Sirius, do Grande Cão, é 16 vezes mais volumosa. (LEME, 1922, p. 36-37)

[sobre estrelas duplas e múltiplas] Simples a olho nú, certas estrellas desdobram-se na luneta e mostram-se como 2 ou mais estrellas distinctas.
[...] Uma estrella póde ser dupla de 2 modos: 1.º os 2 astros embora muito afastados um do outro, podem estar em linha quasi recta com a Terra e projectar-se num mesmo lugar do céu; appareceu reunidos por efeito de perspectiva e diz-se que formam uma estrella opticamente dupla, um grupo optico.
2.º Em outros casos, os 2 astros podem ser reunidos pela attracção, como o Sol e a Terra; giram um ao redor do outro, ou ambos ao redor de um centro de gravidade commum; e diz-se que a estrella é physicamente dupla, e forma um grupo physico ou binario. (F.T.D., 1923, p. 153)

[sobre os movimentos das estrelas] As estrellas, que temos sempre supposto fixas, em realidade não são immoveis; ao contrario, estão dotadas de movimentos proprios e mudam de logar na abobada celeste.

> Porém, devido á sua enorme distancia esses movimentos e essas mudanças só podem ser apreciadas com muitos seculos de intervallo.
> Assim, cento e vinte oito annos antes de nosso éra Hypparcho havia organizado um catalogo de estrellas com a indicação de suas posições exactas. Consultando esse catalogo, Halley observou nas posições de Sirius e de Arcturus certas mudanças que não podiam ser imputadas nem á precessão dos equinoxios nem a erros de observação. Jean-Dominique Cassini examinou, com o maior cuidado, essas differenças e não hesitou em attribuil-as a uma deslocação real effectuada por esses astros nos dois mil anos que decorreram após á organisação do catalogo de Hypparcho. (LIMA, 1931, p. 158-159)

> [sobre estrelas variáveis] Estrêlas variáveis são as que não mantêm sempre a mesma intensidade de brilho, isto é, variam de grandeza.
> Em algumas as variações de brilho não são caraterizadas, isto é, não apresentam nenhum período; em outras, o brilho diminui e cresce em épocas fixas.
> As primeiras são as simplesmente variáveis; e as segundas são as periódicas.
> Naquelas, que são em menor número, as variações da intensidade do brilho são motivadas por modificações repentinas produzidas na sua constituição física ou química; nas segundas, quando o período de duração é pequeno, explica-se o fato pela passagem de algum planêta entre a estrêla e a Terra, de maneira que vemos periodicamente o diminuir do brilho da estrêla eclípsada em parte pelo planêta e, em seguida, o aumento de sua luz à medida que no espaço infinito marcha o planêta que a eclipsara. (CABRAL, 1932, p. 63)

> [sobre estrelas novas] Estrelas novas são astros que de repente aparecem em lugares, onde pouco antes não se tinha observado estrela alguma.
> As mais antigas notícias de estrelas novas acham-se no catalogo do astronomo chinês Ma-tuan-lin, que menciona tais estrelas nos anos de 134 a. C., 123 e 173 p. C [...].
> Estas estrelas não se chamam “Novas” no sentido de como si começassem a existir, pois são estrelas preexistentes, porém escuras e por isto invisiveis, estrelas que num dia foram vítimas de terrivel catastrofe, seja em consequencia de erupções vulcanicas gigantescas, seja pelo encontro com outro astro, seja pelo encontro com uma nuvem densa de pedras cosmicas. (SCHRADER, 1933, p. 242-243)

Dando continuidade a caracterização dos objetos que se situam além do Sistema Solar, temos o estudo das constelações. Definidas como agrupamentos de estrelas na esfera celeste que, imaginariamente, formam figuras de personagens como pessoas, animais, objetos ou seres mitológicos, as constelações são abordadas nos livros como um processo pelo qual os astrônomos podem identificar e estudar uma determinada estrela no céu.

> O grande numero de estrellas disseminadas no Céo; a extrema diversidade de brilho que ellas apresentam e a irregularidade apparente em sua disposição geral obrigaram os astronomos a procurar um meio que facilitasse o seu estudo. Não podendo dar um nome particular a cada uma das estrellas elles dividiram o Céo em partes, reunindo as estrellas de cada uma dessas partes em grupos a que deram o nome de constellações, e a cada uma destas um nome geralmente tirado da mythologia.
> As estrellas acham-se pois agrupadas em constellações, e basta portanto saber-se a que constellação pertence uma estrella para se saber tambem em que parte do Céo ella se acha situada. (MARTINS, 1897, p. 17)

> Chamam-se constellações certos grupos determinados de estrellas aos quaes se atribuem nomes especiaes, que no maior numero dos casos nenhuma semelhança têm com os animaes ou objectos que esses nomes representam.
> [...] Designam-se as estrellas de uma constellação pelas lettras do alphabeto grego, ou pelas do alphabeto latino, ou ainda por um numero de ordem.
> As primeiras lettras do alphabeto grego servem para designar as estrellas mais brilhantes de cada constelação. (F.I.C., 1919, p. 27)

> Com o fim de facilitar o estudo das estrellas que brilham no céo, dividiu-se este em partes e reuniu-se as estrellas de cada parte em grupos, chamados constellações. Cada constellação tem seu nome tirado dos reinos da natureza, da historia e, com mais frequencia, da antiga mythologia. [...] As estrellas duma constellação são designadas pelas letras do alphabeto grego e, quando estas são insuficientes, por numeros. Além dessa designação as estrellas mais notáveis têm nome especial, como Sirius (alpha do Grande Cão), Canopus (alpha do Navio), Veja (alpha da Lyra), etc. (LEME, 1922, p. 11-12)

> Constellações são agrupamentos de estrellas vizinhas destinados a facilitar o estudo do céu.
> Esses agrupamentos foram feitos de modo arbitrario pelos antigos; os modernos os conservaram com os mesmos nomes, geralmente tirados da mythologia;[...].
> Em cada constellação, as estrellas designam-se por ordem de brilho por uma letra grega, latina, ou por um numero, acompanhado das iniciais de um catalogo conhecido: por exemplo, α para a estrella mais brilhante, β para a 2ª em brilho; γ, δ, e assim por diante. (F.T.D., 1923, p. 145)

> Quando examinamos as estrellas visiveis a simples vista, notamos que algumas fórmam grupos determinados. Estes grupos foram objecto da attenção dos astronomos antigos, principalmente gregos, que lhes deram o nome geral de constellações ou asterismos e a cada um delles, nomes próprios de pessoas, animaes ou objectos.
> As constellações não têm valor scientifico, mas são uteis para dar rapidamente idéa da posição de um astro na esphera celeste.
> As estrellas componentes de cada constellação costumam ser designadas, segundo a sua grandeza, pelas lettras do alphabeto grego, do latino e, sendo estas insufficientes, por números. (LIMA, 1931, p. 16)

> Entre as estrelas observamos facilmente diversas que se distinguem das outras pelo seu brilho extraordinario e pelos grupos que formam. Os antigos deram ás estrelas mais brilhantes nomes proprios como tambem aos grupos ou constelações. [...] Ptolomeu enumera 48, a astronomia moderna emprega 89 constelações. Foi provavelmente Eudoxo quem repartiu todas as estrelas fixas em grupos para facilitar a orientação nas inumeras estrelas da abóbada celeste. As diferentes estrelas das constelações designam-se nos catalogos modernos pelas letras do alfabeto grego ou por numeros; as primeiras letras e os primeiros numeros servem para designar as estrelas mais brilhantes da constelação. (SCHRADER, 1933, p. 233-234)

Complementando essa caracterização das constelações, os autores passam para uma breve descrição das principais constelações visíveis no céu, abarcando as do hemisfério boreal, as do hemisfério austral e as do Zodíaco. As constelações zodiacais, abordadas na maioria dos livros, constituem-se em um grupo de constelações que se distribuem ao longo da eclíptica. Junto da descrição das principais constelações, são apresentados mapas estelares com o desenho das constelações, como mostra as figuras a seguir.

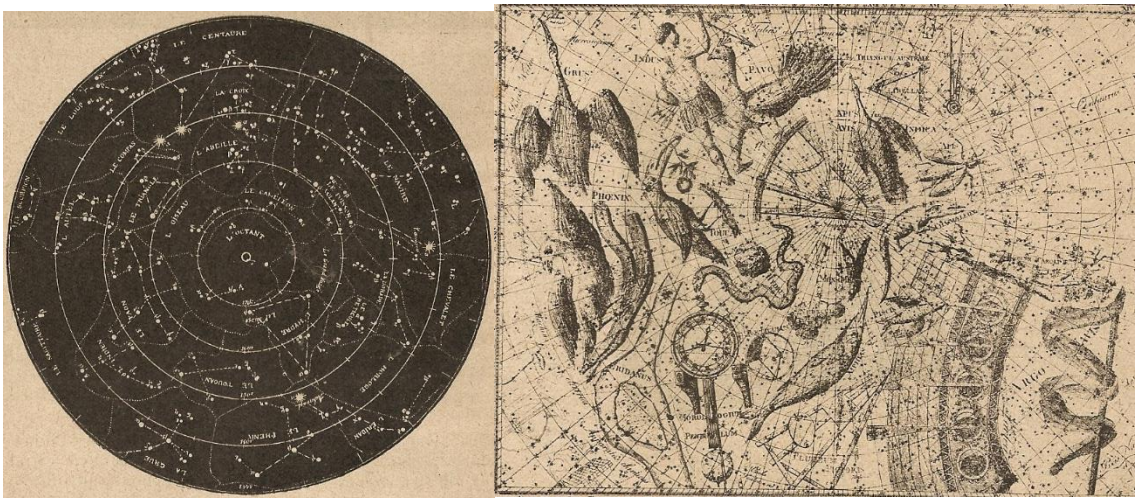


Figura 29: Ilustrações de mapas estelar e constelações (LEME, 1922, p. 30-31)

Por último e completando o estudo dos astros que compõem o Universo, as nebulosas são caracterizadas como manchas ou nuvens esbranquiçadas que se encontram espalhadas por diferentes partes da esfera celeste, como mostra os excertos.

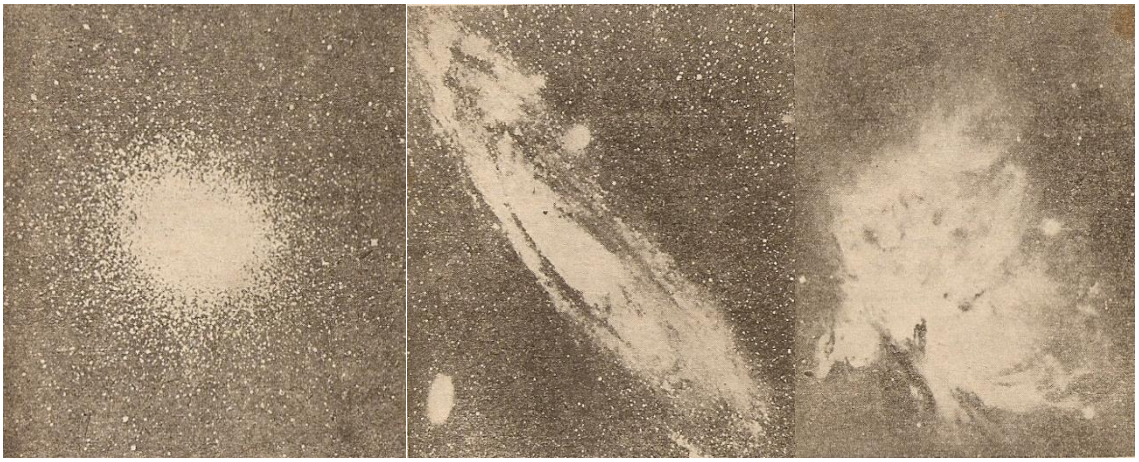


Figura 30: Fotos de nebulosas (SCHRADER, 1933, p. 247)

> A par de todos esses astros que brilham no espaço celeste descobrem-se aqui e alli certas manchas esbranquiçadas, como pequenas nuvens de côr leitosa, de fórmas irregulares: São as nebulosas.
> São ricos grupamentos estelares que se acham disseminados na esphera celeste, e que à simples vista se nos apresentam sob esse aspecto ennevoado, não dando a ideia que possam ser reuniões solares mas apenas turbilhões de substancias luminosas.
> Duas são as classes em que as nebulosas podem se dividir: 1ª reductiveis, 2ª irreductiveis.
> São chamadas reductiveis quando por meio da luneta astronomica podem ser decompostas em estrellas; e irreductiveis quando se conservam sempre sob o mesmo aspecto de nuvem. (MARTINS, 1897, p. 12)

> Nebulosas são umas manchas diffusas e esbranquiçadas espalhadas pelo céo.
> Muitas nebulosas são de fórma quasi espherica, outras são muito irregulares.

> As nebulosas dividem-se em duas cathegorias: 1º as nebulosas resoluveis, isto é, compostas de estrellas distinctas; 2º as nebulosas irreductiveis ou não resoluveis, que parecem formadas de uma materia vaporosa, conhecida pelo nome de materia nebulosa. (F.I.C., 1919, p. 192)

> Nebulosas são certas regiões luminosas da abobada celeste.
> Há duas especies de nebulosas: as falsas ou resoluveis e as verdadeiras ou irresoluveis. As primeiras não passam de grupos estellares, que se distinguem pelo telescopio; assim são as Pleiades e a Cabelleira de Berenice. As verdadeiras nebulosas são massas gazosas contendo uma substancia desconhecida na chimica terrestre e chamada nebulio. (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 97)

> Ha no universo numerosas e immensas massas de materia fluida e luminoso, massas essas que são denominadas NEBULOSAS.
> A materia fluida e luminosa que as constitue é chamada materia cosmica. É dessa materia elementar que se formam os astros.
> As nebulosas affectam fórmas muito variadas, podendo ser annulares, espiralicas, etc.
> Admitte-se que as nebulosas passam por phases diversas desde a sua constituição primitiva até a sua transformação em astros. (LEME, 1922, p. 43-44)

> Nebulosas são manchas esbranquiçadas que se encontram espalhadas por diferentes partes da abóbada celeste.
> [...] Há duas espécies de nebulosas: as resolúveis ou redutíveis, que formam os grupos estelares; e as irresolúveis ou irredutíveis, que são as verdadeiras nebulosas.
> São resolúveis as que podem ser decompostas em estrêlas mediante o auxílio de um instrumento astronômico; são irredutíveis as que se apresentam sempre como massas vaporosas, que os mais possantes instrumentos não conseguem decompor em estrêlas. (CABRAL, 1932, p. 98)

> Nebulosas são, conforme a sua aparencia, nuvens brilhantes que se projetam sôbre a abóbada celeste na fórma de círculo, ou elipse (na Andromeda), ou anel (na Lira), ou espiral (nos Cães de Caça e nos Peixes), ou de figura irregular (no Orion). É possivel que as nebulosas compreendam ainda partes escuras, de modo que a sua fórma verdadeira fica incerta. [...] Muitas nebulosas se manifestam nos telescopios como estrelas multiplas, compostas de muitos milhares de estrelas, que apresentam no seu conjunto uma fórma circular ou eliptica. No entanto observam-se tambem milhares de nebulosas verdadeiras que pelos telescopios mais poderosos não se dissolvem em individuos distintos e no espectroscópio apresentam as linhas caracteristicas dos gases rarefeitos, e enfim observam-se nebulosas que, sem apresentarem as linhas espetrais dos gases, ficam contudo irresolúveis pelos telescopios, provavelmente em consequencia da sua grande distância, avaliada em uns cem mil anos de luz. (SCHRADER, 1933, p. 247-248)

A descrição das nebulosas como “manchas esbranquiçadas” revela que, naquela época, não se tinha uma ideia precisa do que seriam esses corpos, de modo que, hoje, sabemos que esse termo abarcava diversos tipos de objetos, tais como: nuvens de gás iluminadas por estrelas, nebulosas planetárias, aglomerados de estrelas e galáxias.

Dessas caracterizações dos elementos do Universo, inferimos que a visão de Universo daquela época limitava-se a um universo fechado, com a forma de anel e composto pela Via Láctea com suas estrelas e nebulosas. Em outras palavras, o

Universo descrito pelos autores dos livros de Cosmografia, excetuando Lima (1931), era a própria Via Láctea, conforme mostram os exemplos a seguir.

> Nas noites limpidas e serenas do estio, quando a Lua com sua claridade argentina não vem empanar o brilho das estrellas que scintillam no firmamento, o observador facilmente nota uma facha esbranquiçada que atravessa o Céo, no sentido de um grande circulo; é a Via Lactea, nebulosa immensa, em forma de annel [...].
> A sua grandeza póde ser avaliada tomando-se para unidade a velocidade da luz. Com efffeito, com um raio de luz, cuja velocidade é de 77 mil legoas por segundo, gastaria 4000 annos para percorres o diametro do annel desta nebulosa, ou, segundo Flammarion, 15000 annos para atravessal-a no seu maior comprimento. Pois bem, todas as estrellas que existem profusamente espalhadas no Céo, inclusive o nosso Sol, pertencem a esta bela nebulosa. (MARTINS, 1897, p. 14)

> A Via Lactea e uma immensa nebulosa que atravessa o Cysne, a Aguia, o Escorpião, o Cão maior, os Gemeos, o Cocheiro, e Cassiopéa.
> É inteiramente resoluvel em muitos pontos, mas em muitos outros vê se sempre uma luz esbranquiçada irreductivel, atravez de uma multidão de estrellas que observamos com o auxilio do telescopio.
> Para explicar a profusão de estrellas que se observam na visinhança da via láctea, os astronomos admitem que todo o nosso systema estelar affecta uma fórma lenticular da qual o Sol occupa pouco mais ou menos o centro. (F.I.C., 1919, p. 193-194)

> A Via Lactea ou Galaxia ou Estrada de São Thiago é uma enorme zona esbranquiçada que atravessa o céo, passando pelo Cysne, a Aguia, o Escorpião, o Cão Maior, os Gemeos, o Cocheiro e Cassiopéa.
> Conforme as theoria astronomicas modernas, a Via Lactea seria um annel de estrellas, em cujo centro se acharia o systema solar. As nebulosas não seriam outros mundos e outras vias lácteas, mas pertenceriam ao nosso mundo. (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 98)

> O Sol, que pertence á Via-Lactea, fica aproximadamente em seu plano médio. Devido ao facto de estarmos no seu interior é que a Via-Lactea se desenvolve á nossa vista em fórma circular.
> É provável que todas as estrellas que povoam o nosso céo, façam parte desse mesmo grupo estelar. (LEME, 1922, p. 45)

> Neste caso, as nebulosas não seriam mais, como se pretendeu, outras Vias lacteas, outros universos differentes do nosso e de dimensões collossaes; pelo contrario, pertenceriam tambem a nosso universo estelar e estrariam menos longe de nós do que as estrellas que formam a beira da grande corôa da Via lactea.
> Neste caso, ainda, essa Via lactea forma todo nosso universo visivel e nada enxergamos, ao redor de nós, sinão ella mesma com suas nebulosas e milhões de sóes, dos quaes o nosso faz parte.
> Só romancistas, a fantasiar longe da realidade, podem falar em outras Vias lacteas colocadas a distancias incommensuraveis; pelo contrario, tudo nos autorisa a crer experimentalmente que o mundo sideral é um systema finito, de dimensões medíveis. E podemos concluir, com o Snr. Newcomb, celebre mathematico e talvez o maior astronomo de nossos tempos; “A collecção de estrellas, que chamamos Universo, é de uma extensão limitada.” (F.T.D., 1923, p. 157-158)

> [...] os astrônomos consideram hoje todo o Universo como uma espécie de anel de estrêlas, parecido, em ponto grande, com a bela nebulosa da Lira, em forma de coroa. No centro dessa coroa grosseiramente circular, estaria nosso sistema solar; nas margens, talvez haja espiras com alguma tendência a reunir-se à massa geral. No interior dêsse anel de estrêlas, não haveria um

> vácuo de astros, mas o número dêles seria menor; e as nebulosas ocupariam principalmente os pólos dessa coroa da Via Láctea.
> Neste caso, as nebulosas não seriam mais, como se pretendeu, outras Vias Lácteas, outros universos diferentes do nosso e de dimensões colossais; pelo contrário, pertenceriam também ao nosso universo estelar [...] (CABRAL, 1932, p. 103-104)

> Póde-se tambem admitir que o universo tenha fórma esferica, sendo as regiões equatorias da esfera ocupadas pelas numerosas estrelas da Via-láctea e os polos galacticos de preferencia pelas nebulosas. (SCHRADER, 1933 p. 249)

No livro de Lima (1931), embora o autor não entre em muitos detalhes, ele levanta a hipótese de que certas nebulosas poderiam ser outros universos semelhantes a Via Láctea, os quais o autor identifica como "universos ilha".

> As nebulosas espiralicas ao contrario, não são constituidas de gazes, mas por uma numero enormissimo de estrellas que ainda não puderam ser separadas por meio algum.
> Esta circumstancia tem gerado a hypothese de serem as nebulosas espiralicas outros tantos universos da mesma ordem que o nosso da Via Lactea, dotados de movimentos surprehendentes e que tem recebido o nome de Universo Ilhas[33]. (LIMA, 1931, p. 167-168)

É interessante notar que não identificamos em nenhum livro o conceito de galáxia[34], de modo que, a concepção geral de Universo naquela época limitava-se a apenas uma "galáxia", a Via Láctea, isto é, embora não se pudesse mensurar o tamanho do Universo, esse era considerado finito, como pontua F.T.D. (1923).

4.4.2.7. Sétima categoria: Os conteúdos relativos à História e Cultura

Dentre os temas que revelam processos históricos e culturais do desenvolvimento da Astronomia, destaca-se, por sua presença nos livros, o tema *"Modelos"*, o qual é identificado pelos autores como as explicações da organização do Sistema Solar que surgiram ao longo da história. Assim, com a finalidade de explicar os movimentos dos planetas observados na esfera celeste, são caracterizados e descritos os principais modelos explicativos do Sistema Solar, tais como o sistema de Filolaus, de Ptolomeu e de Copérnico, conforme os excertos.

> Desde todos os tempos procuraram os astronomos explicar os movimentos dos planetas de accordo com os conhecimentos que então possuiam e alguns mesmo segundo as ideias que então predominavam. Mas em vista do atraso

---

[33] "O filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804), influenciado pelo astrônomo Thomas Wright (1711-1786), foi o primeiro a propor, por volta de 1755, que algumas nebulosas poderiam ser sistemas estelares totalmente comparáveis à nossa Galáxia. Essa ideia ficou conhecida como a "hipótese dos universos-ilha" (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004, p. 439).

[34] Somente em 1923, Edwin Powell Hubble (1889-1953), estudando a nebulosa de Andrômeda, estabelece as bases observacionais de um universo repleto de galáxias independentes da nossa (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004).

> dos conhecimentos astronomicos, nessas épocas remotas, foram elles obrigados a servir-se de theorias complicadas [...].
> Nicolau Copernico, sábio astronomo da edade média [...]. Revendo elle todos os systemas até então apresentados, principalmente o dominante de Ptolomeu, e apoiando-se em numerosos calculos e observações, apresentou o systema seguinte, de acordo com as ideias de Pithagoras.
> O Sol fixo e entorno delle girando todos os planetas [...]. (MARTINS, 1897, p. 125 – 127)

> [...] Revoltando-se contra as extremas complicações do systema de Ptolomeu, e a velocidade inconcebivel que era necessario attribuir á esphera celeste para, em tão curto espaço de tempo, fazer-lhe executar a sua revolução diurna, Copernico buscava uma explicação mais simples [...]. Concebeu então idéa feliz de explicar os phenomenos celestes por meio do duplo movimento da Terra sobre si mesma, e á roda do Sol, e não tardou em comprehender que este duplo movimento dava exactamente conta de todos os movimentos apparentes dos astros. A revolução diurna tornou-se apenas n'uma illusão devida á rotação da Terra, a precessão dos equinoxios reduziu-se a um leve movimento do eixo terrestre; os epicyclos e os excentricos do systema de Ptolomeu, desappareceram, e a Terra ficou sendo sómente um simples planeta, girando como os outros em torno do Sol convertido em centro immovel do mundo. (F.I.C., 1919, p. 199)

> Procuravam os sábios resolver o problema planetário explicando o movimento apparente dos planetas, o que não era facil, pois que teria sido preciso primeiro vencer o preconceito popular do movimento do Sol em redor da Terra [...]
> Philolaus [...] e outros admitiam o movimento da Terra [...]. Conforme Philolaus, no centro do mundo há um fogo invisível. A Lua, o Sol, a Terra, os cinco planetas então conhecidos (Mercurio, Venus, Marte, Jupiter, Saturno), e mais um nono astro invisível, giravam em torno do fogo central.
> Assim explicava elle a apparencia do movimento diurno. A Terra dava uma volta em torno de si mesma em 24 horas, jamais apresentando o lado habitado pelos homens ao fogo central [...]
> Ptolomeu explicava o giro dos planetas por dois elementos: 1º) por epicyclos [...] 2º) pelos excêntricos.
> A Terra era immovel e ocupava o centro do mundo. Todos os astros giravam em torno dela [...] (LISBOA; BRASIL, 1919, p. 7 – 9)

> Ptolomeu, astronomo que viveu no 2º seculo da éra christã, resumindo as observações e as noções adquiridas por seus predecessores, apresentou a seguinte explicação do systema do universo: a Terra, situada no centro do universo, compunha-se dos quatro elementos – terra, agua, ar, fogo e constituia a região elementar. A segunda região, chamada etherea, compunha-se de onze céos ou espheras concentricas, movendo-se em torno da Terra, a saber: céo da Lua, de Mercurio, de Venus, do Sol, de Marte, de Jupiter, de Saturno, das estrellas fixas, do primeiro crystallino (solido e transparente), do segundo crystallino e, finalmente, do primeiro movel, que dava movimento aos céos inferiores, fazendo-os executar uma reolução em 24 horas.
> [...] Nicolau Copernico, nascido na Prussia em 1472, e fallecido em 1543, verificando que o systema astronomico de Ptolomeu, consagrava erros inadmissiveis na época e baseando-se nas idéas antigas sustentadas por Philolaüs, que se conciliavam, em parte, com os factos observados, admittiu que o Sol fosse o centro do universo, movendo-se os planetas em torno delle, em orbitas circulares, nesta ordem: Mercurio, Venus, Terra, Marte, Jupiter Saturno e finamente as estrellas. (LEME, 1922, p. 47 – 49)

É interessante notar que a abordagem desse tema não se limita em fazer apenas uma descrição rasa dos modelos explicativos, mas, sim, em apresentar as falhas de cada modelo dando as bases para o desenvolvimento dos temas relativos à

“Atração Gravitacional”, os quais são discutidos na sequência. Deste modo e em conjunto com a abordagem das Leis de Kepler, o modelo explicativo do Sistema Solar, aceito pela comunidade científica daquela época, é descrito como sendo o modelo proposto por Copérnico, mas com as modificações propostas por Kepler, como pode ser observado nos exemplos a seguir.

> Todos os corpos celestes que se movem no espaço com o nome de planetas formam um unico systema que tem por centro o Sol; é o systema solar, que é o mesmo de Copernico com algumas modificações. Os antigos suppunham que os planetas descreviam orbitas circulares, mas Kepler descobriu que essas orbitas são elipticas, occupando o Sol um de seus focos, e que o movimento dos planetas é subordinado a tres leis, que têm o seu nome. (MARTINS, 1897, p. 128)
>
> Ardente promotor do systema de Copernico, julgou [Kepler] ver outra cousa que não sómente o acaso nas diversas particularidades que apresentavam os movimentos dos corpos celestes, e entregou-se a continuados trabalhos com o intuito de provar que a materia é essencialmente inerte, que o movimento rectilineo é o unico natural, e que o movimento curvilineo dos planetas resulta de uma modificação imprimida ao movimento rectilineo primitivo pela attracção do Sol.
> [...] Collocando o Sol no centro do nosso systema planetario, construiu por meio de pontosa orbita de Marte e achou a principio que era de fórma oval; mas depois de novas e demoradas observações convenceu-se de que esta orbita é uma ellipse da qual o Sol occupa um foco, e que o planeta descreve arcos aos quaes correspondem áreas proporcionais aos tempos empregados em os descrever (F.I.C., 1919, p. 201-202)
>
> Coube a Kepler a gloria da descoberta do verdadeiro systema astronomico. Admittindo verdadeiras, em parte, as idéas de Copernico, descobriu serem ellipticas as orbitas dos planetas e constituírem as estrellas centros mecânicos independentes do Sol. (LEME, 1922, p. 50)
>
> Copérnico julgou que os planetas descreviam circulos ao redor do Sol; 60 annos mais tarde, Kepler (1571-1630) mostrou que suas trajectorias são curvas fechadas, parecidas com circumferencias ligeiramente achatadas: taes curvas têm o nome de ellipses. (F.T.D., 1923, p. 41)
>
> O sistema solar, que é o atualmente aceito, é o mesmo de Copérnico com algumas modificações introduzidas por Kepler, que 60 anos depois verificou que os planetas descrevem elipses em tôrno do Sol e não círculos, como julgava Copérnico, assim como que as estrêlas constituem centros mecânicos independentes do Sol. (CABRAL, 1932, p. 124)

Com essas caracterizações dos modelos explicativos do Sistema Solar, nos livros de Cosmografia do início do século XX, os movimentos dos principais corpos do Sistema Solar eram explicados tanto do ponto de vista de uma descrição como das suas causas.

Complementando essas caracterizações do Sistema Solar, identificamos nos livros, exceto nos de F.I.C. (1919) e da F.T.D. (1923), a descrição de teorias cosmogônica ou teorias sobre a origem e evolução do Sistema Solar, identificadas neste trabalho pelo tema *“Origem e evolução da Terra”.* Dentre as diversas teorias,

são destacadas nos livros as hipóteses de Kant e a de Laplace. O filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) foi o primeiro a propor a hipótese nebular em 1755, que, posteriormente, foi desenvolvida pelo matemático francês PierreSimon de Laplace (1749-1827). Essa teoria considera que o Sistema Solar se formou a partir da contração e rotação de uma nuvem de gás e poeira (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004).

CAPÍTULO 5: RESULTADOS GERAIS E ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sintetizando os resultados alcançados neste trabalho, verificamos que, no período em estudo, a importância atribuída ao ensino de Astronomia na educação básica era bastante diferente daquela que é atribuída atualmente, haja vista a grande quantidade de conteúdos que identificamos tanto nos currículos do Colégio Pedro II quanto nos livros didático de Cosmografia.

A grande quantidade de livros de Cosmografia de autores brasileiros identificados revela que, para o ensino de Astronomia no Brasil no início do século XX, predominou o uso de livros didáticos nacionais e não franceses como identificado no ensino de Física do mesmo período (MARTINS, 2014; NICIOLI JUNIOR, 2007). Esse fato, de certo modo, mostra a relevância nacional atribuída ao ensino da Astronomia no período estudado. Diferentemente do período analisado, atualmente não existem livros didáticos de Astronomia para educação básica, de modo que, os pouquíssimos conteúdos que são ensinados, como as estações do ano, as fases da Lua, os movimentos e a inclinação da Terra, os eclipses e os planetas, estão distribuídos nos livros de Ciências.

No que se refere à formação dos autores dos livros analisados, notamos que, em geral, situou-se em áreas afins da Astronomia, especialmente a engenharia. Na época, a formação em engenharia, envolvia os conhecimentos da Astrometria[35] (Astronomia de posição), sobretudo, os conhecimentos aplicáveis à demarcação de limites territoriais e as observações astronômicas aplicadas à navegação (SOBREIRA, 2005). Associado a esse fato, notamos nos livros uma grande ênfase no tratamento de temas relacionados com posicionamento de astros no céu como esfera celeste e coordenadas esféricas. Esses resultados indicam que a disciplina de Cosmografia tinha como finalidade, dentre outras, a preparação dos alunos para os exames de ingresso dos cursos superiores de Engenharia da época.

Um ponto relevante que notamos diz respeito a presença de erros conceituais. Na caracterização dos conteúdos identificados, não percebemos em nenhum livro analisado a presença de erros conceituais grave de Astronomia como os apontados em recentes pesquisas (TREVISAN; LATTARI; CANALLE, 1997; LANGHI; NARDI,

[35] Ramo da Astronomia que se dedica a determinação precisa da posição e do movimento dos corpos celestes no céu.

2007; AMARAL; OLIVEIRA, 2008). Acreditamos que, diferentemente do início do século XX, uma das causas da presença de erros conceituais em livros didáticos atuais seja o fato da disciplina Ciências constituir-se, a partir da década de 1960, de pelo menos três áreas do conhecimento (física, química e biologia) e os seus livros, em sua maioria, sejam escritos apenas por biólogos (LEITE; HOSOUME, 2003), os quais não tem uma formação voltada para a Astronomia.

A presença acentuada de conteúdos relativos às categorias *"Fenômenos cíclicos", "Sistema Solar", "Atração Gravitacional"* e *"Universo"* que identificamos nos livros, revela que a disciplina de Cosmografia se constituía em um conjunto de conhecimentos e habilidades fundamentais para a caracterização das relações do nosso planeta com o universo observável daquela época, o qual restringia-se, essencialmente, aos corpos constituintes do Sistema Solar e alguns elementos situados além desse, como estrelas, nebulosas e constelações. Dessas caracterizações foi possível inferir que a visão de universo no período estudado limitava-se a ideia de um universo fechado, finito, esférico e composto pela Via Láctea com suas estrelas e nebulosas.

Os resultados mostram, ainda, que a Cosmografia, no final do século XIX e na primeira metade do século XX, caracterizou-se como uma importante disciplina escolar que abordava os conhecimentos mais elementares da Astronomia, ora com independência nos currículos do Colégio Pedro II ora como parte dos conteúdos de outras disciplinas como a Geografia e a Física.

Da identificação dos conteúdos da Astronomia, foi possível inferir, também, uma correspondência entre os conteúdos abordados nos diferentes livros de Cosmografia e os presentes nos programas de ensino do Colégio Pedro II do mesmo período. No período estudado, os programas de ensino do referido Colégio tiveram influência direta ou indireta na determinação dos conteúdos a serem ensinados nas disciplinas (HAIDAR, 2008; LORENZ, 2010), de modo que, os livros didáticos nacionais eram elaborados de conformidade com o programa de ensino em vigência, fato este observado nos livros de F.I.C. (1919), Lisboa e Brasil (1919), Leme (1922), F.T.D. (1923), Lima (1931), Cabral (1932) e Schrader (1933), nos quais era explicitado a informação de que a obra foi desenvolvida de acordo o programa curricular do Colégio Pedro II. Essa correspondência programa-livro, nos indica que a os livros

didáticos analisados neste trabalho tiveram a função de reprodutores do programa de ensino da disciplina de Cosmografia.

Da caracterização dos conteúdos de Astronomia identificados nos livros, foi possível observar uma abordagem qualitativa e descritiva no tratamento destes, de modo que, os conceitos dessa Ciência eram desenvolvidos a partir de descrições qualitativa de fenômenos astronômicos que podiam ser diretamente observados da superfície da Terra. Este fato que constatamos, aponta para uma forma diferenciada de apresentar o processo de construção das ideias da Astronomia, a qual baseia-se, essencialmente, na descrição de fenômenos naturais observáveis.

A descrição de equipamentos utilizados pela Astronomia é observada, principalmente, na categoria *"Observação da superfície da Terra"*, onde são descritos tanto os instrumentos destinados a determinação da posição e do movimento dos astros no céu como as técnicas de utilização dos mesmos. Essa descrição detalhada de equipamentos científicos utilizados na investigação da Natureza é comum em livros didáticos do período, visto que tais equipamentos não existiam nas escolas de ensino secundário no Brasil, tornava-se imprescindível a descrição detalhada dos mesmos (WUO, 2000; NICIOLI JUNIOR, 2007; MARTINS, 2014).

A descrição de instrumentos como a Luneta Astronômica, o Telescópio e o Espectroscópio, que passam a figurar nos livros a partir da década de 1920, sugerem uma certa preocupação dos autores em descrever os avanços nas técnicas de estudo da Astronomia, sobretudo, da espectroscopia estelar[36] que estava em ascensão na época. Apesar da Luneta Astronômica e do Telescópio serem instrumentos relativamente antigos e de terem contribuído significativamente com a nossa visão de Universo até o século XVIII, é com os avanços das técnicas de espectroscopia no final do século XIX e início do século XX que, em conjunto com o espectroscópio, estes instrumentos astronômicos mudariam profundamente a nossa compreensão do Universo.

A presença, nos livros, de descobertas científicas, como a presença de Plutão, o número de satélites dos planetas e a descrição de técnicas de pesquisa, revela que os conteúdos didáticos guardavam uma relação de atualidade com as descobertas,

[36] Ramo da Astrofísica que, por meio de técnicas de decomposição da luz, se dedica a determinação da composição química dos corpos celestes.

ainda que descobertas, como, por exemplo, as galáxias, não fossem imediatamente incorporadas pelos livros.

Essa preocupação dos autores em descrever detalhadamente não apenas os instrumentos astronômicos, mas, também, suas técnicas de utilização e suas finalidades, nos revela o estágio de desenvolvimento da Astronomia na época da publicação dos livros, bem como os instrumentos e técnicas experimentais consideradas imprescindíveis na busca dos conhecimentos dessa Ciência. Isso pode ser também um reflexo das leis e decretos de ensino da época, que tinham por finalidade incentivar a inclusão de conteúdos mais relevantes ao contexto educacional do período (BARRA; LORENZ, 1986; GHIRALDELLI JUNIOR, 2009).

Outro ponto relevante que identificamos na caracterização dos conteúdos, foi a descrição de experimentos científicos, tais como o pêndulo de Foucault, a paralaxe anual das estrelas e a depressão do horizonte, que contribuem para a compreensão de um fenômeno ou de um conceito astronômico. Compreendemos que a descrição e a discussão teórica de resultados experimentais fornecem elementos conceituais fundamentais para uma compreensão concreta dos fenômenos astronômicos. Este fato parece indicar uma forma diferenciada no tratamento dos conteúdos da Astronomia nos livros didáticos que analisamos, onde a ênfase experimental era comum no desenvolvimento dos conceitos, porém predominava a descrição em detrimento da realização de experimentos.

Outro resultado interessante diz respeito a espacialidade. A análise dos livros de Cosmografia mostrou que estes contêm uma série de elementos conceituais, como a descrição de argumentos e experimentos, que corroboram para o desenvolvimento da espacialidade, de modo que, fica claro nestes livros a mudança de referencial no desenvolvimento dos conceitos astronômicos, ou seja, há uma coordenação de diferentes pontos de vista na construção da espacialidade dos fenômenos astronômicos (LEITE, 2006).

Neste sentido, os resultados mostram que os livros de Cosmografia têm uma clara preocupação na articulação entre o ponto de vista local, referencial geocentrico, no qual a esfera celeste e seus movimentos aparentes são descritos e observados, e o ponto de vista fora da Terra, referencial heliocêntrico, por exemplo, de onde se observaria a Terra vista de fora da mesma. Compreendemos que a observação e a descrição de fenômenos empíricos, tais como o movimento aparente dos astros, as

estações do ano e os dias e as noites, fornecem elementos cruciais na articulação entre diferentes pontos de vista, fundamentais na conceituação dos fenômenos astronômicos.

A presença significativa de temas da Astronomia nas categorias *"Fenômenos cíclicos", "Sistema Solar", "Atração Gravitacional"* e *"Universo"*, parece indicar uma forte tendência da época em caracterizar as relações da Terra com o Universo observável daquela época, utilizando, para isso, elementos descritivos e qualitativos em detrimento dos elementos de natureza observacional e experimental. De maneira geral, os livros didáticos de Cosmografia do início do século XX tinham um enfoque conceitual no tratamento dos conteúdos da Astronomia, utilizando para suas explicações a descrição de fenômenos, experimentos e equipamentos.

Temos clareza de que este trabalho soma mais um esforço no estudo da evolução do ensino de Astronomia no nosso país, e que a compreensão do processo de instalação da disciplina de Cosmografia nos currículos se dá numa análise em conjunto com outras disciplinas e com outros olhares também. Assim, uma continuidade da pesquisa, como já apontado no trabalho de Hosoume, Leite e Carlo (2010), seria verificar o que diferentes disciplinas "possuem de semelhante entre si e se integram como saberes escolares legitimados pelos currículos, com fronteiras delimitadas e nítidas", como sugere Bittencourt (2003, p. 29). Um encaminhamento inicial nessa direção poderia ser uma análise comparativa dos livros didáticos de Cosmografia com os de Geografia e Física do mesmo período.

Outra perspectiva de continuidade da pesquisa seria a análise do livro didático em outros momentos da educação básica brasileira, como, por exemplo, na segunda metade do século XIX, momento de consolidação da disciplina de Cosmografia nos currículos do Colégio Pedro II, ou a partir da reforma Capanema em diante, momento em que a disciplina de Cosmografia é extinta dos currículos. Um dos resultados da pesquisa nesses dois momentos poderia ser a identificação de elementos que justifiquem tanto a importância atribuída ao estudo da Astronomia entre 1850 e 1951 quanto a não importância atribuída ao ensino da Astronomia a partir do programa de 1951.

Para finalizarmos, em face da pequena quantidade de trabalhos desta natureza que identificamos na revisão bibliográfica que realizamos, consideramos importante outras pesquisas que investiguem a evolução do ensino de Astronomia no nosso país,

pois elas podem contribuir significativamente na compreensão dos processos pelos quais essa ciência se origina e se instala nos currículos, ao mesmo tempo em que salientam as lacunas no nosso entendimento sobre o significado dos livros didáticos quanto ao seu papel no seu ensino.

REFERÊNCIAS

AIRES, J. A. **História da disciplina escolar química: o caso de uma instituição de ensino secundário de Santa Catarina 1909-1942**. 2006. 264f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ALMEIDA, J. R. P. **História da instrução pública no Brasil, 1500 a 1889**. São Paulo: INEP/MEC, 1989.

ALMEIDA JUNIOR, J. B. A. A evolução do ensino de física no Brasil. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 45-69, 1979.

_____. A evolução do ensino de física no Brasil. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 55-71, 1980.

AMARAL, P.; OLIVEIRA, C. E. Q. V. Astronomia nos livros didáticos de ciências: uma análise do PNLD 2008. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 12, p. 31-55, 2011.

APPLE, M. W. **Trabalho docente e textos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

_____. **Conhecimento oficial: a educação democrática numa era conservadora**. Petrópolis: Vozes, 1997.

AZEVEDO, F. (Org.). **As ciências no Brasil**. São Paulo: Melhoramentos, 1955.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARRA, V. M.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil: período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 12, p. 1970-1983, dez. 1986.

BITTENCOURT, C. M. F. Disciplinas escolares: história e pesquisa. In: OLIVEIRA, M. A. T.; RANZI, S. M. F. (Org.). **História das disciplinas escolares no Brasil**. Bragança Paulista: Editora da Universidade de São Francisco, 2003. p. 9-38.

_____. Em foco: história, produção e memória do livro didático. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, apresentação, set./dez. 2004.

_____. **Livro didático e saber escolar (1810-1910)**. Belo Horizonte: Autentica Editora, 2008.

BRASIL. Decreto-Lei n° 4.244, de 9 de abril de 1942. Lei orgânica do ensino secundário. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 9 de abril de 1942. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-4244-9-abril-1942-414155-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 10/12/2016.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. 199f. Dissertação (Mestrado em Educação Aplicada as Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas, 1999.

BRETONES, P. S.; MEGID NETO, J. Tendências de teses e dissertações sobre ensino de Astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astrônomica Brasileira**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005.

BRETONES, P. S.; MEGID NETO, J.; CANALLE, J. B.G. A educação em Astronomia nos trabalhos das reuniões anuais da Sociedade Astronômica Brasileira. **Boletim da Sociedade Astrônomica Brasileira**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 55-72, 2006.

CASTRO, C. S.; TEIXEIRA, O. P. B. A Astronomia nos Livros Didáticos de Física do Ensino Médio: uma Análise. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais**... Rio de Janeiro, 2005.

CASTRO, E. S. B.; PAVANI, D. B.; ALVES, V. M. A produção em ensino de Astronomia nos últimos quinze anos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória. **Anais**... Vitória, 2009.

CHERVEL, A. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. **Teoria e Educação**, Porto Alegre, v. 2, p. 177-229, 1990.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, 2004.

FERNANDES, T. C. D.; NARDI, R. Uma análise dos trabalhos sobre Educação em Astronomia nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais**... Águas de Lindóia, 2015.

FORQUIM, J. C. **Escola e cultura**: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

FRINHANI, G.; PEREIRA, M. R. S. Uma análise dos conteúdos de Astronomia nos livros didáticos do PNLD 2012. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015, Uberlândia. **Anais**... Uberlândia, 2015.

GHIRALDELLI JUNIOR, P. **História da Educação Brasileira**. São Paulo: Cortez, 2008.

GOODSON, I. F. Tornando-se uma matéria acadêmica: padrões de explicação e evolução. In: Silva, T. T. (org.). **Teoria e Educação – Dossiê: História da Educação**. Porto Alegre: PANNONICA, 1990. p. 230-254.

_____. **Currículo: teoria e história**. Petrópolis: Vozes, 2011.

HAIDAR, M. L. M. **O Ensino Secundário no Brasil Império**. São Paulo: Edusp, 2008.

HOSOUME, Y; LEITE, C; DEL CARLO, S. Ensino de Astronomia no Brasil – 1850 a 1951 – Um olhar pelo Colégio Pedro II. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte v. 12, nº 2, p. 189 – 204, 2010.

HOSOUME, Y. et al. Um panorama das pesquisas em livros didáticos de física a partir dos resumos de teses e dissertações. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 13., 2011, Foz do Iguaçu. **Atas**... Foz do Iguaçu, 2011.

HORVATH, J. E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

LAGO, L.; MATTOS, C. R. Apresentação das fases da lua nos livros didáticos de ciências e física: uma amostra dos últimos trinta anos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1., 2011, Rio de Janeiro. **Atas**... Rio de Janeiro, 2011.

LAJOLO, M. (Org.). Livro didático: um (quase) manual de usuário. Em aberto, Brasília, 1996.

LANGHI, R.; NARDI, R. Educação em Astronomia no Brasil: alguns recortes. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória. **Anais**... Vitória, 2009.

LEITE, C. **Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade**. 2006. 273f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Astronomia nos livros didáticos de Ciências: um panorama atual. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. **Anais**... Curitiba, 2003.

LEITE, C. et al. O ensino de astronomia no Brasil colonial, os programas do Colégio Pedro II, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a formação de professores. In: Matsuura, O. T. (org.). **História da Astronomia no Brasil**. Recife: Companhia editora de Pernambuco, 2013. P. 544-586.

LORENZ, K. M. **Ciência, Educação e Livros Didáticos do Século XIX: Os compêndios das Ciências Naturais do Colégio de Pedro II**. Uberlândia: EDUFU, 2010.

_____. Os livros didáticos de Ciências na Escola Secundária Brasileira: 1900 a 1950. **Educar**, Curitiba, n. 10, p. 71-79, 1995.

LORENZ, K. M.; VECHIA, A. Imperial Collegio de Pedro II: um elemento de manutenção da unidade nacional [The Imperial College Pedro II: contributing to the preservation of national unity]. In: Congresso Iberoamericano de História de la Educación Latinoamericana, 9, 2009, Rio de janeiro, **Anais**..., Rio de Janeiro: Brasil, 2009. CD-ROM.

_____. O debate ciências versus humanidades no século XIX: reflexões sobre o Ensino de Ciências no Collegio de Pedro II. In: Gonçalves Neto, W; Miguel, M. E. B.; Ferreira Neto, A. (org.). **Práticas escolares e processos educativos: currículo, disciplina e instituições escolares**. Vitória: EDUFES, 2011. p. 115-151.

MATE, C. H. **Tempos modernos na escola: Os anos 30 e a racionalização da educação brasileira**. Bauru, SP: EDUSC; Brasília, DF: INEP, 2002.

MARTINS, V. R. **O ensino de física moderna nos livros didáticos do início do século XX**. 2015. 90f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MARTINS, I.; HOSOUME, Y. Livros didáticos de física no Brasil: editoras, autores e conteúdos disciplinares: da Reforma Capanema à LBD de 1996. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL LIVRO DIDÁTICO: EDUCAÇÃO E HISTÓRIA, 2007, São Paulo. **Atas**... São Paulo: Centro de Memória da Faculdade de Educação da USP, 2007.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**. Porto Alegre, v. 22, p. 7-32, 1999.

MORAIS, P. V.; MOREIRA, M. D.; SALES, N. L. S. Análise de erros conceituais e desatualizações de livros de Ciências e Geografia após a análise do PNLD. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., 2012, São Paulo. **Atas**... São Paulo, 2012.

NICIOLI JUNIOR, R. B. **O conteúdo de cinemática nos livros didáticos de 1810 a 1930**. 2007. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Modalidade Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, A. P. Abordagem da astronomia nos livros aprovados pelo PNLD. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 3., 2012, Curitiba. **Atas**... Curitiba, 2014.

OLIVEIRA, E. A. G.; LEITE, C. Ensino de astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental – análise de livros e documentos oficiais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 3., 2012, Curitiba. **Atas**... Curitiba, 2014.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.

PASCHINI NETO, M. **Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) nos textos sobre Astronomia em livros didáticos de ciências no ensino fundamental**. 2011. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2011.

PRESTES, M. A. et al. O conteúdo de Astronomia nos livros didáticos: uma análise a partir dos PCN'S. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., 2012, São Paulo. **Atas**... São Paulo, 2012.

RODRIGUES, M. S.; LEITE, C. “Astronomia Cultural” em livros didáticos de física aprovados no PNLEM 2012. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., 2012, São Paulo. **Atas**... São Paulo, 2012.

ROMANELLI, O. O. **História da educação no Brasil: 1930-1973**. Petrópolis: Vozes, 1987.

SIMÓ, K. D. V.; HOSOUME, Y. As fases da Lua nos livros didáticos de cosmografia das décadas de 1920 e 1930. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 3., 2012, Curitiba. **Atas**... Curitiba, 2014.

_____. Os movimentos da Terra nos livros didáticos de Cosmografia das décadas de 1920 e 1930. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015, Uberlândia. **Anais**... Uberlândia, 2015.

SIMÕES, C. C. **Elementos de Astronomia nos livros didáticos de Física**. 2009. 144f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SOBREIRA, P. H. A. **Astronomia no Ensino de Geografia: Análise crítica nos livros didáticos de Geografia**. 2002. 275f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

_____. **Cosmografia Geográfica: A Astronomia no Ensino de Geografia**. 2005. 245f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SOUZA, R. F. **História da organização do trabalho escolar e do currículo no século XX: ensino primário e secundário no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2008.

TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B.; CANALLE, J. B. G. Assessoria na avaliação do conteúdo de astronomia dos livros de Ciências do primeiro grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 14, n. 3, p. 7-16, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia. **BTDEA**: banco de teses e dissertações sobre educação em Astronomia da UFSCAR. UFSCAR. São Carlos, 2010. Disponivel em: <http://www.btdea.ufscar.br>. Acesso em: 20 nov. 2016.

VALENTE, W. R. Do engenheiro ao licenciado: subsídios para a história da profissionalização do professor de matemática no Brasil. **Revista Dialogo Educacional**, Curitiba, v. 5, n. 16, p. 75-94, 2005.

VECHIA, A.; LORENZ, K. M. **Programa de ensino da escola secundária brasileira: 1850 – 1951**. Curitiba: Ed. Do Autor, 1998.

VEIGA, C. G. **História da educação.** São Paulo: Ática, 2007.

WUO, W. **A física e os livros**: uma análise do saber físico nos livros didáticos adotados para o ensino médio. São Paulo: EDUC; FAPESP, 2000.

ZOTTI, S. A. O ensino secundário no império brasileiro: considerações sobre a função social e o currículo do Colégio D. Pedro II. **Revista HISTEDBR On-line**, 18, p. 29-44.

BIBLIOGRAFIA DOS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS

MARTINS, H. **Cosmographia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Cunha & Irmão, 1897.

TISSERAND, F.; ANDOYER, H. **Leçons de Cosmographie**. Paris: Librairie Armand Colin, 1907.

F.I.C.; **Elementos de Cosmographia**. Rio de Janeiro: Garnier, Livreiro-Editor, 1919.

LISBOA, C.; BRASIL, E. **Cosmographia**. Rio de Janeiro: Leite Ribeiro & Maurillo, 1919.

LEME, E. M. **Elementod de Cosmographia e Geographia Geral**. 8. ed. São Paulo: Companhia Melhoramentos de São Paulo, 1922.

F.T.D. **Curso de Cosmographia Elementar: Por uma reuniãode professores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Livraria Paulo de Azevedo, 1923.

LIMA, A. G. **Noçoes de Cosmographia**. Porto Alegre: Livraria do Globo, 1931.

CABRAL, M. V. **Lições de Cosmographia**. 2. ed. São Paulo: Livraria Francisco Alves, 1932.

SCHRADER, G. **Compendio de Cosmografia**. 2. ed. Porto Alegre: Livraria do Globo, 1933.

ANEXO: ÍNDICE DOS LIVROS ANALISADOS

INDICE

DEFINIÇÃO E FIM DA COSMOGRAPHIA Pag. 9

CAPITULO I

A esphera Celeste

Pags.

DESCRIPÇÃO GERAL

O Céo 11
Astros 11
Divisão dos astros 11
Nebulosas 12
Via Lactea 14
Classificação das estrellas 15
Constellações 17

MOVIMENTO DIURNO

Levantar e deitar das estrellas ... 19
Eixo do mundo. Movimento diurno 1
Pólos. Circulos 19
Equador. Vertical. Horizonte 20
Meridiano 21
Leis do movimento diurno 21
Circulos horarios 22

Pags.

Equatorial 23
Dia Sideral 24
Determinação do eixo do mundo. 24
Idem do meridiano. Idem da meridiana 25
Theodolito 25

COORDENADAS ESPHERICAS

Ascensão recta 27
Declinação 28
Luneta meridiana 28
Circulo mural 30
Altura 31
Azimuth. Distancia zenithal 31
Altura do pólo 32

CORRECÇÃO DAS OBSERVAÇÕES

Refracção atmospherica 32
Parallaxe 32

CAPITULO II

A Terra

A TERRA É REDONDA

Provas da redondeza da Terra ... 37
Isolamento da Terra 39

DEFINIÇÕES

Eixo da Terra. Pólos. Equador .. 40
Meridianos. Parallelos. Tropicos. 40

COORDENADAS GEOGRAPHICAS

Longitude 41

Latitude 41
Determinação da longitude 42
Determinação dessas coordenadas no globo 43
Posições da esphera 44

FÓRMA E DIMENSÃO DA TERRA

Verdadeira fórma da Terra 44
Dimensões da Terra 45
Achatamento. Snperficie. Volume 45
O metro 46

CAPITULO III

O Sol

Pags.

DESLOCAMENTO DO SOL SOBRE A ESPHÉRA CELESTE

Movimento apparente do Sol 48
Ecliptica 49
Solsticios. Tropicos. Eixo da ecliptica 50
Coluros. Ponto Vernal. Zodiaco .. 50
Diametro apparente do Sol 51
Orbita apparente do Sol 52
Excentricidade da orbita 53
Variação da distancia do Sol á Terra 53
Velocidade angular do Sol 54
Principio das areas 54
Longitude e latitude celestes 55

MEDIDA DO TEMPO

Differentes especies de dias 56

Pags.

Differentes especies de horas 57
Equação do tempo 57
Differentes especies de annos ... 58
Calendario 58

ELEMENTOS DO SOL

Parallaxe do Sol 63
Distancia do Sol á Terra 63
Raio. Volume 65
Superficie. Massa e densidade ... 66

CONSTITUIÇÃO DO SOL

Manchas 66
Faculas. Lueulas 67
Protuberancias. Rotação do Sol .. 68
Constituição physica do Sol 69
Luz zodiacal 70

CAPITULO IV

Movimento da Terra

Movimento de rotação 72
Provas da rotação da Terra 73
Forças centrifuga e centripeda .. 75
Intensidade da gravidade 76
Movimento de translacção 76

Aphelio. Perihelio 78
Precessão dos equinoxios 79
Nutação 80
Posição apparente e real da Terra 81

CAPITULO V

Phenomenos devidos ao movimento da Terra

DESIGUALDADE DOS DIAS

O dia e a noite 82
Crepusculo 85

ESTAÇÕES E ZONAS

Estações 87

Distribuição do calor na superficie do globo terrestre 90
Zonas da Terra 92
Os habitantes da Terra em relação ás suas latitudes 93

CAPITULO VI

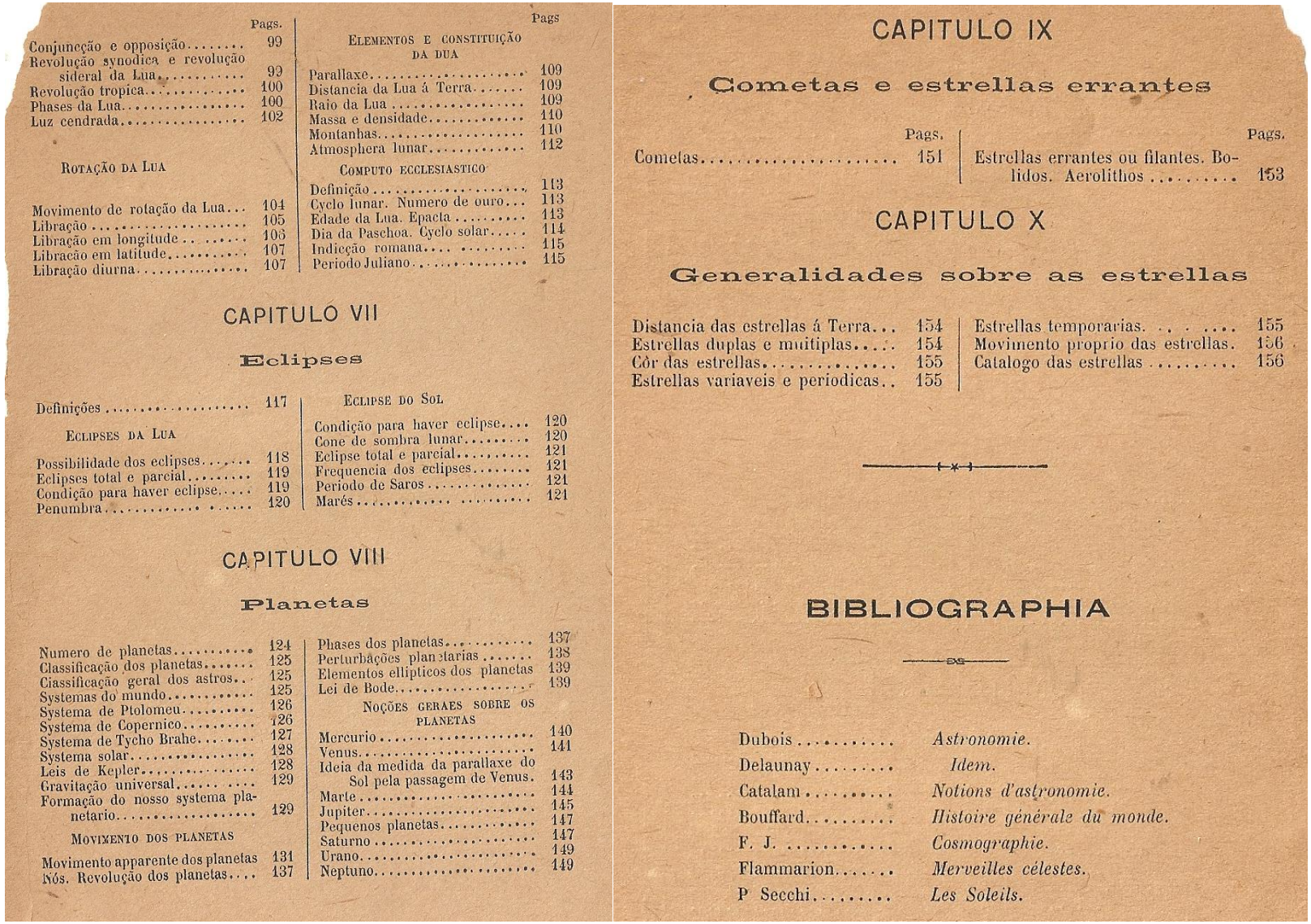
A Lua

DESLOCAMENTO DA LUA SOBRE A ESPHERA CELESTE

Movimento proprio 96
Movimento de translacção 97

Diametro apparente. Orbita da Lua 97
Retrogradação dos nós 98
Excentricidade da orbita 98
Linha dos apsides 98
Nutação 98

Figura 31: Primeira e segunda página do índice do livro Elementos de Cosmographia de Martins (1897).



Pags.

Conjunção e opposição..... 99
Revolução synodica e revolução sideral da Lua..... 99
Revolução tropica..... 100
Phases da Lua..... 100
Luz cendrada..... 102

ROTAÇÃO DA LUA

Movimento de rotação da Lua... 104
Libração..... 105
Libração em longitude..... 106
Libracão em latitude..... 107
Libração diurna..... 107

Pags

ELEMENTOS E CONSTITUIÇÃO DA DUA

Parallaxe..... 109
Distancia da Lua á Terra..... 109
Raio da Lua..... 109
Massa e densidade..... 110
Montanhas..... 110
Atmosphera lunar..... 112

COMPUTO ECCLESIASTICO

Definição..... 113
Cyclo lunar. Numero de ouro... 113
Edade da Lua. Epacta..... 113
Dia da Paschoa. Cyclo solar..... 114
Indicção romana..... 115
Periodo Juliano..... 115

CAPITULO VII

Eclipses

Definições..... 117

ECLIPSES DA LUA

Possibilidade dos eclipses..... 118
Eclipses total e parcial..... 119
Condição para haver eclipse..... 119
Penumbra..... 120

ECLIPSE DO SOL

Condição para haver eclipse.... 120
Cone de sombra lunar..... 120
Eclipse total e parcial..... 121
Frequencia dos eclipses..... 121
Periodo de Saros..... 121
Marés..... 121

CAPITULO VIII

Planetas

Numero de planetas..... 124
Classificação dos planetas..... 125
Classificação geral dos astros... 125
Systemas do mundo..... 125
Systema de Ptolomeu..... 126
Systema de Copernico..... 126
Systema de Tycho Brahe..... 127
Systema solar..... 128
Leis de Kepler..... 128
Gravitação universal..... 129
Formação do nosso systema planetario..... 129

MOVIMENTO DOS PLANETAS

Movimento apparente dos planetas 131
Nós. Revolução dos planetas.... 137

Phases dos planetas..... 137
Perturbações planetarias..... 138
Elementos ellipticos dos planetas 139
Lei de Bode..... 139

NOÇÕES GERAES SOBRE OS PLANETAS

Mercurio..... 140
Venus..... 141
Ideia da medida da parallaxe do Sol pela passagem de Venus. 143
Marte..... 144
Jupiter..... 145
Pequenos planetas..... 147
Saturno..... 147
Urano..... 149
Neptuno..... 149

CAPITULO IX

Cometas e estrellas errantes

Pags.

Cometas..... 151
Estrellas errantes ou filantes. Bolidos. Aerolithos..... 153

CAPITULO X

Generalidades sobre as estrellas

Distancia das estrellas á Terra... 154
Estrellas duplas e multiplas..... 154
Côr das estrellas..... 155
Estrellas variaveis e periodicas.. 155
Estrellas temporarias..... 155
Movimento proprio das estrellas. 156
Catalogo das estrellas..... 156

BIBLIOGRAPHIA

Dubois..... *Astronomie.*
Delaunay..... *Idem.*
Catalam..... *Notions d'astronomie.*
Bouffard..... *Histoire générale du monde.*
F. J. ..... *Cosmographie.*
Flammarion..... *Merveilles célestes.*
P Secchi..... *Les Soleils.*

Figura 32: Terceira e quarta página do índice do livro Elementos de Cosmographia de Martins (1897).

LIVRE I

Les Étoiles.

CHAPITRE PREMIER. — **Mouvement diurne** 1
Définitions 1
Sphère céleste. — Coordonnées 3
Lois du mouvement diurne 6
Coordonnées équatoriales. — Temps sidéral 11
Étude détaillée du mouvement diurne 14
Ascension droite 19

CHAPITRE II. — **Méthodes d'observation** 21
Lunette méridienne 21
Cercle mural 23
Sextant 24
Détermination du méridien 25
Détermination de la hauteur du pôle 26
Détermination de l'heure 28
Observations en voyage et en mer 29

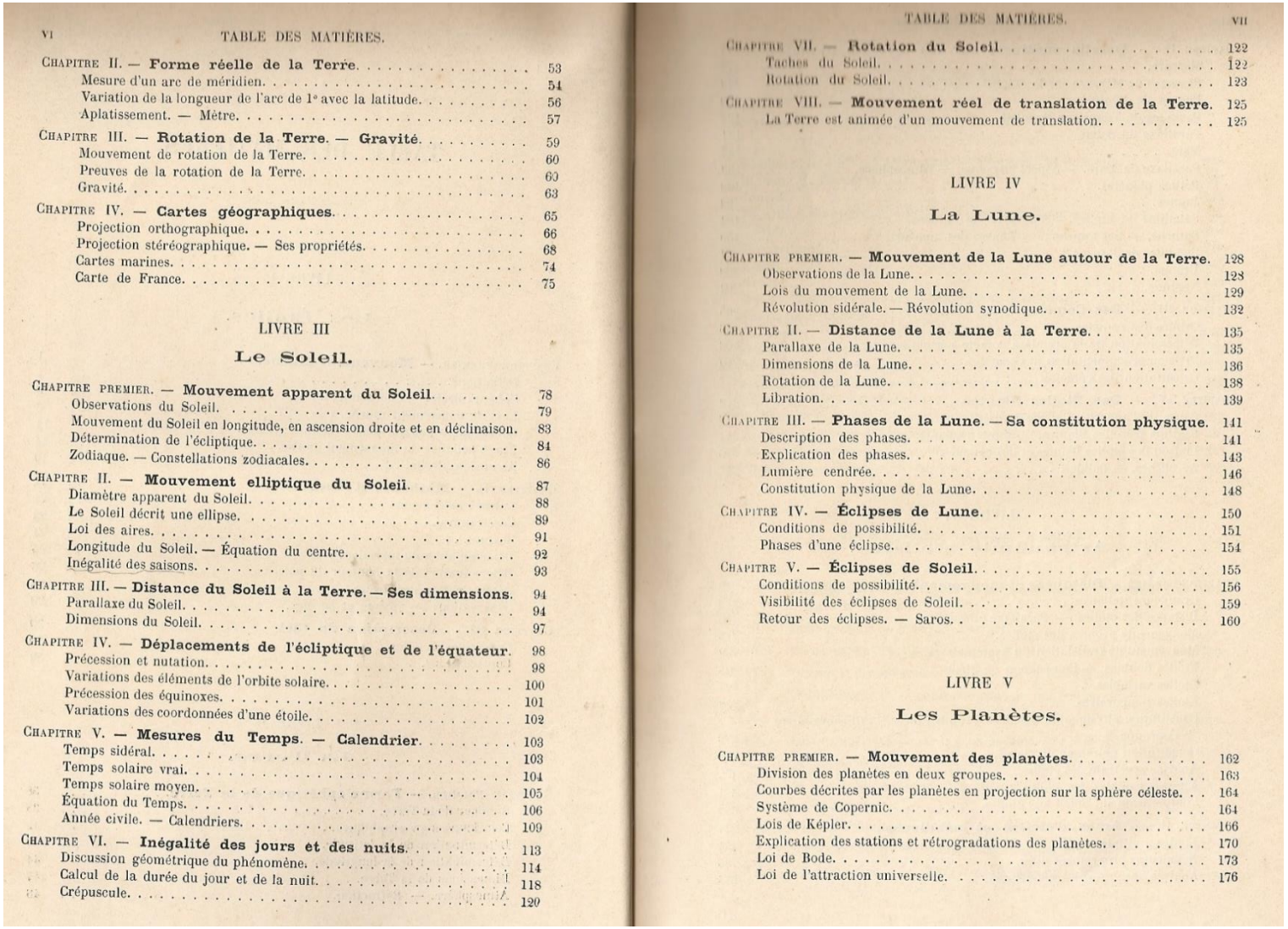
CHAPITRE III. — **Description du Ciel** 30
Catalogues d'étoiles 30
Constellations 32

LIVRE II

La Terre.

CHAPITRE PREMIER. — **Forme sphérique de la Terre** 38
Rondeur de la Terre 38
Coordonnées géographiques 42
Détermination de la latitude 43
Détermination de la longitude 44
Dimensions de la Terre 47
Atmosphère. — Réfraction 48

Figura 33: Primeira página do índice do livro Leçons de Cosmographia de Tisserand e Andoyer (1919).



CHAPITRE II. — **Forme réelle de la Terre** . . . 53
Mesure d'un arc de méridien . . . 54
Variation de la longueur de l'arc de 1° avec la latitude . . . 56
Aplatissement. — Mètre . . . 57
CHAPITRE III. — **Rotation de la Terre. — Gravité** . . . 59
Mouvement de rotation de la Terre . . . 60
Preuves de la rotation de la Terre . . . 60
Gravité . . . 63
CHAPITRE IV. — **Cartes géographiques** . . . 65
Projection orthographique . . . 66
Projection stéréographique. — Ses propriétés . . . 68
Cartes marines . . . 74
Carte de France . . . 75

LIVRE III

Le Soleil.

CHAPITRE PREMIER. — **Mouvement apparent du Soleil** . . . 78
Observations du Soleil . . . 79
Mouvement du Soleil en longitude, en ascension droite et en déclinaison. 83
Détermination de l'écliptique . . . 84
Zodiaque. — Constellations zodiacales . . . 86
CHAPITRE II. — **Mouvement elliptique du Soleil** . . . 87
Diamètre apparent du Soleil . . . 88
Le Soleil décrit une ellipse . . . 89
Loi des aires . . . 91
Longitude du Soleil. — Équation du centre . . . 92
Inégalité des saisons . . . 93
CHAPITRE III. — **Distance du Soleil à la Terre. — Ses dimensions** . 94
Parallaxe du Soleil . . . 94
Dimensions du Soleil . . . 97
CHAPITRE IV. — **Déplacements de l'écliptique et de l'équateur** . 98
Précession et nutation . . . 98
Variations des éléments de l'orbite solaire . . . 100
Précession des équinoxes . . . 101
Variations des coordonnées d'une étoile . . . 102
CHAPITRE V. — **Mesures du Temps. — Calendrier** . . . 103
Temps sidéral . . . 103
Temps solaire vrai . . . 104
Temps solaire moyen . . . 105
Équation du Temps . . . 106
Année civile. — Calendriers . . . 109
CHAPITRE VI. — **Inégalité des jours et des nuits** . . . 113
Discussion géométrique du phénomène . . . 114
Calcul de la durée du jour et de la nuit . . . 118
Crépuscule . . . 120

CHAPITRE VII. — **Rotation du Soleil** . . . 122
Taches du Soleil . . . 122
Rotation du Soleil . . . 123
CHAPITRE VIII. — **Mouvement réel de translation de la Terre** . 125
La Terre est animée d'un mouvement de translation . . . 125

LIVRE IV

La Lune.

CHAPITRE PREMIER. — **Mouvement de la Lune autour de la Terre** . 128
Observations de la Lune . . . 128
Lois du mouvement de la Lune . . . 129
Révolution sidérale. — Révolution synodique . . . 132
CHAPITRE II. — **Distance de la Lune à la Terre** . . . 135
Parallaxe de la Lune . . . 135
Dimensions de la Lune . . . 136
Rotation de la Lune . . . 138
Libration . . . 139
CHAPITRE III. — **Phases de la Lune. — Sa constitution physique** . 141
Description des phases . . . 141
Explication des phases . . . 143
Lumière cendrée . . . 146
Constitution physique de la Lune . . . 148
CHAPITRE IV. — **Éclipses de Lune** . . . 150
Conditions de possibilité . . . 151
Phases d'une éclipse . . . 154
CHAPITRE V. — **Éclipses de Soleil** . . . 155
Conditions de possibilité . . . 156
Visibilité des éclipses de Soleil . . . 159
Retour des éclipses. — Saros . . . 160

LIVRE V

Les Planètes.

CHAPITRE PREMIER. — **Mouvement des planètes** . . . 162
Division des planètes en deux groupes . . . 163
Courbes décrites par les planètes en projection sur la sphère céleste . . . 164
Système de Copernic . . . 164
Lois de Képler . . . 166
Explication des stations et rétrogradations des planètes . . . 170
Loi de Bode . . . 173
Loi de l'attraction universelle . . . 176

Figura 34: Segunda e terceira página do índice do livro Leçons de Cosmographia de Tisserand e Andoyer (1919).

CHAPITRE II. — **Détails succincts sur les diverses planètes.** . 177
Mercure. 177
Passages de Mercure sur le Soleil. 179
Phases de Vénus. 180
Passages de Vénus sur le Soleil. 182
Parallaxe du Soleil. 184
Mars. 187
Parallaxe de Mars. — Aspect physique. — Atmosphère. 189
Petites planètes. 190
Jupiter. 193
Satellites de Jupiter. — Vitesse de la lumière. 194
Saturne. — Ses anneaux. — Phases des anneaux. 199
Satellites de Saturne. 201
Uranus. 203
Neptune. 204

CHAPITRE III. — **Des Comètes.** 205
Orbites des comètes. 206
Détermination de la première comète périodique. 208
Division et segmentation des comètes. 210
Constitution des comètes. 212

CHAPITRE IV. — **Des Étoiles filantes.** 213
Cause de l'apparition d'une étoile filante. 213
Essaims d'étoiles filantes. — Points radiants. 214
Liaison des étoiles filantes et des comètes. 216
Aérolithes. — Bolides. 217

LIVRE VI

Astronomie stellaire.

CHAPITRE PREMIER. — **Distances et mouvements propres des étoiles.** 219
Grandeurs stellaires. 219
Distance des étoiles. — Parallaxe annuelle. 220
Mouvements propres des étoiles. 223
Mouvement de translation du système solaire. 223
Étoiles doubles. — Compagnon de Sirius. 225
Étoiles variables. 227
Étoiles temporaires. 228
Constitution physique du Soleil. — Protubérances. — Chromosphère. — Couronne. 229
Constitution chimique du Soleil. 230
Analyse spectrale des étoiles. 231
Vitesses radiales des étoiles. 231
Comparaison du Soleil aux étoiles. 233

CHAPITRE II. — **Amas d'étoiles et nébuleuses.** 234
Étoiles multiples. 234
Nébuleuses proprement dites. 235
Analyse spectrale des nébuleuses. 235

LIVRE VII

Notions sur l'histoire de l'astronomie.

Fondation de l'école d'Alexandrie. — Hipparque et Ptolémée. 238
Système de Ptolémée. 239
Copernic. 241
Transition du système de Ptolémée à celui de Copernic. 241
Galilée. 243
Tycho-Brahé. 244
Képler. 245
Newton. 246
Les successeurs de Newton. — Clairaut et d'Alembert. 249
Lagrange et Laplace. 251
Le Verrier. 253
Bradley. — Aberration. 255
W. Herschel. 257
Hypothèse cosmogonique de Laplace. 259
Notice sur les perturbations. 267
Notice sur la mesure des masses en astronomie. 290
Notice sur la Lune et son accélération séculaire. 320
Notice sur les planètes intra-mercurielles. 338
Note sur le phénomène des marées. 364

PLANCHES HORS TEXTE

I. — Photographie d'une région du Ciel obtenue à l'Observatoire de Paris par MM. Henry.
II. — Photographie du Soleil avec ses taches.
III. — Photographie d'une tache solaire obtenue à l'Observatoire de Meudon.
IV. — Dessin de protubérances solaires, par M. Trouvelot.
V. — Photographie de la couronne pendant une éclipse totale.
VI. — Photographie lunaire obtenue à l'Observatoire de Paris, par MM. Henry.
VII. — Carte aréographique de la planète Mars, par M. Schiaparelli.
VIII. — Dessin de Saturne et de ses anneaux, par M. Trouvelot.
IX. — Photographie de la grande comète de 1882, obtenue au cap de Bonne-Espérance.
X. — Photographie agrandie de l'amas d'Hercule, par MM. Henry.
XI. — Photographie de la nébuleuse d'Orion, par M. Common, à Londres.
XII. — Photographie de la nébuleuse annulaire de la Lyre, obtenue à l'Observatoire de Toulouse.

Figura 35: Quarta e quinta página do índice do livro Leçons de Cosmographia de Tisserand e Andoyer (1919).

PRIMEIRA PARTE

A esphera celeste

Capitulo I. — Movimento diurno. 5
I. — Movimento da esphera celeste 5
II. — Coordenadas celestes 14
Capitulo II. — Descripção do céo. 26

PARTE SEGUNDA

A Terra

Capitulo I. — Fórma da Terra 36
I. — O globo terrestre 36
II. — Coordenadas terrestres. 38
III. — Medida de um arco de meridiano. — Raio da Terra. . 42
Capitulo II. — Representação da superficie da Terra. 49
I. — Projecção orthographica. 50
II. — Projecção stereographica. 53
III. — Projecção cylyndrica e conica. 59

PARTE TERCEIRA

O Sol

Capitulo I. — Movimento apparente do Sol 63
I. — Trajectoria do Sol sobre a esphera celeste. 63
II. — Precessão dos equinoxios.. 68
III. — Forma elliptica da trajectoria solar 70
Capitulo II. — Medida do tempo 75
I. — Dias solares.. 75
II. — Calendario 79
Capitulo III. — O dia e note superficie do globo. — Estações. . . . 86
I. — Desigualdade dos dias e das noites 86
II. — Estações.. 93
Capitulo IV. — Elementos e constituição do Sol 98
I. — Parallaxe, distancia e dimensões do Sol. 98
II. — Constituição do Sol. 100
Capitulo V. — Movimentos da Terra.. 106
I. — Movimento de rotação da Terra.. 106
II. — Movimento de revolução da Terra.. 110

PARTE QUARTA

A Lua

Paginas
Capitulo I. — Revolução e phases da Lua. — Computo ecclesiastico. 115
I. — Movimento da Lua na esphera celeste. 115
II. — Phases da Lua. 119
III. — Computo ecclesiastico 123
Capitulo II.— Rotação da Lua. Librações. 128
Capitulo III. — Elementos e constituição da Lua 132
I. — Parallaxe e dimensões da Lua 132
II. — Constituição physica da Lua. 136
Capitulo IV. — Dos eclipses 140
I. — Eclipses da Lua.. 140
II. — Eclipses do Sol. 143
Capitulo V. — Phenomeno das marés. 148

PARTE QUINTA

Os Planetas e os Cometas

Capitulo I. — Systema solar. 153
I. — Formação do systema solar. 153
II. — Revolução dos planetas. — Leis de Kepler e de Bode. 155
III. — Movimento apparente dos planetas. 159
Capitulo II. — Noções geraes sobre cada planeta. 166
Capitulo III. — Cometas e estrellas cadentes. 178

PARTE SEXTA

Generalidades das estrellas e das nebulosas

I. — Noções sobre as estrellas 184
II. — Nebulosas 192

PARTE SETIMA

Noções sobre a historia da astronomia

I. — A astronomia nos tempos antigos. 196
II. — A astronomia nos tempos modernos 199
III. — A astronomia nos ultimos seculos. 203
Exercicios proprios para exames. — Problemas. 210
Indice. 227

Figura 36: Primeira e segunda página do índice do livro Elementos de Cosmographia de F.I.C. (1919).

INDICE GERAL

Preliminares ..... Pag. 1

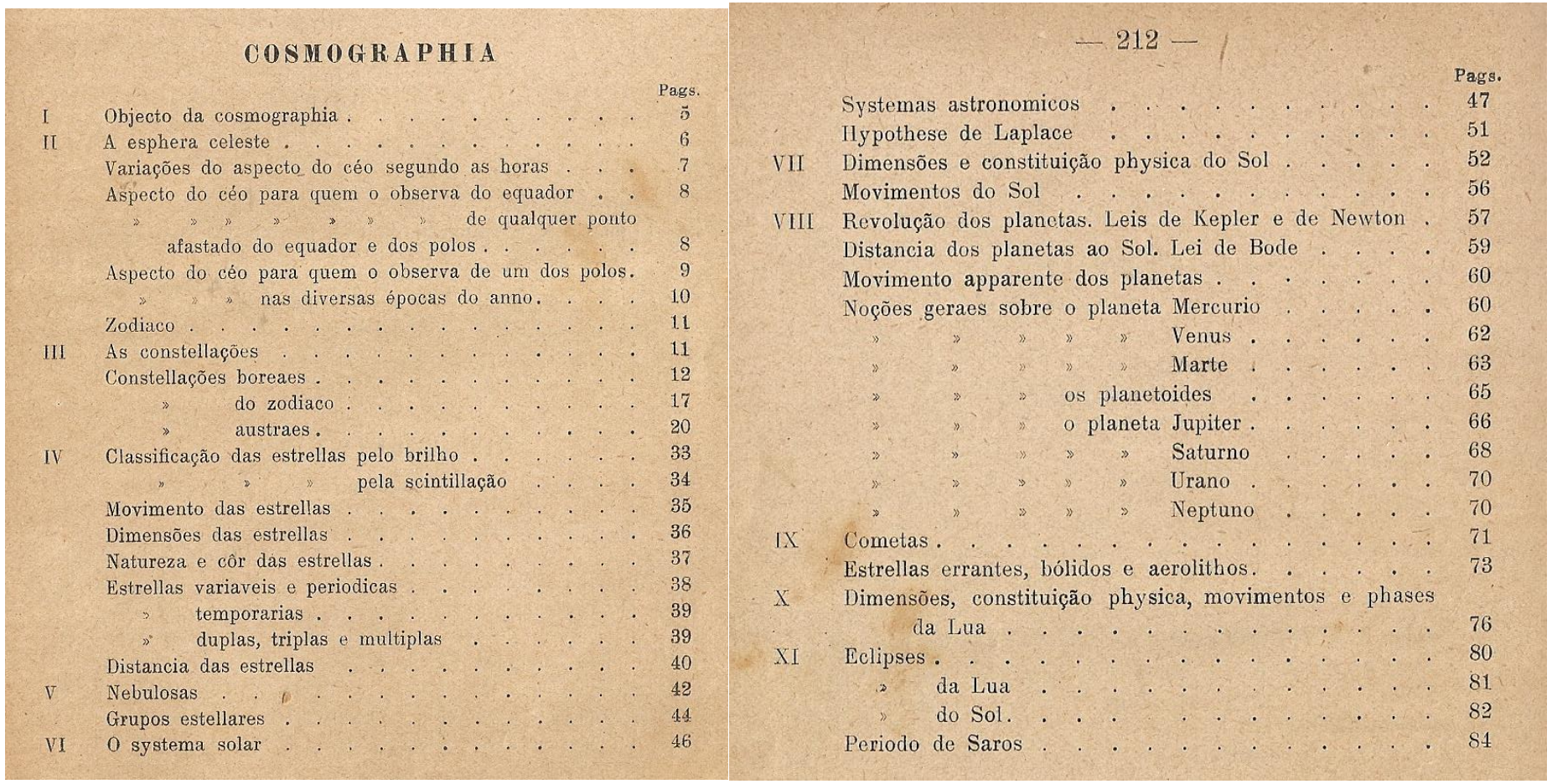
ASTROGRAPHIA GERAL

Capitulo I — Esphera Celeste ..... » 5
» II — Systemas planetarios ..... » 7
» III — As Coordenadas ..... » 11
» IV — Noções sobre os instrumentos astronomicos ..... » 16
» V — Mechanica celeste ..... » 21
» VI — Hypotheses cosmogonicas ..... » 26
» VII — Evolução dos mundos ..... » 30

ASTROGRAPHIA ESPECIAL

Capitulo I — O Sol ..... » 35
» II — A Terra ..... » 40
» III — A Lua ..... » 47
» IV — Dia sideral, anno tropico ..... » 54
» V — Calendario ..... » 59
» VI — Marés ..... » 65
» VII — Eclipses ..... » 70
» VIII — Planetas ..... » 77
» IX — Cometologia ..... » 86
» X — Estrellas ..... » 90
» XI — Nebulosas e Uranolithos ..... » 96
» XII — Problemas ..... » 100
Vocabulario astronomico ..... » 105
Indice alphabetico ..... » 109

Figura 37: Índice do livro Cosmographia de Lisboa e Brasil (1919).



COSMOGRAPHIA

		Pags.
I	Objecto da cosmographia	5
II	A esphera celeste	6
	Variações do aspecto do céo segundo as horas	7
	Aspecto do céo para quem o observa do equador	8
	» » » » » » » de qualquer ponto afastado do equador e dos polos	8
	Aspecto do céo para quem o observa de um dos polos	9
	» » » nas diversas épocas do anno	10
	Zodiaco	11
III	As constellações	11
	Constellações boreaes	12
	» do zodiaco	17
	» austraes	20
IV	Classificação das estrellas pelo brilho	33
	» » » pela scintillação	34
	Movimento das estrellas	35
	Dimensões das estrellas	36
	Natureza e côr das estrellas	37
	Estrellas variaveis e periodicas	38
	» temporarias	39
	» duplas, triplas e multiplas	39
	Distancia das estrellas	40
V	Nebulosas	42
	Grupos estellares	44
VI	O systema solar	46

— 212 —

		Pags.
	Systemas astronomicos	47
	Hypothese de Laplace	51
VII	Dimensões e constituição physica do Sol	52
	Movimentos do Sol	56
VIII	Revolução dos planetas. Leis de Kepler e de Newton	57
	Distancia dos planetas ao Sol. Lei de Bode	59
	Movimento apparente dos planetas	60
	Noções geraes sobre o planeta Mercurio	60
	» » » » » Venus	62
	» » » » » Marte	63
	» » » os planetoides	65
	» » » o planeta Jupiter	66
	» » » » » Saturno	68
	» » » » » Urano	70
	» » » » » Neptuno	70
IX	Cometas	71
	Estrellas errantes, bólidos e aerolithos	73
X	Dimensões, constituição physica, movimentos e phases da Lua	76
XI	Eclipses	80
	» da Lua	81
	» do Sol	82
	Periodo de Saros	84

Figura 38: Primeira e segunda página do índice do livro Elementos de COsmographia e Geographia Geral de Leme (1922).

INDICE

		Paginas
Capitulo I	— Varios systemas	3
Capitulo II	— Instrumentos astronomicos	11
Capitulo III	— O Sol	28
Capitulo IV	— Distancia e dimensões do Sol	36
Capitulo V	— Planetas	39
Capitulo VI	— Descripção de cada planeta	46
Capitulo VII	— A Terra, sua forma	56
Capitulo VIII	— Coordenadas geographicas	65
Capitulo IX	— Representação da superficie da Terra	70
Capitulo X	— Dimensões da Terra	78
Capitulo XI	— Principaes movimentos da Terra	84
	Rotação da Terra	85
	Translação da Terra	89
Capitulo XII	— Medição do tempo	100
Capitulo XIII	— Calendario	109
Capitulo XIV	— Lua	112
Capitulo XV	— Marés	123
Capitulo XVI	— Eclipses	127
	Eclipses da Lua	128
	Eclipses do Sol	130
Capitulo XVII	— Cometas	135
Capitulo XVIII	— Estrellas cadentes, bólidos, aerólithos	140
Capitulo XIX	— Estrellas	143
Capitulo XX	— Nebulosas e Via lactea	155

Figura 39: Índice do livro Curso de Cosmographia Elementar: Por uma reunião de professores de F.T.D. (1923).

INDICE

LIVRO I

A esphera celeste: Os astros, sua classificação 7
Movimento apparente da esphera celeste 10
Nebulosas 14
Constellações 15
Constellações austraes 17
Constellações equatoriaes 20
Constellações boreaes 21
Tempo sideral 22

LIVRO II

A Terra: Fórma da Terra 27
Dimensões da Terra 33
Achatamento dos polos 35
Coordenadas terrestres 36
Fusos horarios 40
Classificação dos habitantes da Terra segundo a latitude e a longitude 42

LIVRO III

O Sol: Natureza physica do Sol 47
Dimensões do Sol 54
Movimento apparente do Sol 57
Orbita solar 59
Medida do tempo 62
Calendario 64

LIVRO IV

Movimentos da Terra: As apparencias 69
Movimento de rotação 71
O dia e a noite 75
Movimento de translação 79
Estações 82
Precessão dos equinoxios 85
Outros movimentos da Terra 88

LIVRO V

A Lua: Constituição physica e chimica 91
Distancia e dimensões 94
Movimentos 97
Phases 100
Eclipses 104
Marés 107

LIVRO VI

Systema solar: Composição do systema solar 111
Mechanica celeste 113
Theorias cosmogonicas 118
Mercurio 120
Venus 122
Marte 123
Planetoides 126
Jupiter 127
Saturno 129
Urano 131
Neptuno 132

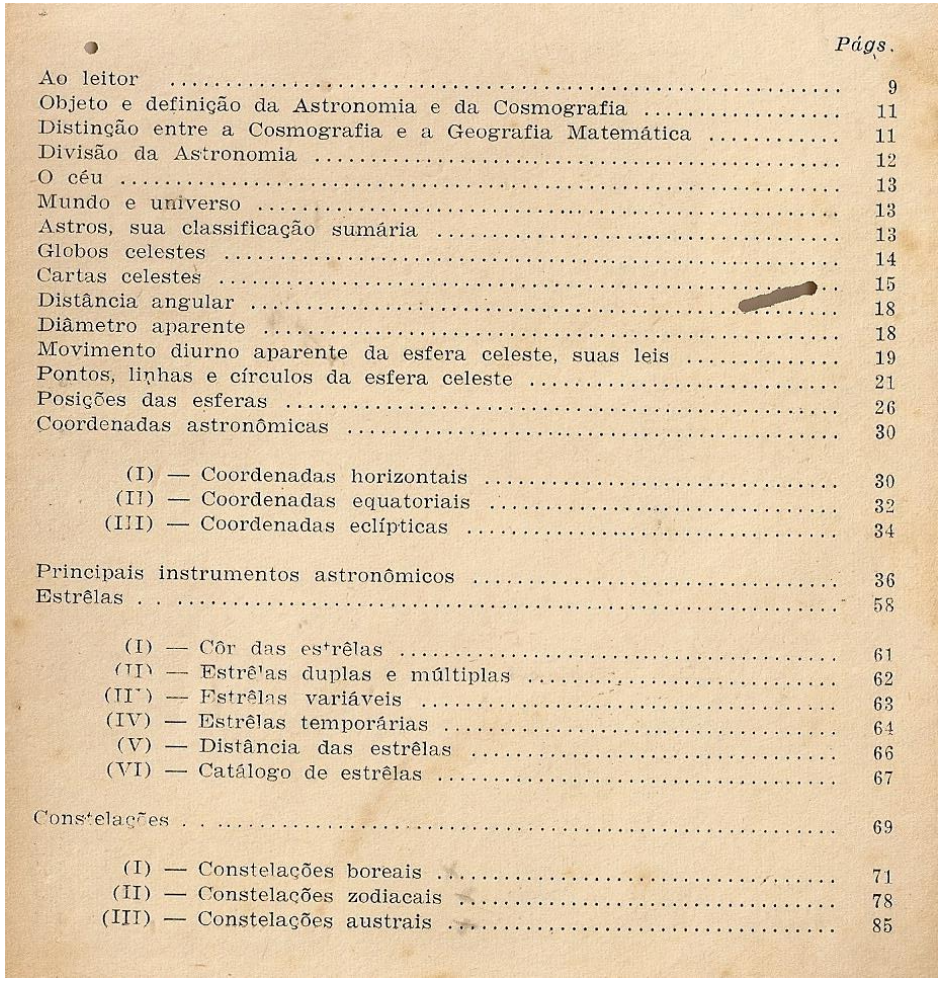
LIVRO VII

Cometas: Caracteres geraes 135
Cometas periodicos 139
Estrellas cadentes 142

LIVRO VIII

Estrellas e nebulosas: Aspecto das estrellas 149
Distancias e dimensões 151
Constituição physica e chimica 154
Movimentos reaes 159
Estrellas duplas e multiplas 161
Estrellas variaveis e temporarias 162
Conglomerados estellares 164
Nebulosas 165

Figura 40: Primeira e segunda página do índice do livro Noções de Cosmographia de Lima (1931).



Págs.

Ao leitor 9
Objeto e definição da Astronomia e da Cosmografia 11
Distinção entre a Cosmografia e a Geografia Matemática 11
Divisão da Astronomia 12
O céu 13
Mundo e universo 13
Astros, sua classificação sumária 13
Globos celestes 14
Cartas celestes 15
Distância angular 18
Diâmetro aparente 18
Movimento diurno aparente da esfera celeste, suas leis 19
Pontos, linhas e círculos da esfera celeste 21
Posições das esferas 26
Coordenadas astronômicas 30

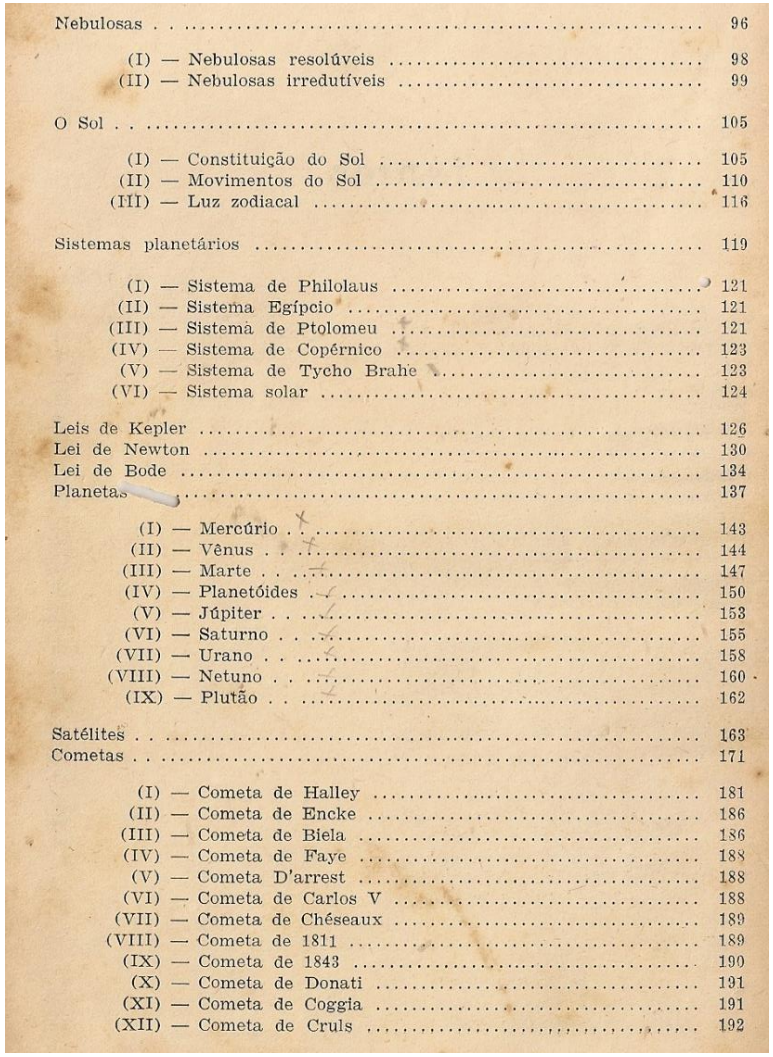
(I) — Coordenadas horizontais 30
(II) — Coordenadas equatoriais 32
(III) — Coordenadas eclípticas 34

Principais instrumentos astronômicos 36
Estrêlas 58

(I) — Côr das estrêlas 61
(II) — Estrêlas duplas e múltiplas 62
(III) — Estrêlas variáveis 63
(IV) — Estrêlas temporárias 64
(V) — Distância das estrêlas 66
(VI) — Catálogo de estrêlas 67

Constelações 69

(I) — Constelações boreais 71
(II) — Constelações zodiacais 78
(III) — Constelações austrais 85



Nebulosas 96

(I) — Nebulosas resolúveis 98
(II) — Nebulosas irredutíveis 99

O Sol 105

(I) — Constituição do Sol 105
(II) — Movimentos do Sol 110
(III) — Luz zodiacal 116

Sistemas planetários 119

(I) — Sistema de Philolaus 121
(II) — Sistema Egípcio 121
(III) — Sistema de Ptolomeu 121
(IV) — Sistema de Copérnico 123
(V) — Sistema de Tycho Brahe 123
(VI) — Sistema solar 124

Leis de Kepler 126
Lei de Newton 130
Lei de Bode 134
Planetas 137

(I) — Mercúrio 143
(II) — Vênus 144
(III) — Marte 147
(IV) — Planetóides 150
(V) — Júpiter 153
(VI) — Saturno 155
(VII) — Urano 158
(VIII) — Netuno 160
(IX) — Plutão 162

Satélites 163
Cometas 171

(I) — Cometa de Halley 181
(II) — Cometa de Encke 186
(III) — Cometa de Biela 186
(IV) — Cometa de Faye 188
(V) — Cometa D'arrest 188
(VI) — Cometa de Carlos V 188
(VII) — Cometa de Chéseaux 189
(VIII) — Cometa de 1811 189
(IX) — Cometa de 1843 190
(X) — Cometa de Donati 191
(XI) — Cometa de Coggia 191
(XII) — Cometa de Cruls 192

Figura 41: Primeira e segunda página do índice do livro Lições de Cosmographia de Cabral (1932).

Forma da Terra 193
Posição da Terra no espaço 198
Dimensões da Terra 198
Pontos, linhas e círculos da Terra 200
Zonas 203
Pontos do horizonte 205
Orientação 206
Coordenadas geográficas 212
Principais movimentos da Terra 218

(I) — Movimento de rotação 218
(II) — Movimento de translação 225

Estações 231
Os dias e as noites 234
Meteoros cósmicos 239
Forma da Lua 249
Dimensões da Lua 249
Constituição da Lua 249
Movimentos da Lua 256
Fases da Lua 258
Eclipses 262

(I) — Eclipses da Lua 267
(II) — Eclipses do Sol 269

Marés 273
Medida do tempo 282
Calendários 285

(I) — Calendário Egipcio 286
(II) — Calendário Grego Antigo 287
(III) — Calendário Israelita 288
(IV) — Calendário Muçulmano 288
(V) — Calendário Romano 289
(VI) — Calendário Juliano 290
(VII) — Calendário Gregoriano 292

Cômputo eclesiástico 301

(I) — Ciclo Solar 301
(II) — Ciclo lunar 302
(III) — Áureo número 302
II (IV) — Indicção romana 302
II (V) — Epacta 303
(VI) — Festa da Páscoa 305

Págs.

Observação astronômica. Observatórios 309
Correções na observação astronômica 315

(I) — Refração atmosférica 315
(II) — Paralaxe 316

Globos terrestres 321
Cartas geográficas 321
Sistemas de projeção 322
Problemas fundamentais da Astronomia 333

(I) — Determinação da posição dos astros 333
(II) — Determinação das coordenadas geográficas 334
(III) — Determinação da hora local 341
(IV) — Determinação da hora legal 348

Noções de história da Astronomia 354

(I) — Astronomia antiga 355
(II) — Astronomia moderna 359

Principais hipóteses cosmogônicas 364

(I) — Hipótese de Buffon 364
(II) — Hipótese de Kant 365
(III) — Hipótese de Laplace 365
(IV) — Hipótese de Faye 367
(V) — Hipótese de Flammarion 368
(VI) — Hipótese de Moreux 371
(VII) — Hipótese de Kuiper 371

GINÁSIO PIO XII

Figura 42: Terceira e quarta página do índice do livro Lições de Cosmographia de Cabral (1932).