

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

RAMON EUSTAQUIO SOUSA SILVA

A ANÁLISE DA ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

TAIOBEIRAS

2016

RAMON EUSTAQUIO SOUSA SILVA

A ANÁLISE DA ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para obtenção do Diploma
de Graduação em Licenciatura em Física,
à Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri.

Área de Concentração: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Geraldo W. R.
Fernandes

TAIOBEIRAS

2016

RAMON EUSTAQUIO SOUSA SILVA

A ANÁLISE DA ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito para obtenção do título de Licenciado em Física da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Geraldo W. Rocha Fernandes (Orientador)

Prof. Dr. Luciano Soares Pedroso (componente da banca examinadora)

Prof. Ma. Crislane Souza Santos (componente da banca examinadora)

Taiobeiras, julho de 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o criador de tudo;

Ao professor Dr. Geraldo W. Rocha Fernandes, a quem escolhi e convidei para ser orientador deste trabalho, sinto-me muito honrado pelo “sim”. Guardarei cada ensinamento;

A meus familiares, pelo incentivo e compreensão;

Aos bravos e persistentes colegas da Física, Matemática e Química do polo de Taiobeiras (MG) por compartilharem histórias de superação vividas nos cursos fortalecendo uns aos outros. Antes ocupávamos três salas, hoje mal ocupamos quatro fileiras;

Aos tutores presenciais;

A todos da UFVJM, muito obrigado!

A ANÁLISE DA ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

RESUMO

Astronomia é a ciência que se ocupa de compreender o funcionamento do Universo. Nasceu do fascínio daqueles que observavam os céus encantados pela precisão dos acontecimentos, antes mesmo dos estudos Físicos. Por isso, é fundamental que este tema esteja presente no livro didático de Física do ensino médio de maneira acessível. Em vista disso, este trabalho tem o objetivo de analisar o conteúdo de Astronomia nos livros didáticos de Física do ensino médio para compreender como este tema é apresentado. Para tal, analisamos a coleção Física (código: 27536C2202 L) da editora FTD utilizada no ensino médio de uma escola pública, no município de Taiobeiras, onde o pesquisador fez seu estágio supervisionado. Primeiramente identificamos nela todos os elementos de Astronomia, em seguida, verificamos os recursos utilizados para tornar o tema compreensível aos alunos deste nível de ensino. Uma vez que este trabalho é de natureza qualitativa e se baseia em uma análise de conteúdo, nos guiamos pelas três fases propostas por Bardin (2006): a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Após a análise da coleção supracitada, verificou-se que o tema está explícito no Livro 1 e Livro 3 da coleção, embora houvesse referência no Livro 2. O conteúdo referente à gravidade universal é apresentado no Capítulo 11 do Livro 1, que procura ensinar os principais conceitos. O segundo volume não traz o tema explicitamente, mas existem referências ao assunto, sobretudo nos conteúdos de Óptica e Ondulatória. No Livro 3, o tema é visto no conteúdo de Física Moderna, que trata de assuntos como Teoria da Relatividade, Física Quântica e Radioatividade, além de referências no tópico de Eletromagnetismo. Para praticar, os livros propõem algumas atividades, dispensando experimentos relacionados ao tema.

Palavras Chave: Astronomia; Livro didático; Ensino de Física.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Unidades temáticas de ensino propostas pelos PCN+	06
Quadro 2 – Unidades que compõem cada volume da coleção analisada	10
Quadro 3 – Atividades experimentais propostas pela coleção	24
Tabela 1 – Referências aos conceitos de Astronomia encontradas no volume 1.	15
Tabela 2 – Referências aos conceitos de Astronomia encontradas no volume 2.	17
Tabela 3 – Referências aos conceitos de Astronomia encontradas no volume 3.	21

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 – Os três livros que compõem a coleção analisada	10
Figura 2 – Exercício extraído do volume 1 da coleção	14
Figura 3 – Explicação da unidade de medida ano-luz, extraído do volume 2	16
Figura 4 – Trecho do texto Efeito doppler e o Universo em expansão, extraído do volume 2	17
Figura 5 – Exemplo de sequências que podem ser trabalhadas no Ensino Médio ...	19
Figura 6 – Atividade proposta extraída do volume 1 da coleção	23
Figura 7 - Procedimentos para realização do experimento sobre a bússola	23

LISTA DE SIGLAS

EM	Ensino Médio
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
CBC	Conteúdo Básico Comum

SUMÁRIO

RESUMO	iv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 ALGUNS ESTUDOS QUE FUNDAMENTAM NOSSA PESQUISA.....	4
2.1 A Astronomia, os Parâmetros Curriculares Nacionais e o CBC de Física de Minas Gerais	6
2.2 Astronomia ou Astrofísica?	8
3 CAMINHOS METODOLÓGICOS PARA IDENTIFICAR OS ELEMENTOS DE ASTRONOMIA NO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA.....	9
3.1 A Pré-análise e a Exploração do Material: Conhecendo os Livros Didáticos.....	9
4 RESULTADOS: OS CONCEITOS DE ASTRONOMIA.....	13
4.1 O Tratamento dos Resultados: Identificando os Conceitos de Astronomia.....	13
4.1.1 A Astronomia no Volume 1 da coleção	13
4.1.2 A Astronomia no Volume 2 da coleção	16
4.1.3 A Astronomia no Volume 3 da coleção	19
4.2 Inferência e Interpretação	21
5 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O homem sempre se ocupou em observar cuidadosamente o céu, fascinado pela perfeição e pontualidade dos fenômenos. Ao longo do tempo, e movido pela curiosidade, procurou respostas para as perguntas que até hoje nos inquietam: “quem somos, de onde viemos e para onde vamos”? Nessa empreitada, muitos homens dedicaram suas vidas e seus trabalhos para a construção da mais complexa das ciências, a Astronomia. Richard P. Feynman, um dos mais famosos físicos, define a Astronomia com emoção ao declarar que “é mais antiga do que a Física. Na verdade, deu origem à Física ao revelar a bela simplicidade do movimento das estrelas e dos planetas, cuja compreensão foi o início da Física” (FEYNMAN, 2004, p. 104).

De fato, observar o céu é uma atividade comum que todo mundo já fez; uns para admirá-lo ou estudá-lo, outros com o conhecimento popular, passado de geração a geração, analisam a posição dos astros para definirem o melhor momento de plantar e colher, mesmo não tendo a mínima consciência da complexidade do Cosmo. Com autoridade, Carl Sagan, um dos grandes nomes da Astronomia contemporânea, indaga sobre o conhecimento popular em Astronomia e o relaciona à falta de curiosidade das pessoas pelo assunto. Na introdução que fez para o livro intitulado “Uma breve história do tempo: do big bang aos buracos negros”, do cientista Stephen Hawking, Sagan deixa claro seu desapontamento ao declarar que:

Pouco pensamos no mecanismo que gera a luz do Sol e possibilita a vida; na gravidade, que nos cola a uma Terra que, de outra forma, nos lançaria em rotação pelo espaço; ou nos átomos de que somos feitos e de cuja estabilidade dependemos fundamentalmente. Com exceção das crianças (que não sabem o suficiente para não fazer senão perguntas importantes), poucos de nós gastamos muito tempo considerando por que a natureza é do jeito que é; de onde surgiu o Cosmo, ou se ele sempre existiu; se o tempo algum dia voltará atrás, fazendo os efeitos antecederem as causas; ou ainda se existem limites máximos para o conhecimento humano. Carl Sagan. (HAWKING, 1988, p. 13)

E completa tentando explicar o fenômeno:

Há até mesmo crianças – conheci algumas delas – que querem saber com o que se parece um buraco negro; qual é a menor porção de matéria; por que nos lembramos do passado e não do futuro; como se explica, se houve um caos primordial, que haja ordem agora, pelo menos aparentemente; e por que existe um Universo. Em nossa sociedade não é incomum que pais e professores respondam à maioria destas perguntas com um dar de ombros, ou apelando para conceitos religiosos vagamente lembrados. Alguns não se satisfazem com este tipo de atitudes, porque elas expõem

visceralmente as limitações da compreensão humana. Carl Sagan. (HAWKING, 1988, p. 13)

A citação anterior é motivante! Quando criança, eu me lembro das histórias desconexas que envolviam os mistérios em torno da lua cheia ou do eclipse lunar que, segundo os mais velhos, causava espanto nas pessoas ao verem a lua se esvanecer.

Com efeito, não se pode desmerecer a relevância da Astronomia no ensino de Física, uma vez que os pilares desta ciência se apoiam no conhecimento daqueles que observaram os céus com fascínio. Podemos dizer que a Física é o resultado da paixão pelos mistérios do Universo nutrida por observadores que com seus instrumentos obsoletos já podiam deduzir a aparência do Sistema Solar, desfazendo o preceito de que a Terra era o centro do Universo.

Ainda hoje, professores de Física ignoram conceitos importantes de Astronomia no ensino médio e se limitam a ensinar um conteúdo pronto e insuficiente, além disso, muitos não utilizam a metodologia necessária para tratar do assunto, talvez por receio de se aprofundarem em uma área tão vasta cujo conteúdo está presente nos livros didáticos de Física do ensino médio e precisa ser ensinado.

Diante do exposto, este trabalho tem-se como problema de pesquisa a seguinte questão: **de que forma o conteúdo referente à Astronomia se apresenta no livro didático de Física do ensino médio?**

O objetivo principal deste trabalho é investigar o tratamento dado ao conteúdo de Astronomia nos livros didáticos de Física do ensino médio e para atingir tal objetivo listamos os objetivos específicos, sem os quais nosso trabalho não surtiria efeito:

- 1) Analisar os três volumes da coleção Física (código: 27536C2202 L) da editora FTD;
- 2) Identificar e caracterizar os principais elementos de Astronomia presentes nos capítulos que compõem os livros;
- 3) Verificar se o tema abordado é disponibilizado em atividades e experimentos.

Este trabalho está organizado em 5 capítulos, assim colocados:

1º Capítulo: Introdução;

2º Capítulo: Alguns estudos que fundamentam nossa pesquisa;

3º Capítulo: Caminhos metodológicos para identificar os elementos de Astronomia no livro didático de Física;

4º Capítulo: Resultados: os conceitos de Astronomia;

5º Capítulo: Conclusão.

Enfim, não é pretensão deste trabalho mudar a realidade do ensino de Física no ensino médio, mas sim verificar a existência de elementos de Astronomia nos livros didáticos utilizados nesta etapa do ensino regular para mostrar que é possível abordar essa temática em sala de aula e despertar nos alunos o gosto pela ciência.

2 ALGUNS ESTUDOS QUE FUNDAMENTAM NOSSA PESQUISA

O livro didático é talvez o instrumento mais importante no ensino de Física do ensino médio, principalmente em escolas públicas onde a escassez de material para lecionar esta disciplina é evidente. Frison et al. (2009) concordam ao afirmarem que “apesar de ser um instrumento impresso bastante familiar é difícil defini-lo quanto à função que o mesmo exerce ou deveria exercer em sala de aula”. Completa dizendo que “o livro didático tem sido praticamente o único instrumento de apoio do professor e que se constitui numa importante fonte de estudo e pesquisa para os estudantes” (FRISON et al., 2009, p. 03).

Limitando-nos ao tema deste trabalho, nossa investigação tem o objetivo de conhecer como se distribui os assuntos relativos à Astronomia no livro didático de Física. Uma vez que a Física é a área da Ciência que investiga o Universo (BONJORNIO et al; vol. 1, 2013), seria prudente que à Astronomia fosse dada o valor merecido. A complementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) enfatizam o compromisso da Física com a educação regular dizendo que,

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do Universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (BRASIL, 2002, p. 59)

Se desconsiderarmos a Astronomia no ensino de Física, então não cumprimos com esta finalidade. Mais especificamente, os PCN+ propõem que:

Será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar. Assim, **Universo, Terra e vida** passam a constituir mais um tema estruturador. (BRASIL, 2002, p. 70)

No entanto, durante o desenvolvimento do Estágio Supervisionado em Ensino de Física, percebemos que os professores de Física dão pouca importância aos assuntos relativos à Astronomia. Castro e Teixeira (2005) são enfáticos quando afirmam que “difícilmente este tema é trabalhado com os alunos, ainda que grande parte deles manifeste interesse, curiosidade e motivação no sentido de conhecer

melhor o nosso Universo” (p. 01). Comparando o Brasil com países que priorizam a educação, Froes (2014) expõe:

Em uma pesquisa com estudantes finlandeses, por exemplo, verifica-se que os temas relacionados à Astronomia, à Astrofísica e à Cosmologia foram considerados interessantes pela grande maioria dos jovens em idade escolar, e o mais notável, igualmente para ambos os sexos. Um resultado semelhante foi verificado na Noruega, onde as discussões subsequentes tiveram como consequência a inserção dos temas na grade curricular obrigatória do segundo ano do ensino médio.

Lá, todos os alunos possuem computadores em sala de aula, e os livros didáticos de papel são acompanhados por materiais complementares online, tais como vídeos no formato de desenhos animados, sempre acompanhados por perguntas ao final, estimulando a interação. Mesmo assuntos considerados avançados são tratados com os jovens de maneira divertida, como o espectro da luz emitida pelo Sol e outros temas de Astrofísica (p. 02).

Essa resistência dos professores em trabalhar os conteúdos de Astronomia é um reflexo de sua formação, pois como atestam Langhi e Nardi (2009):

Mesmo os cursos de graduação, nos quais normalmente se deveriam contemplar conteúdos de Astronomia (Física, por exemplo), estes não a apresentam como uma disciplina obrigatória, mas apenas como optativa quando a oferecem (p. 02).

Parafraseando Langhi e Nardi (2009), a Astronomia é pouco trabalhada no ambiente escolar e os alunos do ensino fundamental e médio, assim como o futuro professor deixam de ver conceitos importantes, este problema também é observado nos materiais didáticos utilizados. “Isto traz algumas consequências com relação à atuação docente em sala de aula, uma vez que a sua educação formal não lhe garantiu uma abordagem destes saberes disciplinares” (LANGHI; NARDI; 2009, p. 02).

Estes autores enumeram duas destas consequências que segundo eles “são as dificuldades em ensinar/aprender conteúdos de Astronomia e a propagação de erros conceituais, concepções alternativas, mitos e crenças sobre fenômenos astronômicos” (LANGHI; NARDI; 2009, p. 02).

Podem ser esses os motivos que justificam a carência do conteúdo de Astronomia nos livros didáticos de Física do ensino médio, os quais dedicam um espaço pequeno para abordar conceitos relativos à gravitação universal. Até mesmo na literatura nacional, notamos uma defasagem de revistas que contemplam a educação em Astronomia, como observa Langhi e Nardi (2009) “a única publicação específica no país que contempla artigos sobre a pesquisa em ensino de Astronomia é a Revista Eletrônica Latino-Americana de Educação em Astronomia” (p. 04).

Leão (2011) deixa a seguinte opinião a respeito deste assunto:

Embora haja muitas pesquisas na área, fruto de relatos de experiências escolares, apenas para mencionar algumas, o ensino de Astronomia ainda não alcançou sua devida posição no cenário educacional, mesmo sendo uma recomendação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (p. 05).

2.1 A Astronomia, os Parâmetros Curriculares Nacionais e o CBC de Física de Minas Gerais

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) foram uma importante referência para a adoção das competências a serem ensinadas na década passada. Ainda hoje, é por meio dos PCN+ que a educação é norteadada a fim de se evitem divergências no ensino de região para região.

Para ajudar a organizar o ensino de Física, os PCN+ privilegiam seis *temas estruturadores* entre os quais inclui: **Universo, Terra e Vida**. Com esse tema espera-se que o estudante reflita sobre sua presença e seu lugar no Universo e que “adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive” (BRASIL, 2002). O tema está organizado em *unidades temáticas*, conforme exposto no Quadro 1. Vejamos:

Quadro 1. Unidades temáticas de ensino propostas pelos PCN+

Terra e Sistema Solar	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.). • Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.
O Universo e sua origem	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo. • Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

Compreensão humana do Universo	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações. • Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual. • Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.
--------------------------------	--

Fonte: PCNs (BRASIL, 2002, p. 79)

Também, ao observar as principais competências esperadas ao final da escolaridade básica, notamos a presença de elementos de Astronomia em diversas áreas do conhecimento, explícito no seguinte tópico:

Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida, de forma a poder situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões espaciais e temporais no Universo. (BRASIL, 2002)

Nota-se que se espera do aluno, não somente uma compreensão teórica do tema, mas que ele reconheça sua posição no Universo e saiba ser crítico em relação a isso.

Cabe ressaltar que o ensino de Astronomia não se limita apenas a fenômenos astronômicos puros. Quando estudamos Eletromagnetismo, por exemplo, lidamos com fenômenos observados tanto na Terra quanto em qualquer outro lugar do Espaço. Ou seja, qualquer fenômeno físico que se realiza na Terra pode perfeitamente se realizar em qualquer lugar. Por isso, o tema Astronomia deve ser abordado não somente na ocasião em que está inserido no livro didático, mas deve ser referência para todo o ensino de Física.

Outro documento que merece ser citado neste trabalho, refere-se às propostas curriculares em Física – CBC (2005) elaboradas pelo Estado de Minas. Para a educação básica desse estado, este documento propõe que o aluno adquira algumas habilidades após o estudo da Astronomia no ensino médio, que são:

- Saber explicar o movimento do Sol ao longo do dia e das estrelas à noite como resultado do movimento da Terra;

- Representar graficamente as posições relativas da Terra, da Lua, do Sol e dos planetas no Sistema Solar;
- Compreender como os satélites podem ser usados para observar a Terra e para explorar o Sistema Solar;
- Saber explicar como as forças gravitacionais são responsáveis pelo movimento dos planetas, luas, cometas e satélites.

Para que esses objetivos possam ser atingidos, o CBC (2005) dão algumas orientações pedagógicas que devem ser adotadas pelos professores, como desenhar gráficos e modelos, elaborar modelos e maquetes entre outras, neste caso, os livros não dão suporte e o tema Astronomia carece de atividades experimentais ou orientações aos professores.

2.2 Astronomia ou Astrofísica?

A coleção analisada, assim como a maioria dos livros didáticos, utiliza a expressão Astronomia para todos os assuntos relativos a essa ciência, porém vale ressaltar que apesar da generalização do termo, que é feita inclusive pelos PCN+ e pelo CBC de Minas Gerais, a Astronomia é dividida em diversas áreas, entre as quais está a Astrofísica.

Enquanto a Astronomia trata de situar os corpos celestes no espaço e explicar sua origem e movimentos, “a Astrofísica estuda a física e a composição química dos astros assim como a formação, estrutura e a evolução dos mesmos, incluindo os corpos do Sistema Solar, as estrelas e as galáxias.” (MILONE, 2001, p. 09). Por estas definições é fácil observar o erro conceitual cometido na hora de abordar o tema, e essa confusão de termos é comum em provas de vestibulares e no ENEM.

Como nosso trabalho está embasado nos documentos oficiais que regularizam a educação básica (PCN+ e CBC/MG) utilizaremos aqui o termo Astronomia, tal como é feito por estes documentos.

3 CAMINHOS METODOLÓGICOS PARA IDENTIFICAR OS ELEMENTOS DE ASTRONOMIA NO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA

Este trabalho é de natureza qualitativa e consiste na análise de conteúdo do livro didático utilizado nos três anos do Ensino Médio (EM). Para isso, optamos por adotar as três Fases de Análise do Conteúdo de Bardin (2006, apud MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011, p. 05) para análise dos três livros didáticos propostos nesta pesquisa, que são:

- 1) A pré-análise: é a fase em que se organiza o material a ser analisado com o objetivo de torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais;
- 2) A exploração do material: consiste na exploração do material com a definição de categorias e a identificação das unidades de registro e das unidades de contexto nos documentos;
- 3) O tratamento dos resultados, inferência e interpretação: é a etapa destinada ao tratamento dos resultados; ocorre nela a condensação e o destaque das informações para análise, culminando nas interpretações inferenciais; é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica.

3.1 A Pré-análise e a Exploração do Material: Conhecendo os Livros Didáticos

Na pré-análise e exploração do material fizemos a leitura do objeto de nossa investigação, a coleção intitulada *Física* (código: 27536C2202 L) da editora FTD, que foi adotada pelo professor supervisor do Estágio Supervisionado de Física A e B para ser utilizada nos três anos do Ensino Médio (EM) de uma Escola Estadual no município de Taiobeiras (MG).



Figura 1 – Os três livros que compõem a coleção analisada

A coleção contém três livros didáticos, sendo um para cada ano do ensino médio. O conteúdo dos livros está dividido em unidades e cada unidade em capítulos conforme apresentado no Quadro 2:

Quadro 2. Unidades que compõem cada volume da coleção analisada

Volume 1 (320 páginas)	<p>Unidade I – A Ciência Física: Introdução ao estudo da Física</p> <p>Unidade II – Cinemática escalar: Introdução ao estudo dos movimentos; movimento uniforme; movimento uniformemente variado; movimento vertical no vácuo.</p> <p>Unidade III – Cinemática vetorial: Elementos; composição de movimentos e lançamentos; movimento circular.</p> <p>Unidade IV – Dinâmica: Força e movimento; energia; gravitação universal.</p> <p>Unidade V – Estática: Equilíbrio de corpo.</p> <p>Unidade VI – Mecânica dos fluidos: Hidrostática e hidrodinâmica.</p>
------------------------	---

Volume 2 (288 páginas)	<p>Unidade I – Termologia: Termometria; calorimetria; mudanças de fase; transmissão de calor; dilatação térmica.</p> <p>Unidade II – Termodinâmica: Estudo dos gases; leis da termodinâmica.</p> <p>Unidade III – Óptica: Conceitos fundamentais de Óptica; reflexão da luz; espelhos esféricos; refração da luz; lentes esféricas; instrumentos ópticos.</p> <p>Unidade IV – Ondulatória: Ondas; fenômenos ondulatórios; acústica.</p>
Volume 3 (304 páginas)	<p>Unidade I – Eletrostática: Força elétrica; campo elétrico e potencial elétrico.</p> <p>Unidade II – Eletrodinâmica: Corrente elétrica; resistores; geradores elétricos; receptores elétricos.</p> <p>Unidade III – Eletromagnetismo: Campo magnético; força magnética; indução eletromagnética; ondas eletromagnéticas.</p> <p>Unidade IV – Física Moderna: Teoria da relatividade restrita; física quântica; radioatividade.</p>

O Volume 1 da coleção, que é utilizado no primeiro ano do EM, aborda o assunto geral Mecânica. Seu texto está distribuído em seis unidades subdivididas em treze capítulos ao todo e possui 320 páginas. O Capítulo 11, que trata da *Gravitação Universal*, dedica 16 páginas ao assunto e está subdividido em cinco tópicos, sendo:

1. Os sistemas geocêntrico e heliocêntrico: observando o céu, sistema geocêntrico, sistema heliocêntrico;
2. Leis de Kepler: 1ª lei de Kepler – lei das órbitas, 2ª lei de Kepler – lei das áreas, 3ª lei de Kepler – lei dos períodos;
3. Lei da Gravitação Universal;
4. Campo gravitacional: detalhes sobre: a força gravitacional e as balanças;
5. Corpos em órbita.

Os livros trazem ainda dois textos extras em cada capítulo – “Saiba mais sobre” e “A história conta”. Esses textos dissertativos trazem informações referentes ao assunto estudados nos capítulos e que não são diretamente cobrados pelo PNL. No caso do Capítulo 11, que trata da Gravitação Universal, os dois textos são intitulados: “Movimento de satélites” e “A dinâmica do conhecimento”, respectivamente.

O livro utilizado no segundo ano aborda o assunto geral Termologia, Óptica e Ondulatória com quatro unidades e dezesseis capítulos ao todo, distribuídos ao longo de 288 páginas. Este livro não aborda diretamente assuntos relativos à Astronomia, traz apenas algumas referências que foram observadas no Capítulo 11, que trata da refração da luz, e Capítulo 13 sobre os instrumentos ópticos.

O terceiro volume desta coleção é utilizado no terceiro ano do EM e traz o assunto geral Eletromagnetismo e Física Moderna, com quatro unidades, treze capítulos e contendo 304 páginas. Com uma unidade inteira dedicada à Física Moderna, em três capítulos, sendo:

Capítulo 11 – Teoria da relatividade restrita;

Capítulo 12 – Física quântica e

Capítulo 13 – Radioatividade.

Nesta unidade estão presentes os conceitos mais modernos da Astronomia.

4 RESULTADOS: OS CONCEITOS DE ASTRONOMIA

4.1 O Tratamento dos Resultados: Identificando os Conceitos de Astronomia

Essa terceira fase proposta por Bardin (2006) consistiu na identificação dos conceitos de Astronomia ao longo da coleção. Fizemos uma leitura mais detalhada do material nos dedicando a encontrar os elementos de Astronomia nos capítulos que compõem a obra, tanto os diretos, como gravitação, quanto as referências observadas ao longo da coleção.

Na coleção analisada, como já foi dito, este tema é tratado diretamente em dois volumes: no volume um (primeiro ano do EM) que dedica um capítulo sobre a Gravitação Universal e no volume três (terceiro ano do EM) que aborda conceitos de Física Moderna.

Nos tópicos que se seguem será apresentada a terceira fase da análise do conteúdo de Bardin (2006) referente ao tratamento dos resultados.

4.1.1 A Astronomia no Volume 1 da coleção

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) “confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do Universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens” (BRASIL, 2002, p. 78), e para responder a esse interesse “é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo” (BRASIL, 2002, p. 78).

A coleção analisada responde a esse interesse no Capítulo 11 do volume 1, cujo tema geral é *Gravitação Universal*.

O Capítulo 11 inicia com a apresentação dos primeiros conceitos de Astronomia em dois textos sobre as Teorias Geocêntrica e Heliocêntrica. Apresentam figuras que representam o pensamento destas teorias, além de retratos dos pensadores responsáveis por tais pensamentos.

Segue-se o Capítulo 11 com uma abordagem sobre as leis de Kepler e a constatação de que as órbitas dos planetas são elípticas. No texto, há uma atividade prática quando demonstra como construir a figura Elipse usando percevejos e

barbante. As três leis são explicadas com figuras representativas. Nota-se que é possível aprender sozinho, pois os textos são claros, ilustrados e didáticos.

A Lei da Gravitação Universal ganha um texto resumido. Vejamos um trecho:

[...] Newton concluiu então que dois corpos se atraem reciprocamente com uma força gravitacional cuja intensidade é diretamente proporcional ao produto das suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. (BONJORNO et al.; 2013, vol. 1, p. 236)

A figura 2 exemplifica um exercício extraído do livro e que é possível respondê-lo interpretando o texto exposto na citação anterior:

PENSE E RESPONDA

- Duas pessoas que se encontram na superfície da Terra atraem-se mutuamente.

- a) Por que não percebemos?
- b) Como varia a força de atração entre elas se uma das duas pessoas for substituída por outra com o dobro de massa? E se a distância entre as pessoas for triplicada?




Figura 2 – Exercício extraído do volume 1 da coleção (p. 236)

O uso da Lei da Gravitação Universal é demonstrado em atividades resolvidas passo a passo.

Na sequência vêm dois conteúdos, a saber, *campo gravitacional* e *corpos em órbita*, com textos pequenos, ilustrados e de fácil compreensão. As equações são demonstradas nos exercícios resolvidos.

Ao longo do Capítulo 11 há textos extras que reforçam o estudo do conteúdo. Em ordem, os textos são intitulados: “A força gravitacional” (p. 233), “A face oculta da lua” (p. 235), “A força gravitacional e as balanças” (p. 239) e “Movimento de satélites” (p.243). Além disso, no final do Capítulo 11, o texto “A dinâmica do conhecimento” (p. 244) expõe de forma resumida a biografia de Newton e sua obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, com o objetivo de fazer um resgate histórico da ciência.

Além do Capítulo 11, dedicado exclusivamente à Astronomia, o livro sempre traz referências a este tema, conforme o que se está escrito nos PCN+:

As competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física

para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. (BRASIL, 2002, p. 59)

A Tabela 1 apresenta o nosso resultado sobre os conceitos de Astronomia e oferece uma visão geral das principais referências encontradas no Volume 1 da coleção. Os temas indicados na Tabela 1 não estão diretamente associados com a Astronomia, mas oferecem condições para entender este conceito.

Tabela 1 – Referências aos conceitos de Astronomia encontradas no volume 1

Tema	Pag.	Relação com a Astronomia
Queda Livre	86	Introdução ao estudo da Gravidade: aborda a interação do campo gravitacional da Terra com os corpos.
Período e Frequência	126	Movimentos dos corpos celestes: rotação e translação. O tema pode ser relacionado à análise do tempo que os corpos celestes levam para realizarem os dois movimentos típicos.
Aceleração Centrípeta	129	Movimento de translação: o papel dessa aceleração é alterar a direção e o sentido do vetor velocidade de um móvel. É sempre dirigida para o centro da circunferência descrita pelo ponto material e explica porque corpos satélites permanecem girando ao redor de corpos de maior massa.
Força Peso de um Corpo	152	Força gravitacional: qualquer corpo localizado no campo gravitacional de um astro - como a Terra - será atraído por ele na direção de seu centro.
Força Centrípeta	176	Movimento orbital: explica porque corpos em órbita são atraídos pela força gravitacional.

Apesar de extensos, os temas apresentados na Tabela 1 são pouco desenvolvidos no ensino médio, haja vista que “o vasto conhecimento de Física, acumulado ao longo da história da humanidade, não pode estar todo presente na escola média” (BRASIL, 2002, p. 61).

Notamos que se o conteúdo do livro for corretamente trabalhado, é possível sair do primeiro ano do EM com conhecimento suficiente em Astronomia para alunos da faixa etária assistida por este nível de ensino. Neste caso, cumpre-se o que determina os PCN+ para o ensino deste tema:

Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida, de

forma a poder situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões espaciais e temporais no Universo. (BRASIL, 2002, p. 66)

Cabe ressaltar que na maioria das escolas, principalmente públicas, o professor de Física tem somente duas aulas em cada turma, o que inviabiliza a adoção de novas técnicas. Isso afeta o ensino de Astronomia.

4.1.2 A Astronomia no Volume 2 da coleção

Como já foi dito, no Volume dois da coleção, utilizado no segundo ano do EM, o tema Astronomia não é evidenciado, porém apresenta uma série de elementos que fazem parte do estudo deste conteúdo. Neste volume, há algumas referências vagas ao assunto, principalmente no conteúdo relativo à *Óptica*, em cujo texto é citado o conceito de *fóton* de Albert Einstein, segundo o qual “a luz interage como matéria, com minúsculos ‘pacotes de energia’” (BONJORNIO et al.; 2013, vol. 2, p. 127). Quando o texto expõe a velocidade da luz, conceitua-se a unidade de medida ano-luz, utilizada em Astronomia. Observe:

Em Astronomia, utiliza-se a unidade de medida ano-luz, que representa a distância que a luz percorre no vácuo em um ano terrestre.

Vamos calcular quantos quilômetros representa 1 ano-luz, ou seja, a quantos quilômetros está situada uma estrela cuja luz emitida demora um ano para chegar ao nosso planeta:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta s = v \cdot \Delta t \Rightarrow 1 \text{ ano-luz} = c \cdot \Delta t$$

Transformando 1 ano em segundos:

$$\Delta t_{1 \text{ ano}} = 365 \text{ dias} = 365 \cdot 24 \text{ horas} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ segundos} \Rightarrow 3,15 \cdot 10^7 \text{ s.}$$

Podemos obter o valor 1 ano-luz em quilômetros:

$$1 \text{ ano-luz} = 3 \cdot 10^8 \cdot 3,15 \cdot 10^7 \Rightarrow 1 \text{ ano-luz} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m} \Rightarrow 1 \text{ ano-luz} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

1 ano-luz é igual a 9,46 trilhões de quilômetros.

Figura 3 – Explicação da unidade de medida ano-luz, extraído do volume 2 (p. 129)

Os eclipses do Sol e da Lua também são explicados no tópico referente a *Óptica Geométrica* na página 133 do Volume 2 e as ilustrações reforçam a explicação.

O tópico que descreve a cor dos corpos (conteúdo relacionado à Óptica) também apresenta uma explicação para a cor azul observada no céu da Terra durante o dia. Segue um trecho:

[...] quando a luz branca do Sol entra em nossa atmosfera e atinge as moléculas do ar, ela sofre o que chamamos de espalhamento. A cor azul possui características que a fazem interagir mais intensamente com as moléculas do ar, espalhando-se então para os lados e iluminando a atmosfera com o azul característico (BONJORNIO et al.; 2013, vol. 2, p. 143).

Em *Instrumentos Ópticos* (Capítulo 13), o funcionamento da *luneta astronômica*, *luneta de Galileu* e *telescópio refletor* são explicados com diferentes esquemas nas páginas 203 a 205. Em *Acústica* (Capítulo 16), os autores colocam em duas linhas que “ondas sonoras não se propagam no vácuo por serem ondas mecânicas” (p. 244), mas não fazem nenhuma menção à Astronomia.

No final do Capítulo 16 há um texto extra intitulado “Efeito doppler e o Universo em expansão”, vejamos um trecho retirado do livro:

O astrofísico americano Edwin Hubble (1889-1953) observou em 1924 que os espectros luminosos da maior parte das galáxias chegam à Terra com reforços na faixa do vermelho (desvio para o vermelho ou *redshift*). Tal fenômeno é explicado pelo efeito doppler: as ondas luminosas de uma galáxia que desviam para o vermelho indicam que essa galáxia está se afastando de nós, uma vez que essas ondas luminosas são recebidas com frequência aparentemente menor (vermelho).

Foi dessas observações que surgiu a expressão “universo em expansão” e, conseqüentemente, a teoria do Big Bang. De acordo com o “nível de *redshift*” observado para uma galáxia ou estrela, é possível estabelecer sua velocidade relativa de afastamento.

Figura 4 – Trecho do texto Efeito Doppler e o Universo em expansão, extraído do Volume 2 (p. 263)

Assim, como no Volume 1, o Volume 2 também promove uma aproximação indireta entre temas variados da Física e a Astronomia através de diferentes referências. A Tabela 2, apresenta os resultados dos conceitos de Astronomia evidenciado na análise do Volume 2:

Tabela 2 – Referências aos conceitos de Astronomia encontradas no Volume 2

Tema	Pag.	Relação com a Astronomia
Conceitos Fundamentais de Óptica	126	Interação da luz com a matéria: estuda o comportamento da luz.
Fontes de Luz	127	Observação dos astros: estudo dos corpos luminosos, como o Sol, e iluminados, como a

Terra.		
Fenômenos da Óptica Geométrica	140	Observação dos astros: interação da luz com a atmosfera da Terra.
Dispersão da Luz	182	Observação dos astros: decomposição da luz, o que resulta, por exemplo, no arco-íris.
Instrumentos de Observação	203	Observação dos astros: explica o funcionamento de instrumentos de observação astronômica, como a luneta e o telescópio.
Ondas Eletromagnéticas	222	Comportamento das ondas Eletromagnéticas: explica como as ondas se propagam no vácuo o que possibilita, por exemplo, que a luz dos corpos celestes chegue até nós.
Propagação do Som	244	Vácuo: comportamento das ondas sonoras no vácuo.

O volume dois da coleção analisada cumpre as determinações dos PCN+ que sugerem que o tema *Universo, Terra e Vida* seja proposto para o primeiro ou terceiro ano do ensino médio. O documento ressalta que os temas da Física podem ser abordados em diferentes sequências, conforme mostrado na Figura 5.

Observe que o tema *Universo, Terra e Vida* é trabalhado tanto no primeiro ano (sequência 3) quanto no terceiro ano (sequências 1 e 2).

Seqüência 1			
	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	1. Movimentos: variações e conservações	3. Som, imagem e Informação	5. Matéria e radiação
2º semestre	2. Calor, ambiente e usos de energia	4. Equipamentos elétricos e telecomunicações	6. Universo, Terra e vida

Seqüência 2			
	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	2. Calor, ambiente e usos de energia	4. Equipamentos elétricos e telecomunicações	5. Matéria e radiação
2º semestre	1. Movimentos: variações e conservações	3. Som, imagem e informação	6. Universo, Terra e vida

Seqüência 3			
	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	6. Universo, Terra e vida	3. Som, imagem e informação	4. Equipamentos elétricos e telecomunicações
2º semestre	1. Movimentos: variações e conservações	2. Calor, ambiente e usos de energia	5. Matéria e radiação

Figura 5 – Exemplo de seqüências do PCN+ que podem ser trabalhadas no Ensino Médio. Fonte: Brasil (2002, p. 81).

4.1.3 A Astronomia no Volume 3 da coleção

Este volume, além de referências à Astronomia nos Capítulos 8 e 10, com os conteúdos sobre a *Força Magnética e Ondas Eletromagnéticas*, respectivamente, apresenta a Unidade 4 que é dedicada à Física Moderna, e se subdivide em três Capítulos, sendo:

Capítulo 11 – Teoria da relatividade restrita;

Capítulo 12 – Física quântica;

Capítulo 13 – Radioatividade.

O tópico referente à *força magnética* (p. 168), no Capítulo 8, aborda o comportamento magnético da Terra sem dar detalhes. Na página 171, há um texto

sobre o LHC¹ que fala de sua magnitude e seu funcionamento em números, comparando-o a outros colisores, mas omite sua missão principal que é explicar o surgimento de massa logo após o Big Bang².

A radiação ultravioleta, assunto abordado no tópico *Ondas Eletromagnéticas* do Capítulo 9, é explicada em um pequeno texto de dois parágrafos que deixa claro que, para a Terra, “o Sol é a principal fonte natural dessas radiações” (BONJORNO et al.; 2013, vol. 3, p. 206).

Neste volume, os principais conceitos relacionados à Astronomia são observados quando se estuda os três capítulos (11, 12 e 13) da Unidade 4, referente à Física Moderna.

Os PCN+ destacam a importância deste assunto no ensino médio dizendo que “alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria” (BRASIL, 2002, p. 70). Mas qual é a relação entre Física Moderna e Astronomia? A resposta pode ser encontrada nos PCN+, vejamos:

A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos. Ou seja, o estudo de matéria e radiação indica um tema capaz de organizar as competências relacionadas à compreensão do mundo material microscópico. (BRASIL, 2002, p. 70)

A Unidade 4, referente à Física Moderna, inicia com o Capítulo 11 que aborda a *Teoria da Relatividade Restrita* (p. 216) e mostra como foi a busca pelo valor da velocidade da luz e como ela se propaga. Seguindo o Capítulo 11, encontramos os dois *Postulados da Teoria da Relatividade Restrita* de Albert Einstein, com a seguinte explicação:

1º Postulado – As leis da Física são as mesmas para observadores em quaisquer sistemas de referência inerciais, e;
2º Postulado – A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor, $c \approx 300.000$ km/s, independente do movimento da fonte ou do sistema de referência do observador. (BONJORNO et al.; 2013, vol. 3, p. 223)

¹ LHC – Large Hadron Collider (Grande Colisor de Hadron) é um conjunto de detectores de partículas do CERN, construído em um túnel de 27 km abaixo da região de Genebra, na fronteira entre a França e a Suíça.

² Big Bang – Teoria segundo a qual o Universo teria começado a partir da expansão acelerada da singularidade.

O texto referente à Teoria da Relatividade Restrita também apresenta referências às mais recentes descobertas no campo da Astronomia como a *relatividade entre tempo e espaço* (p. 226). Há ainda um texto intitulado *Big Bang* dedicado a falar da teoria homônima.

A Tabela 3 ordena as referências da Astronomia a partir da análise do Volume três.

Tabela 3 – Referências aos conceitos de Astronomia encontradas no volume 3

Tema	Pag.	Relação com a Astronomia
Campo Magnético	148	Comportamento magnético da Terra: estudo das linhas do campo magnético terrestres. Polos magnético e geográfico.
Ondas Eletromagnéticas ³	198	Comportamento magnético dos astros: luz emitida por estrelas que as deixam visíveis.
Espectro Eletromagnético	200	Comprimento de ondas eletromagnéticas.
Teoria da Relatividade Restrita	216	Conceito moderno de Gravitação Universal: relatividade do espaço e tempo.
Radioatividade	271	Comportamento atômico: o que acontece no interior de uma estrela.

Deve-se considerar que a Física Moderna é um assunto complexo, e por isso, muitos professores não aprofundam este tema no ensino médio. Os PCN+ recomendam que esse conteúdo seja abordado para que o aluno possa “compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza” (BRASIL, 2002, p. 78), e assim entender o que ocorrem em estrelas como o Sol.

4.2 Inferência e Interpretação

Para concluir a terceira fase proposta por Bardin (2006), analisamos os dados obtidos, sua apresentação e didática. O tema merece uma atenção especial, pois envolve conceitos por vezes confusos, especialmente no que se refere à Astronomia Moderna, por isso é importante que se desenvolva o conteúdo com uma linguagem acessível aos estudantes do ensino médio.

³ No volume 2 da coleção este assunto é tratado em Ondulatória, neste volume em Eletromagnetismo.

Observamos nos livros analisados o tratamento dado ao assunto, e verificamos que a linguagem científica utilizada é corrente aos estudantes do ensino médio e constatamos que o texto é didático e de fácil interpretação.

Na apresentação da coleção no guia de livros didáticos do PLND 2015, está destacado que “a contextualização dos conteúdos, por meio de referências a aspectos do cotidiano e a produtos tecnológicos, é marcante na obra” (PNLD, 2015, p. 67). Ainda segundo o guia, a apresentação dos conceitos é fluida e interessante, essa afirmação é constatada pela leitura dos três livros.

No que se refere à Astronomia, a coleção trata o tema com clareza, e sempre em conformidade com as propostas debatidas pelos PCN+ procurando relacionar o assunto à vivência dos alunos. Para os PCN+, no estudo da Astronomia “ganha destaque a interação gravitacional, uma vez que são analisados sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que observamos na superfície da Terra” (BRASIL, 2002, p. 78).

Apesar das poucas páginas dedicadas ao assunto, a abordagem é clara e carregada de ilustrações que reforçam a apresentação do tema e o entendimento do conteúdo. Sabemos que a Física é composta por um vasto conjunto de informações e seria impossível apresentá-las no ensino regular, por isso os PCN+ instruem que:

A sequência dos temas, a definição das unidades, o nível de aprofundamento e o ritmo de trabalho implicam escolhas específicas, respondendo às necessidades de cada escola e cada realidade. O número de aulas por semana e o contexto social em que está inserida a escola são, por exemplo, alguns dos elementos que influenciam no processo. (BRASIL, 2002, p. 79)

Apesar disso, a coleção procura sempre criar vínculo entre os conteúdos abordados e o tema Astronomia conforme apresentado nas Tabelas 1, 2 e 3.

Em relação às atividades propostas, verifica-se que elas valorizam o conhecimento adquirido e se torna mais um complemento de reforço didático, apresentando questões retiradas de vestibulares passados. A imagem abaixo é um exemplo de atividade proposta pelo livro ao fim de cada tópico:

- 1** A força gravitacional é exercida sobre todos os corpos proporcionalmente às suas massas. Por que, então, um corpo de maior massa não cai mais rápido do que um de menor massa?
- 2** (Unifesp-SP) Estima-se que o planeta Urano possua massa 14,4 vezes maior que a da Terra e que sua aceleração gravitacional na linha do equador seja $0,9g$, em que g é a aceleração gravitacional na linha do equador da Terra. Sendo R_U e R_T os raios nas linhas do equador de Urano e da Terra, respectivamente, e desprezando os efeitos da rotação dos planetas, R_U/R_T é
- a) 1,25. c) 4. e) 16.
 b) 2,5. d) 9.

Figura 6 – Atividade proposta extraída do Volume 1 da coleção (p. 241)

Os livros oferecem seções de *atividades experimentais* nas quais o aluno poderá comprovar conceitos trabalhados ao longo dos capítulos, fazendo o experimento proposto e respondendo algumas questões. Porém, analisamos os experimentos e constatamos que além da atividade prática de construção da elipse, já citado, há também um experimento sobre a bússola, encontrado no volume 3 (p. 150), que traz referência ao tema Astronomia. O experimento (figura 7) consiste em construir uma bússola elementar usando uma agulha imantada e copos para apoiá-la. Neste experimento é possível observar algumas propriedades relacionadas ao magnetismo.

EXPERIMENTO

A bússola

Nos dias atuais, para se orientar com rapidez e precisão em qualquer parte do mundo basta ter em mãos um aparelho chamado GPS (*Global Positioning System*). Seja no telefone celular, seja instalado nos automóveis, o GPS tornou a orientação espacial mais precisa, sendo empregado no rastreamento de veículos e na navegação tradicional.

O GPS substituiu outro instrumento de orientação que reinou no Ocidente por quase 900 anos: a bússola, um dispositivo simples que, entre outras, viabilizou as grandes navegações do século XV.

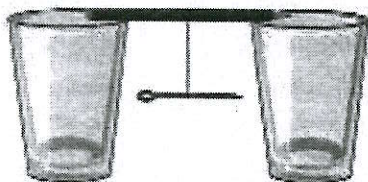
Utilizando materiais de fácil obtenção, vamos construir uma bússola elementar e observar algumas propriedades relacionadas ao magnetismo.

Material

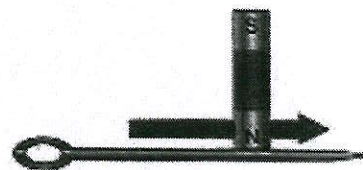
- ✓ um ímã
- ✓ uma agulha de costura
- ✓ dois copos
- ✓ um lápis
- ✓ linha de costura

Procedimento

Esfregue sobre a agulha um dos polos do ímã várias vezes e sempre no mesmo sentido.



Amarre a extremidade de um pedaço de linha de costura no meio da agulha e ajuste a posição do nó para que a agulha, suspensa pela linha, mantenha-se na horizontal. Amarre a outra extremidade da linha no meio do lápis apoiando-o sobre os copos.



Ilustrações: Editora de Análise

Para testar o funcionamento da bússola aguarde a agulha se orientar em determinada direção. Altere a posição da agulha e observe se ela retorna à posição inicial. Se isso ocorrer, a bússola está funcionando!

Figura 7 – Procedimentos para realização do experimento sobre a bússola (p. 150)

No Quadro 3, enumeramos todos os títulos dos experimentos apresentados nos três livros:

Quadro 3 – Atividades experimentais propostas pela coleção

Volume 1

A medida do tempo (p. 25);
 A chave do movimento (p. 84);
 Queda livre (p. 87): sobre a força de resistência do ar;
 Tempo de reação (p. 95);
 Corrida de vetores (p. 107);
 O atrito e área de contato (p. 174);
 A energia do pêndulo (p. 224);
 O equilíbrio da caixa de fósforos (p. 270).

Volume 2

O mistério da praia (p. 27): sobre calorimetria;
 Latas ao Sol (p. 58): sobre transmissão de calor;
 O balão de festas que infla sozinho (p. 104);
 Faça sua câmara escura de orifício (p. 138);
 A simetria dos espelhos planos (p. 158);
 Refração e dióptro plano (p. 180);
 Calculando a velocidade do som no ar (p. 265).

Volume 3

Construindo e utilizando um eletroscópio de folhas (p. 29);
A garrafa de Leyden (p. 64): sobre cargas elétricas;
O fusível (p. 87);
Associação de resistores (p. 108);
Associação de geradores (p. 131);
A bússola (p. 150);
O experimento de Oersted (p. 157);
O campo magnético de um condutor reto (p. 167);
A força magnética sobre a corrente elétrica (p. 179).

5 CONCLUSÃO

Com essa análise, tentamos responder a pergunta: de que forma o conteúdo referente à Astronomia se apresenta no livro didático de Física do ensino médio? Escolhemos uma coleção com três livros, usada em uma escola pública no município de Taiobeiras (MG).

Lançando mão da Análise do Conteúdo de Bardin (2006) para responder o objetivo proposto, dividimos o estudo em três fases: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados com a inferência e interpretação.

Nas fases de pré-análise e exploração do material fizemos o reconhecimento de todo o material e identificamos os conceitos referentes à Astronomia. Notamos que o tema é tratado diretamente no Volume 1 e Volume 3 e indiretamente no Volume 2, ou seja, existe referência do tema nos três volumes.

Na fase de tratamento dos resultados, inferência e interpretação fizemos uma leitura mais atenta da coleção e verificamos todas as referências à Astronomia resultando nas Tabelas 1, 2 e 3. Essa fase correspondeu à interpretação da distribuição do conteúdo de Astronomia nos livros.

Chegamos à conclusão que a coleção atende às propostas indicadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCN+) no que diz respeito à Astronomia. Também está de acordo com o CBC de Física (2005) quanto às habilidades e competências esperadas ao final do EM, porém, neste caso, não propõe orientações pedagógicas para a abordagem do tema.

Seriam necessárias orientações para o desenvolvimento de maquetes e representações de elementos astronômicos conforme orienta o CBC de Física (2005). Porém, os livros carecem de atividades experimentais com esta temática e somente um experimento simples de construção de uma bússola pode ser ligado à Astronomia. Neste caso, um estudo mais aprofundado do ensino de Astronomia no ensino regular poderá contribuir com o desenvolvimento de uma metodologia que seja capaz de dar suporte ao professor.

Pode ser que essas reivindicações sejam dirigidas somente à coleção analisada, uma vez que nos limitamos a conhecer uma de tantas coleções disponíveis no guia de livro didático do PNL D. Porém, para que pudéssemos analisar todas as coleções e assim fazer um comparativo entre elas, seria

necessário mais tempo, além disso, reuni-las para realizar tal estudo poderia não ser possível.

Assim, sugerimos como pesquisa futura a análise de todas as coleções de Física presentes no guia, para que se dê à pergunta desta pesquisa, uma resposta mais abrangente. Sugerimos também que se estudem maneiras de abordar o tema para alunos do ensino médio e torná-lo mais interessante, com a adoção de atividades variadas inclusive práticas e atividades de campo. À vista disso, uma pesquisa qualitativa poderá nortear tal estudo.

Enfim, reforçamos que este trabalho não tem a pretensão de mudar o ensino de Física, mas de oferecer uma reflexão a cerca do ensino de Astronomia no EM com o intuito de mostrar ao professor de Física que ele tem amparo no livro didático para ministrar tal conteúdo e atender às recomendações propostas pelos PCN+ e CBC de Física de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo** (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trads.). Lisboa: Edições 70, 2006.
- BONJORNO, José Roberto; et al. **Física: mecânica**. ISBN 978-85-322-8513-3. 2ª Ed, vol. 1. São Paulo – SP: Editora FTD, 2013.
- BONJORNO, José Roberto; et al. **Física: termologia, óptica e ondulatória**. ISBN 978-85-322-8513-3. 2ª Ed, vol. 2. São Paulo – SP: Editora FTD, 2013.
- BONJORNO, José Roberto; et al. **Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. ISBN 978-85-322-8513-3. 2ª Ed, vol. 3. São Paulo – SP: Editora FTD, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação Básica. FNDE. Guia de livros didáticos: PNLD 2015. Brasília, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC, 2002.
- CASTRO, Claudio de Souza; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. **A Astronomia nos Livros Didáticos de Física do Ensino Médio: uma Análise**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Brasília-DF, 2005. Disponível em: <http://goo.gl/T7QTxq>. Acesso em: 01 dez. 2015.
- CBC. **Conteúdo Básico Comum – Física (2005)**. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. Educação Básica - Ensino Médio (1º ao 3º anos), 2005.
- FEYNMAN, Richard P. **Física em Seis Lições**. Rio de Janeiro/RJ: Ediouro, 2004.
- FRISON, Marli Dallagnol; et al. **Livro Didático Como Instrumento de Apoio Para Construção de Propostas de Ensino de Ciências Naturais**. Anais VII Enpec, Florianópolis-SC, 2009. Disponível em: <http://goo.gl/caj7Tf>. Acesso em: 02 dez. 2015.
- FRÓES, André Luíz Delvas. **Astronomia, AstroFísica e Cosmologia para o Ensino Médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Campinas-SP: Instituto de Física Gleb Wataghin, UNICAMP, v. 36, n. 3, 3504, 2014. Disponível em: <http://goo.gl/iO4rB6>. Acesso em: 01 dez 2015.
- HAWKING, Stephen W. **Uma Breve História do Tempo: do big bang aos buracos negros**. Rio de Janeiro/RJ: Rocco, 1988.
- LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Bauru-SP: Departamento de Educação, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, v. 31, n. 4, 4402, 2009. Disponível em: <http://goo.gl/QzojzE>. Acesso em: 01 dez. 2015.

LEÃO, Demetrius dos Santos. **Mini planetário**: um projetor portátil de baixo custo. Tese de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Brasília-DF: Universidade de Brasília, 2011. Disponível em: <http://goo.gl/mJXAB1>. Acesso em 01 dez. 2015.

MILONE, André de Castro; BRAGA, João. **Fundamentos de Astronomia e Astrofísica**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos (SP), 2001. Disponível em: <http://goo.gl/PYnevT>. Acesso em: 05 de jul. de 2016.

MOZZATO, Anelise Rebelato; GRZYBOVKI, Denize. **Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: Potencial e Desafios**. Revista de Administração Contemporânea, Curitiba-PR, v. 15, n. 4, pp. 731-747, 2011. Disponível em: <http://goo.gl/vYQfXN>. Acesso em: 30 de mai. 2016.