



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

LÍVIA DANTAS DE FREITAS

**À LUZ DA FÍSICA:  
UM LIVRO PARADIDÁTICO PARA O ENSINO FUNDAMENTAL II**

MOSSORÓ

2021

LÍVIA DANTAS DE FREITAS

**À LUZ DA FÍSICA:  
UM LIVRO PARADIDÁTICO PARA O ENSINO FUNDAMENTAL II**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN - como requisito obrigatório para a obtenção do título de Licenciado em Física.

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Ronaldo Pereira da Silva.

MOSSORÓ

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do(a) autor(a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

**Catálogo da Publicação na Fonte.**  
**Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.**

F866a Freitas, Livia Dantas de  
    À Luz da Física: Um Livro Paradidático para o Ensino Fundamental II. / Livia Dantas de Freitas. - Mossoró - RN, 2021.  
    155p.

Orientador(a): Prof. Dr. José Ronaldo Pereira da Silva.  
Monografia (Graduação em Física). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

1. Ciências. 2. Literatura. 3. Ensino Fundamental. 4. Concepções Alternativas. 5. Aprendizagem Significativa. I. Silva, José Ronaldo Pereira da. II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pela Diretoria de Informatização (DINF), sob orientação dos bibliotecários do SIB-UERN, para ser adaptado às necessidades da comunidade acadêmica UERN.

LÍVIA DANTAS DE FREITAS

À LUZ DA FÍSICA:  
UM LIVRO PARADIDÁTICO PARA O ENSINO FUNDAMENTAL II

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN - como requisito obrigatório para a obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. José Ronaldo Pereira da Silva  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

---

Prof. Me. Francisco Josélio Rafael  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Eliângela Paulino Bento de Souza  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me sustentado até esta etapa e ter me dado forças para continuar em meio às diversidades.

Em especial aos meus pais Marcos Antônio de Freitas e Rita de Cácia Dantas por terem batalhado para que eu tivesse condições de me dedicar aos estudos. Às minhas irmãs Kayonara e Karoline que sempre apoiaram as minhas decisões e comemoram comigo cada conquista como se fossem delas. E à minha gatinha Flora, por sempre aliviar meus estresses com sua fofura.

A todos os meus amigos, especialmente a Juliana Maia e Rachel Amorim que estão ao meu lado desde o Ensino Médio se fazendo presentes mesmo de longe. E a Hugo Guilherme por me apoiar em tudo desde de quando a gente se aproximou.

Aos meus colegas de turma, Israel, Leonardo, Anderson, Willyam e Eduardo por sempre terem me ajudado. E, claro, principalmente à Roberta Mayra pelo apoio, ajuda e paciência nesses quatro anos, tornando-os mais importantes e definitivamente mais suportáveis.

Ao meu amigo Lucas Leopoldo que sempre deixou meus dias mais alegres e me apoiou e auxiliou na concretização deste trabalho. A todos os amigos que a faculdade me apresentou e que fizeram grande diferença: Vitória Chris, Amélia Nascimento, Rian Cavalcante, Mateus Araújo, Kalebe Estevam e Tarcísio Geovane. Sempre lembrarei das nossas conversas e do quanto me ajudaram.

Por fim, a todo o corpo docente do curso de Física, especialmente a José Ronaldo Pereira da Silva que me auxiliou durante todo o curso e aceitou a orientação deste trabalho. Aos professores Josélio Rafael, Thomas Dumelow, Eliângela Bento, Maria das Graças, Maria Aldinez, João Maria, Aureliano Puça e Carlos Ruiz por terem me apresentado diversas oportunidades e experiências dentro do curso.

## RESUMO

As ciências, assim como a literatura, são importantes para o desenvolvimento de um cidadão crítico, devendo ser estimuladas desde a educação infantil. No entanto, no que tange o ensino de Física, os conteúdos são geralmente introduzidos apenas no Ensino Médio. No Ensino Fundamental, os conteúdos ministrados na disciplina de ciências se concentram no ensino de Biologia. Desse modo, a fim de estimular a leitura e suprir a carência de conteúdos de Física nesse nível da formação, esse trabalho visou a elaboração do livro paradidático “À luz da Física”. O livro utiliza elementos lúdicos para contar a história de quatro jovens que precisam desenvolver um projeto para a feira de ciências da escola sobre a pluralidade e a importância da luz. Acidentalmente, eles encontram uma cientista com uma proposta inesperada: viajar no espaço-tempo conhecendo cientistas e compreendendo suas descobertas. Esse material didático é voltado para o Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano), levando em consideração as concepções alternativas catalogadas na literatura. Para o desenvolvimento do material, foram utilizados como referenciais teóricos a Teoria Psicogenética de Piaget, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e os Mapas Conceituais de Joseph Novak. Além da criação do livro-texto, foram sugeridas ilustrações e experiências que poderão ser integradas futuramente. Por fim, foi realizada uma proposta de aplicação do material didático desenvolvido, com base nos referenciais teóricos selecionados.

**Palavras-chave:** Ciências. Literatura. Ensino fundamental. Concepções alternativas. Mapas conceituais. Aprendizagem Significativa.

## **ABSTRACT**

The sciences and literature are important for the development of a critical citizen, and it's learning should be stimulated from early childhood education. However, for teaching Physics, the contents are usually introduced only in high school. In elementary school, the contents taught in the science discipline focus on the teaching of biology. Thus, in order to stimulate reading and fill the lack of Physics content at this level of training, this work aimed at the elaboration of the paradidactic book "In the light of Physics". The book uses playful elements to tell the story of four young people who need to develop a project for the school science fair on the plurality and importance of light. Accidentally, they encounter a scientist with an unexpected proposal: to travel in space-time meeting scientists and understanding their discoveries. This didactic material is aimed at Elementary Education II (6th to 9th grade), considering the misconceptions cataloged in the literature. For the development of the material, Piaget's Psychogenetic Theory, David Ausubel's Theory of Meaningful Learning and Joseph Novak's Concept Maps were used as theoretical references. Besides creating the textbook, illustrations and experiences were suggested that could be integrated. Finally, a proposal was made to apply the didactic material developed, based on the selected theoretical frameworks.

**Keywords:** Science. Literature. Elementary School. Misconceptions. Concept maps. Meaningful Learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa conceitual sobre o eixo temático LUZ .....	32
Figura 2 – Capa do livro no Tablet .....	38
Figura 3 – Ilustração 5 no Tablet .....	38
Figura 4 – Capa do livro no Kindle .....	38
Figura 5 – Ilustração 5 no Kindle .....	38
Figura 6 – Ilustração 13 no Kindle .....	39
Figura 7 – Início de capítulo .....	39
Figura 8 – Protótipo do livro impresso, capa dura .....	40
Figura 9 – Protótipo do livro impresso, capa e contracapa .....	40
Figura 10 – Protótipo do livro impresso, ilustração 5 .....	41
Figura 11 – Protótipo do livro impresso, ilustração 13 .....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular.
CAs	Concepções Alternativas.
CCNs	Conteúdos de Ciências Naturais por Bimestre para o Ensino Fundamental com Base nos Parâmetros Curriculares do Estado de Pernambuco.
CTS	Ciência, tecnologia e sociedade.
EC	Educação Científica.
EF	Ensino Fundamental.
EM	Ensino Médio.
HQs	Histórias em Quadrinhos.
LC	Letramento Científico.
LL	Letramento em Leitura.
LP	Livro Paradidático.
MCs	Mapas Conceituais.
MPs	Materiais Paradidáticos
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais.
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1. JUSTIFICATIVA .....	12
1.1.1. <b>Importância da leitura</b> .....	12
1.1.2. <b>Ensino de conteúdos de Física no Ensino Fundamental</b> .....	15
1.1.3. <b>Livros didáticos e paradidáticos</b> .....	17
1.2. OBJETIVOS .....	18
1.2.1. <b>Objetivo geral</b> .....	18
1.2.2. <b>Objetivos específicos</b> .....	19
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
2.1. DOCUMENTOS OFICIAIS .....	20
2.2. A TEORIA PSICOGENÉTICA DE PIAGET .....	20
2.3. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	22
2.4. MAPAS CONCEITUAIS .....	25
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	26
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	31
4.1. SELEÇÃO DOS CONTEÚDOS DESENVOLVIDOS .....	31
4.2. PRODUÇÃO DO LIVRO .....	33
4.2.1. <b>Criação das personagens e enredo</b> .....	33
4.2.2. <b>Seleção das ilustrações e experimentos</b> .....	36
<b>5. PROPOSTA DE APLICAÇÃO</b> .....	42
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	45
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	47
APÊNDICE A – Seleção dos Conteúdos do Terceiro Ciclo do Ensino	

Fundamental II .....	55
APÊNDICE B – Seleção dos Conteúdos do Quarto Ciclo do Ensino	
Fundamental II .....	57
APÊNDICE C – Concepções Alternativas no Contexto Óptico .....	58
APÊNDICE D – Concepções Alternativas no Contexto Astronômico .....	60
APÊNDICE E – Perfis das Personagens do Livro Paradidático .....	62
APÊNDICE F – Ilustrações Propostas para integrar o Livro Paradidático .....	65
APÊNDICE G – Experimento Propostos para integrar o Livro Paradidático .....	68
APÊNDICE H – Animações Selecionadas .....	70
APÊNDICE I – Proposta de Questionário de Satisfação dos Estudantes referente ao Livro Paradidático .....	71
APÊNDICE J – Proposta de Questionário de Satisfação dos Docentes da Educação Básica referente ao Livro Paradidático .....	72
APÊNDICE K – Livro Paradidático À Luz da Física .....	73

## 1. INTRODUÇÃO

Existem diversos gêneros e estilos de livros, com categorias que variam de acordo com o objetivo e temas trabalhados. No processo educativo, os livros podem ser divididos em didáticos e paradidáticos. Os textos didáticos correspondem a materiais pedagógicos de apoio ao professor e ao estudante. Geralmente, os livros didáticos (LD's) são utilizados em sala de aula como fonte principal de conteúdos (LANGHI; NARDI, 2008; QUEIRÓS; NUNES, 2020). Por outro lado, os livros paradidáticos (LP's) são materiais complementares, que não substituem o uso dos livros didáticos, mas agregam informações (ARANTES, 2002; BRASIL, 1998). Além disso, os LP's possibilitam outras metodologias de ensino-aprendizagem, modificando a estrutura das aulas convencionais (ASSIS; TEIXEIRA, 2004; COSTA; RODRIGUES, 2018). Essa reformulação na metodologia se dá devido à natureza dos LP's, que geralmente trazem propostas de uma escrita lúdica, acompanhada de outros artifícios, como ilustrações e experimentos.

A utilização de textos e livros complementares em sala de aula é normalmente bem explorada nas disciplinas de Português e Literatura. Nessas matérias, alguns clássicos brasileiros são sugeridos para estudo. No ensino de Ciências e de Física, livros paradidáticos geralmente não são trabalhados em sala de aula. Entretanto, o uso dessa ferramenta vem sendo incentivado em trabalhos acadêmicos (e.g. BRAGA, 2018; COSTA; RODRIGUES, 2018; SOUZA; SOARES; ROCHA, 2019) e, como observa Rodrigues (2015):

Os textos paradidáticos podem ser utilizados como uma ferramenta didática capaz de viabilizar a compreensão do aluno relativa aos conceitos apresentados, bem como oferecer, ao estudante, a possibilidade de interagir reflexiva e criticamente com o seu meio social, desenvolvendo e vivenciando a sua cidadania. (RODRIGUES, 2015, p.768)

Além disso, documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais (PCNs) incentivam a utilização de textos em outras áreas do conhecimento:

A aprendizagem da leitura, escrita e fala da língua oficial no ensino fundamental não se restringe à área de Língua Portuguesa, uma vez que a língua é instrumental básico de conhecimento. Em Ciências Naturais, oportunidades para ler, escrever e falar são momentos de

estudo e elaboração de códigos de linguagem específicos do conhecimento científico. A aprendizagem desse código comporta tanto a leitura e escrita de textos informativos quanto a apropriação de terminologia específica, capacidades que os estudantes desenvolvem conjuntamente, conforme trabalham diferentes propostas de atividades. (BRASIL, 1998, p.127)

No Brasil, existem livros paradidáticos voltados para o ensino de Física, como por exemplo, “Alice no país do quantum: a física quântica ao alcance de todos” (GILMORE, 1998), “Isaac no mundo das partículas” (TAKIMOTO, 2017) e “Física do dia a dia: 105 perguntas e respostas sobre Física fora de sala de aula” (CARVALHO, 2011). Além desses textos, é possível encontrar materiais que, apesar de não terem sido publicados, foram desenvolvidos em trabalhos acadêmicos, como por exemplo, “Aventuras em Quantópolis” (BRAGA, 2018) e “Astronomia passo a passo” (SOUZA, 2017). Esses livros têm diferentes públicos-alvo e propostas. Apesar disso, não são muitos os LP’s de Física voltados para o Ensino Básico. Os materiais que não foram publicados não são de fácil acesso, dificultando sua implementação por professores da Educação Básica. Além disso, poucos LP’s são voltados para o Ensino Fundamental (EF), concentrando sua aplicação no Ensino Médio (EM). Alguns desses materiais publicados partem de questionamentos sobre temas da Física, enquanto a maioria dos textos desenvolvidos nos trabalhos acadêmicos possuem outras motivações, geralmente relacionadas à questões de pesquisa.

Levando em consideração o contexto descrito acima, este trabalho propõe um LP direcionado ao Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano). O livro intitulado “À luz da Física” (ver Apêndice K) contém uma narrativa em terceira pessoa e tem como eixo temático a luz. Esse tema foi selecionado porque a luz possibilita estudo em diferentes contextos e perspectivas. Assim, foram analisados documentos oficiais como a Base Comum Curricular Nacional (BNCC), a fim de identificar conteúdos relacionados à luz que deveriam ser trabalhados no EF II. Essa pesquisa não foi realizada com a preocupação de introduzir conceitos novos no EF II, mas apenas instigar a efetivação dos conteúdos que deveriam ser trabalhados.

Além do problema da escassez de livros paradidáticos, também foi identificado que as Concepções Alternativas (CAs) dos estudantes não são consideradas na produção da maioria dos LP’s. Assim, além da preocupação em produzir um material lúdico, foi destacada a importância de trabalhar as concepções

alternativas acerca do eixo temático escolhido. O material foi escrito a fim de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem sobre conteúdos de Física e o confronto dessas concepções foram realizados para possibilitar a aprendizagem significativa.

## 1.1. JUSTIFICATIVA

Nesta seção se desenvolvem temas referentes à importância da leitura para o desenvolvimento do ser humano, a necessidade da implementação do ensino de Física desde o Ensino Fundamental e a importância da utilização de materiais que complementam o livro didático no ensino de ciências.

### 1.1.1. Importância da leitura

A leitura é fundamental para a formação de um cidadão crítico. Ela permite o desenvolvimento de autonomia e do autoconhecimento, incita a imaginação do leitor e o capacita para viver em sociedade (BRITO, 2010). Sendo instigada desde a primeira infância na educação informal e formal, o processo literário pode ser iniciado a partir da contação de história, continuado após a criança desenvolver seus próprios hábitos de leitura (SATO, 2019). Isto posto, é importante destacar que a BNCC conta com objetivos de aprendizagem relacionados à leitura para crianças de zero a um ano e meio de idade, bem como a explicação da importância da introdução da literatura na vida da criança no ambiente escolar.

Desde cedo, a criança manifesta curiosidade com relação à cultura escrita: ao ouvir e acompanhar a leitura de textos, ao observar os muitos textos que circulam no contexto familiar, comunitário e escolar, ela vai construindo sua concepção de língua escrita, reconhecendo diferentes usos sociais da escrita, dos gêneros, suportes e portadores. [...] As experiências com a literatura infantil, propostas pelo educador, mediador entre os textos e as crianças, contribuem para o desenvolvimento do gosto pela leitura, do estímulo à imaginação e da ampliação do conhecimento de mundo. Além disso, o contato com histórias, contos, fábulas, poemas, cordéis etc. propicia a familiaridade com livros, com diferentes gêneros literários, a diferenciação entre ilustrações e escrita, a aprendizagem da direção da escrita e as formas corretas de manipulação de livros. (BRASIL, 2018, p.42)

Desse modo, a escola deve promover o acesso à literatura aos seus estudantes desde a Educação Infantil<sup>1</sup>. O professor deve apresentar vários gêneros literários (BRASIL, 2018; SATO, 2019) para que assim a criança possa desenvolver um hábito de leitura saudável e conhecer seus gostos. De acordo com Failla (2016) “Ler não é tarefa fácil para quem ainda não foi ‘conquistado’ e é impraticável para quem não compreende aquilo que lê.”. Desse modo, as crianças que têm hábito de leitura poderão estar aptas a consumir livros didáticos e textos complementares com menor resistência.

De acordo com Ceccantini (2016), há um mito acerca da ideia de que jovens não gostam de ler. O autor ressalta que na pesquisa realizada pelo Instituto Pró-livro com 24.414.394 de jovens entre 11 e 17 anos de todo o Brasil, cerca de 84% de jovens entre 11 e 13 anos e 75% entre 14 e 17 anos se declaram leitores<sup>2</sup>. Dentro desses percentuais, é possível identificar que a maior parte das leituras são provenientes do interesse por ler e que o fator que mais influencia na escolha de um livro é a sua capa. Outro fator interessante, é que apenas 11% a 12% desses jovens indicaram que as dicas de professores influenciam na escolha do livro. Failla (2016) levanta possíveis respostas e alguns questionamentos acerca desse resultado.

*as pessoas reconhecem melhor o que fica na memória afetiva. É possível que um professor ou bibliotecário tenham tido papel muito importante na formação de algum desses leitores, mas, por algum motivo que merece ser mais bem investigado – pois pode estar nos dizendo como deve ser essa mediação –, a pessoa influenciada não identificou isso. Talvez esses inquietantes números queiram dizer que, para que a mediação e a promoção da leitura aconteçam de forma efetiva, elas devem ser “percebidas”. Podem também estar propondo o seguinte questionamento: *Como despertar prazer sem emoção, sem afetividade e sem troca?* (FAILLA, 2016, p. 26, grifo do autor)*

Por outro lado, o relatório do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) 2018, aponta diferenças entre a leitura e o letramento em leitura (LL), como apontado:

---

<sup>1</sup> A Educação Infantil é composta por dois grupos: a creche e a pré-escola. A creche é dividida em dois grupos de faixa etária com crianças de zero a 1 ano e 6 meses no primeiro grupo e de 1 ano e 7 meses a 3 anos e 11 meses no segundo. Na pré-escola, a faixa etária média das crianças é de 4 anos a 5 anos e 11 meses. (BRASIL, 2018, p.44)

<sup>2</sup> Leitores são aqueles que leram um livro completo ou em partes nos 3 meses anteriores à pesquisa. Não leitores são os que declararam não ler nenhum livro no período de 3 meses anteriores à pesquisa (FAILLA, 2016).

O termo “letramento em Leitura” é preferido a “Leitura” [...] “Leitura” é normalmente entendida como a simples decodificação, ou mesmo a leitura em voz alta [...]. O letramento em Leitura inclui uma ampla variedade de competências cognitivas, desde a decodificação básica ao conhecimento das palavras, da gramática e das estruturas e características linguísticas e textuais mais amplas, até o conhecimento de mundo. Também inclui competências metacognitivas: a consciência e a capacidade de usar uma variedade de estratégias apropriadas ao processar textos. As competências metacognitivas são ativadas quando os leitores pensam, monitoram e ajustam sua atividade de leitura para um objetivo específico. (BRASIL, 2019, p. 45)

No desenvolvimento do estudo do PISA que foi realizado com jovens de 15 anos, foi utilizada uma escala de letramento em leitura que possui níveis crescentes de proficiência: 1c, 1b, 1a, 2, 3, 4, 5 e 6.

Os estudantes que não alcançam proficiência no Nível 2 em Leitura geralmente têm dificuldade quando confrontados com material que não lhes é familiar ou que é de extensão e complexidade moderadas. Eles geralmente precisam receber dicas ou instruções antes de conseguirem se envolver com um texto. No contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, a proficiência no Nível 2 foi identificada como o “nível mínimo de proficiência” que todas as crianças devem adquirir até o final do Ensino Médio (OCDE, 2019b). (BRASIL, 2019, p. 69)

Nos dados disponibilizados, é perceptível que 50% dos estudantes que participaram da pesquisa estão abaixo do nível 2. A maior concentração dessa porcentagem, é no nível 1a que abrange cerca de 26,7% dos estudantes. No Nordeste, 28% dos participantes se encontram também no nível 1a, contribuindo para 60% de discentes que estão abaixo do nível 2 de proficiência.

Assim, é possível perceber que apesar do alto índice de jovens leitores, pelo menos metade dos estudantes saem do EM sem o nível mínimo de proficiência em leitura. Desse modo, cabe a todo o corpo docente cultivar esse hábito de leitura dos discentes, procurando estratégias para guiá-los ao LL. Portanto, o material produzido neste trabalho tem a finalidade de auxiliar o professor no incentivo à leitura no EF II. Esse incentivo pode ocorrer desde a indicação do livro, até a utilização do material em sala de aula, junto com os estudantes.

### 1.1.2. Ensino de conteúdos de Física no Ensino Fundamental

Similarmente a literatura, é necessário reconhecer a importância de introduzir a Ciência no dia-a-dia da criança desde a Educação Infantil, pois, assim como a leitura, a Ciência contribui para a formação de um cidadão crítico e ativo na sociedade (CONRADO; EL-HANI, 2010). A divulgação científica pode ser iniciada por meio de contações de histórias e dinâmicas com o intuito de fazer as crianças compreenderem o mundo (SCALFI; CORRÊA, 2014). De acordo com Rosa et al. (2007), o ensino de ciências deve estar relacionado à apresentação do conhecimento científico à criança nas séries iniciais do fundamental, sem necessidade de intensa estruturação, pois os estudantes poderão reformular seus conceitos gradativamente.

Na BNCC não há menções ao termo “*ciências naturais*” no contexto da Educação Infantil. Todavia, esse documento ressalta a necessidade da promoção de experiências de modo que as crianças possam utilizar o método científico ainda que intuitivamente.

As crianças vivem inseridas em espaços e tempos de diferentes dimensões, em um mundo constituído de fenômenos naturais e socioculturais. Desde muito pequenas, elas procuram se situar em diversos espaços (rua, bairro, cidade etc.) e tempos (dia e noite; hoje, ontem e amanhã etc.). Demonstrem também curiosidade sobre o mundo físico (seu próprio corpo, os fenômenos atmosféricos, os animais, as plantas, as transformações da natureza, os diferentes tipos de materiais e as possibilidades de sua manipulação etc.) e o mundo sociocultural [...]. Portanto, a Educação Infantil precisa promover experiências nas quais as crianças possam fazer observações, manipular objetos, investigar e explorar seu entorno, levantar hipóteses e consultar fontes de informação para buscar respostas às suas curiosidades e indagações. (BRASIL, 2018, p.42-43)

No contexto do Ensino Fundamental, documentos como a BNCC e os PCNs indicam habilidades e competências a serem desenvolvidas relacionadas a Ciências. Nessa etapa, ressalta-se a importância do letramento científico de modo que o ensino de ciências não só esteja presente, como contribua para a formação de um cidadão ativo na sociedade.

[...] a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico),

mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. (BRASIL, 2018, p.321)

Os PCNs explicitam que as Ciências Naturais incluem diversas áreas do conhecimento como “da Astronomia, da Biologia, da Física, da Química e das Geociências” (BRASIL, 1998, p.23), no qual todos esses campos de estudo deveriam ser explorados nos dois ciclos do Ensino Fundamental. Porém, Medeiros e Loos (2017) indicam que o ensino de Biologia é favorecido em detrimento das demais Ciências Naturais. O déficit apontado no ensino de Física e das demais áreas no EF levanta o questionamento acerca do desempenho dos estudantes nessas disciplinas no Ensino Médio, bem como o desempenho acerca do letramento científico (LC).

Ainda que a BNCC valorize o letramento científico desde o EF, o relatório do PISA 2018 apontou baixo desempenho científico dos estudantes. De acordo com o PISA, o letramento científico é definido como

[...] a capacidade de se envolver com questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como cidadão reflexivo. Uma pessoa letrada cientificamente, portanto, está disposta a participar de discussão fundamentada sobre ciência e tecnologia, o que exige as competências de:

- 1. explicar fenômenos cientificamente:** reconhecer, oferecer e avaliar explicações para uma gama de fenômenos naturais e tecnológicos;
- 2. avaliar e planejar investigações científicas:** descrever e avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões cientificamente;
- 3. interpretar dados e evidências cientificamente:** analisar e avaliar dados, afirmações e argumentos em uma variedade de representações, e tirar conclusões científicas apropriadas. (BRASIL, 2019, p.118, grifo do autor)

Para a avaliação de ciências, foi utilizada uma escala de letramento científico que possui níveis crescentes de proficiência: 1b, 1a, 2, 3, 4, 5 e 6. No qual o nível 2 é o nível básico a ser atingido por todos os estudantes.

No Nível 2, os estudantes conseguem recorrer a conhecimento cotidiano e a conhecimento procedimental básico para identificar uma explicação científica adequada, interpretar dados e identificar a questão abordada em um projeto experimental simples. Conseguem usar conhecimento científico básico ou cotidiano para identificar uma conclusão válida em um conjunto simples de dados. Os estudantes do Nível 2 demonstram ter conhecimento epistemológico básico ao

conseguir identificar questões que podem ser investigadas cientificamente. (BRASIL, 2019, p.130)

Assim, foi identificado que 55% dos estudantes que participaram da pesquisa estão abaixo do nível 2. A maior concentração dessa porcentagem é no nível 1a que abrange cerca de 31% dos estudantes. No Nordeste, 65% dos participantes se encontram abaixo do nível 2, com concentração de 32% no nível 1a.

Considerando que o LC está intimamente relacionado à educação científica (EC) (SANTOS, 2007), os dados citados acima transparecem a precariedade dessa educação no Brasil. O presente trabalho considera que o letramento científico abrange não só a capacidade de discussão sobre ciência e tecnologia como definido pelo PISA, mas também sobre a sociedade, focando assim nas relações de ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

Aprender ciência significa compreender como os cientistas trabalham e quais as limitações de seus conhecimentos. Isso implica conhecimentos sobre história, filosofia e sociologia da ciência (HFSC). [...] Com essa perspectiva, pode-se afirmar um currículo que tenha a perspectiva de letramento científico implica a ressignificação dos saberes científicos escolares que estão sendo abordados de forma descontextualizada, com uma linguagem hermética, reproduzindo uma falsa imagem de ciência. Enquanto não se caminhar na superação dessa abordagem, a educação científica continuará restringido-se a uma precária alfabetização. (SANTOS, 2007, p.483 e 485)

Desse modo, é perceptível o alto índice de jovens abaixo do nível básico de LC no Brasil a partir da definição do PISA. Na região Nordeste, esse índice é ainda maior que o nacional e é destacado nesse trabalho, pois é a região de criação do material produzido. Diante disso, fica claro que o ensino de Ciências no Brasil precisa ser reforçado a fim de gerar melhores resultados e preparar melhor o cidadão. Com o intuito de auxiliar o processo de EC e seguir a proposta dos PCNs, o livro produzido neste trabalho foi desenvolvido visando facilitar o ensino de conteúdos de Física no EF II. Conseqüentemente, espera-se que esse material atue também como um facilitador para a introdução de novos conceitos nos anos futuros da educação básica.

### 1.1.3. Livros didáticos e paradidáticos

Um dos fatores que influenciam o favorecimento do ensino de Biologia no EF é o distanciamento entre os conteúdos de Ciências sugeridos nos PCNs e os

encontrados nos livros didáticos (MEDEIROS; LOOS, 2017). Além disso, quando os livros didáticos abordam conteúdos de Física, é possível encontrá-los acompanhados de informações incompletas e de concepções alternativas (e.g., LANGHI; NARDI, 2008; SANTOS, 2010; NASCIMENTO, 2015; QUEIRÓS; NUNES, 2020). Essas concepções podem dificultar o ensino de ciências caso não sejam identificadas pelos professores, que podem ensiná-las como conhecimento científico (LANGHI; NARDI, 2008). Além disso, alguns livros didáticos não contextualizam historicamente os conteúdos e não exploram atividades experimentais a fim de proporcionar diferentes alternativas de ensino-aprendizagem (ARAUJO, 2018). Assim, é necessário que professores utilizem textos de apoio de diversas fontes para preparar as aulas e para trabalhar em sala de aula com os estudantes.

É claro que a simples menção a textos em associação com ensino, imediatamente faz lembrar os livros didáticos tradicionais que, até pela falta de outros elementos, têm sido o principal suporte ou guia do ensino de Ciências, mas, freqüentemente, difundindo propostas limitadas e não raro equivocadas. É importante entender o livro didático como instrumento auxiliar e não a principal ou única referência. (BRASIL, 1998, p.127)

Reconhecendo a importância desses materiais de apoio, neste trabalho foi produzido um material didático que se caracteriza como “livro paradidático” ou simplesmente “paradidático”. Apesar de LP’s não possuírem definição exata, é consensual que essas obras podem ser utilizadas como apoio em sala de aula (CAMPELLO; SILVA, 2018). Logo, considerando o contexto descrito acima, o paradidático produzido neste trabalho levou em consideração a importância da história da Ciência, bem como da experimentação, da multidisciplinaridade e de elementos lúdicos que atraiam a atenção dos jovens, contribuindo para a educação científica dos leitores.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. **Objetivo geral:**

Produzir um livro paradidático potencialmente significativo para o ensino-aprendizagem de conteúdos de Física no Ensino Fundamental II.

### 1.2.2. Objetivos específicos:

- Estimular o estudo de conceitos de Física nos alunos do EF II.
- Motivar os professores a introduzir conteúdos de Física no EF II.
- Discutir conceitos de luz e óptica por meio de uma abordagem lúdica.
- Disponibilizar um material didático com vistas à identificação e superação de concepções alternativas na temática luz e óptica.
- Desenvolver propostas de sequência didática para aplicação de um livro paradidático com tema de Física para o EF II.

No capítulo seguinte será apresentado o referencial teórico que embasou este trabalho, como documentos educacionais dos governos federal e estadual e a teoria de aprendizagem utilizada. No terceiro capítulo serão destacados os trabalhos da literatura desenvolvidos nos últimos 19 anos com propostas semelhantes às levantadas nesta monografia. O quarto capítulo descreverá os processos para a criação do material didático. No quinto capítulo será apresentada uma proposta de sequência didática para aplicação do material desenvolvido. Por fim, no sexto capítulo serão relatadas as maiores dificuldades encontradas no processo, bem como as expectativas futuras provenientes deste trabalho.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os referenciais teóricos que embasam o presente trabalho foram divididos em quatro tópicos. O primeiro deles refere-se a documentos oficiais publicados pelo Ministério e Secretarias da Educação, que são: a Base Nacional Comum Curricular, os Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais e os Conteúdos de Ciências Naturais por Bimestre para o Ensino Fundamental com Base nos Parâmetros Curriculares do Estado de Pernambuco (CCNs). Por fim, os segundo, terceiro e quarto tópicos abordam, respectivamente, a teoria psicogenética de Piaget (PÁDUA, 2009; PIAGET, 1972, 1999), a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) (MOREIRA, 2011; MOREIRA; GRECA, 2003) e os mapas conceituais (MOREIRA, 2012a; NOVAK; CAÑAS, 2010).

## 2.1. DOCUMENTOS OFICIAIS

A BNCC é um documento que estabelece conteúdos, competências e habilidades, de modo a nortear os currículos de todas as escolas do Brasil, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. Para este trabalho, foram analisados todos os tópicos presentes na sessão “Ciências no Ensino Fundamental – anos finais”, a fim de utilizá-los como norteadores para a produção do livro.

Os PCNs, por sua vez, trazem sugestões de conteúdos pelo qual os docentes podem se apoiar. A partir disso, foi possível identificar e atuar baseando-se nos quatro eixos temáticos, os quais referem-se a “Terra e Universo”, “Vida e Ambiente”, “Ser Humano e Saúde” e “Tecnologia e Sociedade”. Os eixos selecionados para a abordagem foram “Terra e Universo” e “Tecnologia e Sociedade”. De acordo com esses eixos, o material produzido aprofunda-se gradativamente nos conteúdos trabalhados, respeitando a ordem de maturação do conhecimento (MARTINS; MOURA; BERNARDO, 2018).

De modo complementar, os temas de interesse para a produção do material foram extraídos dos CCNs, que possuem temas detalhados e específicos, separados por bimestres. Os CCNs é um documento da secretaria de educação de Pernambuco que foi utilizado neste trabalho devido a carência de um documento semelhante para o estado do Rio Grande do Norte.

## 2.2. A TEORIA PSICOGENÉTICA DE PIAGET

O construtivismo é uma teoria do conhecimento que surgiu no século XX. Piaget, conhecido como o pai do construtivismo, apresentou estudos na psicologia genética que são adaptados até hoje para finalidades educacionais<sup>3</sup> (BARTELMÉBS, 2014). Conforme Castañon (2015), para o construtivismo piagetiano o conhecimento existe quando o sujeito interage com os estímulos e dá significado a eles. Ou seja, o estímulo não é absorvido, mas interpretado.

De acordo com a teoria psicogenética de Piaget, as interações entre o sujeito e o meio se modificam conforme os estágios de maturação do ser humano (PÁDUA,

---

<sup>3</sup> De acordo com Bartelmebs (2014), diferentemente do que muitos pesquisadores acreditam, Piaget não desenvolveu métodos pedagógicos. Suas teorias referem-se à construção do conhecimento no campo da psicogenética que, por sua vez, são adaptadas e possuem implicações educacionais.

2009; PIAGET, 1972, 1999). Conforme Piaget, existem quatro estágios ou períodos de desenvolvimento cognitivo, os quais descritos a seguir.

As crianças de 0 a 2 anos estão no primeiro período, chamado de sensório-motor. Nessa etapa a criança desenvolve estruturas fundamentais para o pensamento representativo. As informações são obtidas através dos sentidos e há a construção do objeto permanente, do espaço prático, da sucessão temporal etc.

O segundo período, pré-operacional, é evidenciado entre 2 a 7 anos e definido pelo início da linguagem e do pensamento. Nessa fase, o sujeito reconstrói o que aprendeu no nível sensório-motor, conseguindo falar e pensar sobre objetos que não estão presentes.

O terceiro período é chamado de operatório-concreto e é desenvolvido entre 7 e 12 anos. A criança torna-se capaz de realizar operações concretas e reversíveis, uma vez que o *critério psicológico da conservação* é estabelecido. Todavia, elas são realizadas apenas com objetos.

O último período é denominado operatório-formal ou hipotético dedutivo, que pode ser atingido a partir dos 12 anos. Nesse estágio o sujeito torna-se capaz de realizar operações hipotéticas sem a necessidade de manusear objetos. É nessa etapa que conceitos mais complexos ganham significação e podem ser interpretados.

Vale ressaltar que as faixas etárias estabelecidas para cada período são flexíveis, pois diversos fatores podem interferir nesse desenvolvimento, como por exemplo as crenças e culturas de cada sociedade (PIAGET, 1972). Nas palavras de Piaget:

[...] a idade média na qual este estágio aparece (idade cronológica média) varia grandemente de uma para outra sociedade. O ordenamento desses estágios é constante e tem sido encontrado em todas as sociedades estudadas [...]. Entretanto ainda que a ordem de sucessão seja constante, a idade cronológica desses estágios varia bastante. Por exemplo, as idades encontradas em Genebra não são necessariamente as idades que foram encontradas nos Estados Unidos. (PIAGET, 1972, não paginado)

Assim, no escopo da teoria piagetiana, de acordo com os objetivos do material didático produzido neste trabalho (ver seção 1.2), e levando em

consideração a faixa etária média do seu público-alvo, o livro foi produzido para crianças dos terceiro e quarto estágios.

Ainda de acordo com a perspectiva construtivista, o ser humano tende a desenvolver explicações para novas experiências e, assim, constroem seu próprio conhecimento. Esse processo é intuitivo e se torna possível quando o sujeito acessa experiências antigas, que já estão na sua estrutura cognitiva (ALLEN, 2014; VOSNIADOU; BREWER, 1992). O conhecimento construído pelo sujeito pode, por sua vez, divergir do conhecimento científico e, nesse caso, recebe diferentes denominações na literatura, tais como: erros conceituais, concepções alternativas, teorias populares, modelos mentais etc. (TEIXEIRA; SOBRAL, 2010; VOSNIADOU; BREWER, 1992).

Há ainda o termo *conhecimento prévio* utilizado no contexto da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (ver seção 2.3), que pode ser relacionado a qualquer tipo de conhecimento, desde o científico até o popular (MOREIRA, 2012b). Os conhecimentos prévios podem ser facilitadores ou obstáculos para a aprendizagem significativa (MOREIRA 2010, 2012b). Quando facilitadores, eles podem ser chamados de “conhecimentos especificamente relevantes” ou simplesmente de *subsunçor*, como define Moreira (2011, p.26), que é, por sua vez, todo conhecimento que pode ser utilizado para ancorar novos conceitos. No presente trabalho, o termo conhecimento prévio será utilizado apenas como facilitador da aprendizagem significativa.

Uma das características do material desenvolvido neste trabalho é a atenção dada ao fato de que os sujeitos possuem conhecimentos prévios não necessariamente condizentes com o padrão científico, nesse caso, a denominação utilizada ao longo do trabalho será a de “concepção alternativa” (LANGHI, 2011; MOREIRA, 2003). É dentro desse contexto que as concepções alternativas podem ser utilizadas em sala de aula como subsunçores e é através dessa perspectiva que o livro será desenvolvido.

### 2.3. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Outro referencial teórico considerado para a produção do material é a Teoria da Aprendizagem Significativa, que foi desenvolvida por David Ausubel. No Brasil, o

pioneiro dessa teoria é o professor M. A. Moreira. De acordo com Moreira (2011) a aprendizagem significativa é o processo pelo qual uma nova informação se vincula à estrutura cognitiva do estudante. Esse vínculo deve ser não arbitrário e substantivo.

A não-arbitrariedade diz respeito ao modo com o qual um material se relaciona com a estrutura cognitiva do estudante. Esse material deve se conectar a “conhecimentos especificamente relevantes” (MOREIRA, 2011, p.26), chamados de subsunçores. É nesse processo que os conhecimentos prévios devem ser utilizados, uma vez que servirão como apoio para as novas informações. Já a substantividade refere-se a integração da essência do novo conhecimento na estrutura cognitiva do discente. Ou seja, o estudante não memoriza as palavras daquela ideia apresentada a ele, mas torna-se capaz de articular expressões para abordar o novo conhecimento. Desse modo, Moreira (2011) alega que a variável crucial para que ocorra a aprendizagem significativa é o conhecimento prévio.

A essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no **relacionamento não-arbitrário e substantivo** de idéias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, a algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado para interagir com a nova informação. [...] É também nesta interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados. **Fica, então, claro que na perspectiva ausubeliana, o conhecimento prévio (a estrutura cognitiva do aprendiz) é a variável crucial para a aprendizagem significativa.** (MOREIRA, 2011, v.1, p.26, grifo do autor)

Os conhecimentos prévios são formados pelas percepções, modelos e ideias que os estudantes possuem acerca do mundo e da natureza, sendo influenciados, conseqüentemente, por culturas, hábitos familiares etc. (TEIXEIRA; SOBRAL, 2010). Portanto, essas perspectivas são levadas para a sala de aula e cabe ao docente utilizá-las a fim de possibilitar aos alunos uma aprendizagem significativa. Todavia, é inadequado supor que os conceitos pré-existentes nas estruturas cognitivas dos estudantes serão substituídos por novos. De acordo com Moreira e Greca (2003), a mudança conceitual não corresponde à substituição de significados, pois as concepções alternativas permanecerão com o sujeito se provenientes da aprendizagem significativa. Dessa forma, é mais coerente esperar a evolução na estrutura dos subsunçores dos estudantes, uma vez que após a apresentação do

novo conteúdo, os subsunçores possuirão vestígios dos significados novos e antigos. Ao passo que a aprendizagem significativa ocorre, gradativamente as concepções alternativas ficarão menores nas estruturas cognitivas dos estudantes, havendo maior diferenciação entre os conceitos científicos e os conceitos que estavam pré-estabelecidos (MOREIRA; GRECA, 2003).

A partir da compreensão da essência da aprendizagem significativa, é possível analisar quais as duas condições para que ela ocorra. A primeira refere-se a utilização de um material potencialmente significativo e a segunda à predisposição do estudante para aprender (LAHERA; FORTEZA, 2006; MOREIRA, 2012b; MOREIRA; MASINI, 2001; NOVAK; CAÑAS, 2010).

Um material potencialmente significativo é aquele que possui significado lógico e linguagem adequada para o público-alvo (NOVAK; CAÑAS, 2010). Deve ser consideravelmente não-arbitrário e substantivo, permitindo se relacionar com os subsunçores do estudante. Diversos instrumentos de ensino-aprendizagem podem se encaixar como um material potencialmente significativo, como por exemplo livros, aulas e recursos multimídias. A predisposição do estudante é também fundamental, pois ele necessita possuir em sua estrutura cognitiva os subsunçores específicos para a obtenção do conteúdo. Além disso, o discente deve querer relacionar o material de modo não-arbitrário e substantivo, dando significado a ele. Moreira e Masini (2001), destacam que:

[...] independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz é, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos e sem significado (Reciprocamente, independente de quão predisposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto serão significativos se o material não for potencialmente significativo). (MOREIRA; MASINI, 2001, p.23-24)

Além disso, Moreira (2003) afirma que a sequência dos conteúdos deve ser organizada de duas formas: substantivamente e programaticamente, com o propósito de facilitar a aprendizagem significativa em sala de aula. A primeira forma requer a organização de conceitos que possam ser bem explorados. Nesse processo, devem ser selecionadas apenas informações necessárias para se apresentar ao estudante, evitando sobrecarregá-lo. O segundo modo requer que

uma série de processos sejam estabelecidos: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação.

A diferenciação progressiva diz respeito à organização hierárquica dos conceitos que serão trabalhados em sala. O conteúdo deve ser apresentado a partir de ideias gerais que serão detalhadas gradativamente. A reconciliação integrativa ocorre simultaneamente a diferenciação progressiva. Neste processo, a programação de conteúdo deve incluir comparação entre conceitos e proposições, atentando a esclarecer inconsistências. A organização sequencial implica que a sequência do conteúdo deve obedecer uma hierarquia natural, facilitando ao estudante a organização de seus subsunçores. Por fim, a consolidação acarreta na exposição dos conteúdos apenas quando conhecimentos prévios dos estudantes estão bem estabelecidos, para que eles consigam aprender os novos conceitos e significados.

Desse modo, o livreto foi planejado para ser potencialmente significativo e foi escrito com a intenção de auxiliar os professores de ciências no confronto das concepções alternativas dos estudantes, tentando promover a aprendizagem significativa. Essa teoria também foi utilizada na proposta de aplicação do material, a fim de conseguir aproveitar ao máximo os pontos positivos do livro produzido.

#### 2.4. MAPAS CONCEITUAIS

Fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa, Joseph Novak desenvolveu os mapas conceituais (MCs) (MOREIRA, 2012a; NOVAK; CAÑAS, 2010). Esses mapas surgiram da necessidade de representar melhor o entendimento conceitual das crianças (NOVAK; CAÑAS, 2010). Os MCs são diagramas gráficos e sua estrutura é formada por conceitos e palavras ou frases de ligação. Os conceitos são destacados em balões e organizados hierarquicamente dos mais gerais aos mais específicos. As palavras ou frases de ligação se encontram sobre as linhas que vinculam esses conceitos (ver Figura 1).

O mapeamento conceitual pode ser muito eficaz como ferramenta de aprendizagem e de avaliação, apesar de ter outras finalidades. Na avaliação, os mapas permitem ao docente verificar como o estudante organiza e estrutura os conceitos (NOVAK; CAÑAS, 2010). Nesse processo é possível identificar quais as

ideias que os alunos possuem acerca de um determinado conteúdo e, conseqüentemente, analisar se a aprendizagem está sendo significativa.

Portanto, no presente trabalho, os mapas conceituais foram utilizados para a estruturação dos temas que o livro abrange e para a proposta de intervenção didática. Os mapas deverão ser montados pelos estudantes antes e depois da aplicação do livro. Os MCs serão utilizados para que os conhecimentos prévios ou concepções alternativas dos estudantes sejam identificadas no contexto dos temas abordados no material. Tais informações são relevantes para mediar e provocar o debate em sala de aula e para perceber o que foi absorvido pelos discentes.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Há várias pesquisas na literatura que envolvem Materiais Paradidáticos (MPs) como ferramentas de ensino-aprendizagem. Essas pesquisas abrangem a análise e/ou a aplicação de textos famosos adaptados ao propósito das aulas (e.g. DE SOUSA; NEVES, 2016; MOURA, 2017; BARBOSA; GOMES, 2018), bem como a criação de MPs referentes a diversos temas e disciplinas (e.g. CORRÊA et al., 2016; OLIVEIRA JÚNIOR; CIABOTTI, 2017; ROCHA; BRAIBANTE; KRAISIG, 2017). Diante disso, foram selecionados os trabalhos cujo objetivo principal foi o desenvolvimento de MPs com conteúdos de Física. Essa revisão bibliográfica utilizou como fonte os principais bancos de teses, dissertações e periódicos, tais como o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e o Portal de Periódicos CAPES/MEC. De acordo com os critérios estabelecidos para a consulta, foram selecionados dois artigos, duas monografias e sete dissertações publicados no período de 2002 a 2020.

Os itens de relevância que foram considerados se relacionam com o referencial teórico utilizado neste trabalho (ver seção 2), sendo eles: utilização da aprendizagem significativa como embasamento teórico; levantamento e utilização das concepções alternativas para a produção dos materiais de apoio; sugestões de experimentos de baixo custo presentes nesses materiais e seus públicos-alvos.

O primeiro trabalho analisado é o de Arantes (2002). A autora desenvolveu três livros paradidáticos para o Ensino Fundamental e Médio que tem como tema

central a eletrostática e a execução de experiências em sala de aula. A escritora fez um levantamento de livros paradidáticos de Física existentes no mercado, citando *erros conceituais* e outras inconsistências encontradas nesses livros. Porém, não foi levado em consideração que os erros conceituais, assim denominados por Arantes (2002), podem estar não só nos livros, mas também nas estruturas cognitivas de professores e estudantes. Além disso, a autora também citou a valorização do conhecimento prévio dos discentes, mas em nenhum momento é abordada a TAS de Ausubel ou é indicado se o conhecimento do estudante seria levado em consideração para a criação dos livros.

Semelhantemente, no trabalho de Santos (2010), é possível encontrar menção a *erros conceituais* identificados dessa vez em livros didáticos. Seu trabalho corresponde a criação de histórias em quadrinhos (HQs) voltadas para estudantes e professores do Ensino Fundamental II, a fim de explicar o fenômeno dos eclipses solares. Além dos erros conceituais, Santos (2010) ainda menciona no capítulo de resultados e discussões algumas *concepções* de professores e estudantes acerca das estações do ano. Porém, de igual modo, não foi encontrada pretensão de utilizar essas concepções como ferramentas de ensino-aprendizagem. No texto de sua monografia há um exemplo de maquete que pode ser construída para demonstrar facilmente aos estudantes a inclinação da Terra e sua relação com as estações do ano, mas não são encontradas sugestões como essa em seu material de apoio.

Em contrapartida, Medeiros (2011) elaborou um material de apoio sobre radiação voltado para os ensinos médio e técnico, disponibilizando-o em texto e em CD. A TAS foi utilizada como embasamento teórico, e os conhecimentos prévios dos alunos foram considerados não só para a aplicação do material, mas também para sua produção. O autor reconhece a importância das concepções alternativas dos estudantes e afirma utilizá-las em seu material, apesar de não informar com clareza como essas concepções foram inseridas no texto produzido. Apesar de Medeiros (2011) ter dirigido seu material para o EM e o técnico, seu trabalho foi aplicado apenas em uma turma do curso técnico em radiologia. Além da aplicação do CD, que era uma prática inovadora na época, não foram desenvolvidos recursos lúdicos no texto escrito, talvez pelo público-alvo ao qual ele se destinava. Também não

foram encontradas sugestões de atividades práticas ou exercícios presentes no texto, apesar de terem sido inseridas avaliações e questionários no CD.

De mesmo modo, Da Silva e Duarte (2014) desenvolveram um material paradidático tecnológico direcionado ao EM. O material, disponibilizado em PDF, aborda conceitos básicos de Termologia a partir de textos, animações e simulações. Embora os autores mostrem preocupação em considerar os conhecimentos prévios dos estudantes na construção do seu material, esses conhecimentos são coletados apenas na fase da organização da sequência didática. Além disso, não parece clara a existência de uma abordagem teórica sobre a TAS ou as CAs. Existem simulações de experimentos no material proposto, mas não há indicações para que esses experimentos possam ser realizados em sala de aula.

No trabalho de Nascimento (2015), é explorada a metodologia de histórias em quadrinhos para a criação de um material paradidático. Nascimento (2015) desenvolveu duas HQs com o tema de origem do universo e da vida, para estudantes e professores do Ensino Fundamental II. A autora explora a Teoria da Aprendizagem Significativa desenvolvida por Ausubel e deixa evidente a pretensão de utilizar os conhecimentos prévios de estudantes e professores para a criação de seu material. Em seu trabalho é possível encontrar um subcapítulo denominado “A ASTRONOMIA E CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA”, porém as concepções que os professores apresentam e que podem ser encontradas na literatura não são exploradas. Esse capítulo cita a deficiência na formação dos professores e aborda, assim como os trabalhos anteriores, os *erros/equívocos conceituais* que são encontrados em livros didáticos. Nascimento (2015) realizou uma pesquisa com estudantes e professores a fim de levantar os percentuais de erros e acertos sobre temas da Astronomia básica, porém, mais uma vez, aqui não houve exploração ou identificação das concepções que os discentes e docentes apresentaram, mesmo quando os percentuais de erros eram muito maiores que os acertos. Por fim, assim como no trabalho de Santos (2010), Nascimento (2015) não propôs em suas HQs atividades práticas para serem realizadas pelos estudantes.

Já em Sousa (2016), não é possível identificar menções à Teoria da Aprendizagem Significativa e nem às concepções alternativas como embasamento teórico para a produção ou aplicação de seu material. Talvez por ser um livro sobre

partículas elementares direcionado para a terceira série do EM, o autor não pareceu se preocupar em inserir elementos lúdicos em seu material de apoio. Além disso, não há propostas de atividades práticas e os exercícios colocados se assemelham muito aos que já estão presentes em livros didáticos da educação básica. Desse modo, esse material não aparenta proporcionar uma experiência nova aos estudantes além do conteúdo que é pouco explorado no EM.

No trabalho de Souza (2017), foi produzido um livro paradidático sobre Astronomia direcionado ao Ensino Fundamental II. Apesar de Souza (2017) reconhecer a importância dos conhecimentos prévios para a eficácia do processo de ensino-aprendizagem, ele não demonstra a utilização desses conhecimentos para a produção de seu material. Novamente, não foi encontrado nesse trabalho menção à TAS ou às CAs como embasamento teórico. Todavia, é perceptível o cuidado em proporcionar elementos lúdicos e atividades que atraiam a atenção dos estudantes.

Araujo (2018) desenvolveu um livro paradidático sobre conceitos iniciais de Óptica voltado para estudantes da 2ª série do EM. O autor utilizou a TAS para a produção e aplicação de seu material paradidático. Na produção do livro, levou-se em consideração o conceito de material potencialmente significativo definido por Ausubel. Esse conceito foi aplicado, principalmente, na parte prática do livro, onde o estudante seria o maior responsável pelo seu aprendizado. Os conhecimentos prévios dos alunos foram identificados a partir da resolução de um questionário, antes da aplicação do material. Assim, fica evidente mais uma vez que quando os conhecimentos pré-existentes dos alunos são considerados, eles não são utilizados para compor o material de apoio.

Na dissertação de Braga (2018), foi desenvolvido um livro paradidático sobre o modelo padrão de física de partículas, voltado para estudantes da terceira série do EM. Em contraste com o trabalho de Sousa (2016), Braga (2018) se preocupou com a ludicidade de seu material, mesmo que o público-alvo de seu livro sejam jovens que estão nos anos finais da educação básica. Apesar disso, não foram encontradas sugestões de atividades práticas em seu material e nem a utilização da Teoria da Aprendizagem Significativa e das concepções alternativas.

Sousa (2018) produziu um material sobre a Óptica Geométrica com foco na experimentação. Esse material foi desenvolvido para aplicação na segunda série do

EM. A Teoria da Aprendizagem Significativa é explorada através das atividades práticas, no qual é ressaltada a maior possibilidade de se aprender significativamente quando o estudante é ativo no processo de ensino-aprendizagem. Mais uma vez, é possível verificar nesse trabalho que os conhecimentos prévios dos alunos são considerados somente na fase de aplicação do material. Também não foram identificadas qualquer abordagem acerca das concepções alternativas dos discentes.

Por fim, foi analisado o trabalho de Souza, Soares e Rocha (2019) que consistiu na produção de um livro paradidático com foco na experimentação para aplicação na segunda série do EM. Esse trabalho foi desenvolvido com base em Sousa (2018) e, de igual modo, a Teoria da Aprendizagem Significativa é explorada por meio de atividades práticas. Mais uma vez, as concepções alternativas dos estudantes não são consideradas na produção do livro paradidático experimental, e não há esclarecimento sobre a metodologia utilizada na aplicação do material, impossibilitando a identificar a utilização dos conhecimentos prévios dos estudantes na sequência didática.

A partir desse panorama geral, é possível verificar que cinco dos onze trabalhos abordam a aprendizagem significativa como embasamento teórico. De igual modo, as sugestões de experimentos foram encontradas em apenas cinco textos acadêmicos (ARANTES, 2002; ARAUJO, 2018; SOUSA, 2018; SOUZA, 2017) e somente quatro autores direcionaram seus livros paradidáticos ao Ensino Fundamental II (ARANTES, 2002; NASCIMENTO, 2015; SANTOS, 2010; SOUZA, 2017). Já a importância das concepções alternativas como suporte para a produção do material de apoio só é reconhecida por Medeiros (2011). Dos cinco trabalhos que abordam a TAS, apenas o de Nascimento (2015) tem como público-alvo o EF II e somente dois trabalhos direcionados a esse público sugerem experimentos em seu material (ARANTES, 2002; SOUZA, 2017). Nenhum dos trabalhos analisados considera as concepções alternativas para a produção de um material paradidático voltado ao EF II.

Além da dificuldade para encontrar trabalhos que produzam MPs para o ensino de Física, é evidente que o conhecimento prévio do estudante é

desconsiderado para a produção desses materiais de apoio. Desse modo, ressalta-se mais uma vez a importância do livreto produzido neste trabalho.

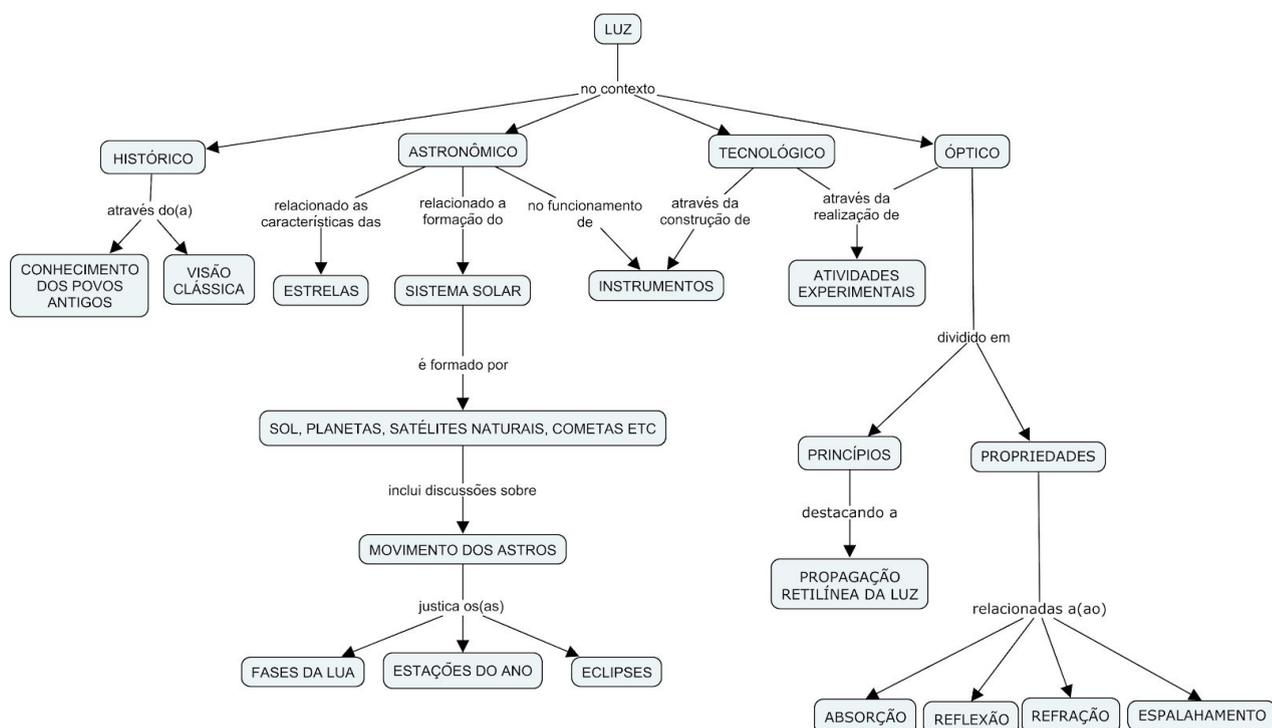
#### 4. METODOLOGIA

Este capítulo abordará os processos de elaboração do livro *À Luz da Física*. A metodologia está dividida em duas partes: a seleção e organização dos conteúdos desenvolvidos e a produção do material. A seleção dos conteúdos foi realizada a partir dos referenciais teóricos destacados no Capítulo 2, enquanto a produção do material se concentrou na criação das personagens, dos contextos e na diagramação do livro.

##### 4.1. SELEÇÃO DOS CONTEÚDOS DESENVOLVIDOS

Antes de dar início a produção do material, fez-se necessário selecionar uma temática estudada pela Física para compor o eixo principal do livro. O tema escolhido foi a “luz”, já que a luz está presente no dia a dia dos seres vivos e pode ser relacionada a diferentes linhas de estudo, como da óptica e da astronomia. A estruturação dos conteúdos relacionados ao eixo temático foi realizada por meio de um mapa conceitual, construído no software *Cmap Tools* (Figura 1).

Figura 1 - Mapa conceitual sobre o eixo temático LUZ.



Fonte: elaborado com base na BNCC (2018) e PCNs (1998).

O mapa conceitual foi criado após uma análise na BNCC e nos PCNs. Esta análise foi realizada visando identificar quais conteúdos deveriam ser abordados no Ensino Fundamental II, envolvendo o eixo temático selecionado. Com base na estrutura apresentada na Figura 1, os conteúdos foram organizados nas Tabelas 1 e 2, nos Apêndices A e B. Essas tabelas foram divididas de acordo com os ciclos estabelecidos pelos PCNs, evidenciando as competências e habilidades de cada tópico selecionado. Os CCNs foram utilizados para o detalhamento dos conteúdos dispostos na tabela.

Além disso, outras temáticas adjacentes às destacadas foram desenvolvidas no livro. Teorias como o Geocentrismo e o Heliocentrismo, por exemplo, foram inseridas na história com intuito de expor como ocorre a formação de teorias e ideias científicas. Essa abordagem é importante para a compreensão do desenvolvimento da Ciência, reforçando que os progressos podem ser lentos e não lineares.

Por fim, as Tabelas 3 e 4, nos Apêndices C e D, apresentam as concepções alternativas referentes às temáticas previamente selecionadas. As concepções permeiam dois contextos: óptico (ALLEN, 2014; ALMEIDA; ABS; SOAVE, 2007;

BUCHWEITZ; ALVES, 2001) e astronômico (ALLEN, 2014; LANGHI, 2011; MACHADO; SANTOS, 2011).

No decorrer do livro essas concepções alternativas foram inseridas como perguntas e afirmações que são imediatamente discutidas entre as personagens. As conversas baseadas nas concepções alternativas foram desenvolvidas a fim de conduzir o leitor a compreensão dos fenômenos de acordo com o conhecimento científico. Essas concepções são destacadas em negrito no texto.

Além da seleção dos conteúdos referentes à Física, foram realizadas várias leituras sobre as histórias dos cientistas e os contextos em que eles realizaram seus trabalhos (e.g. GALILEI, 2009, 2011; MARTINS; SILVA 2015; TOSSATO, 2006).

## 4.2. PRODUÇÃO DO LIVRO

O livro foi escrito com linguagem simples e coloquial. A fim de aproximar a linguagem das personagens com os leitores, foram inseridas algumas *muletas linguísticas*<sup>4</sup> que são utilizadas atualmente na comunicação informal. Entende-se que, apesar do intuito principal do material ser a sua aplicação em sala de aula, a escrita descontraída e coerente com as falas do dia-a-dia não prejudica a educação formal. Na verdade, considerando uma abordagem multidisciplinar, seria possível trabalhar conteúdos da língua portuguesa, como por exemplo, as variações linguísticas. Além disso, foram inseridas nos rodapés das páginas algumas definições de palavras com significados físicos que poderiam dificultar a leitura. Levando em consideração o público-alvo do material e os objetivos traçados, não foram introduzidas equações no texto.

### 4.2.1. Criação das personagens e enredo

Para o desenvolvimento da história foram necessárias leituras acerca de roteirização e criação de personagens. Após as leituras, foi possível organizar e estruturar as ideias para o desenvolvimento do livro.

As personagens foram descritas a partir do modelo “Perfil do Personagem” no aplicativo de notas “Evernote”. Posteriormente esses perfis foram simplificados nas Tabelas 5 a 9, dispostas no Apêndice E.

---

<sup>4</sup> Cacoetes, locuções de ligação entre frases.

O livro intitulado “À luz da Física” é constituído por onze capítulos e narra as aventuras de quatro amigos: Eduardo, Elisa, Juliana e Luís. As quatro personagens devem realizar um projeto para a feira de ciências mas não sabem o que fazer, até que encontram uma cientista que os convida para realizarem uma viagem no espaço-tempo.

No primeiro capítulo, intitulado “Luz, Ciência, Ação!”, há a apresentação dos quatro jovens e da situação problema: montar um projeto para a primeira feira de ciências da escola. Depois de estudarem bastante e não conseguirem pensar em nada para o projeto, os amigos decidem ir à biblioteca para conseguir ajuda e mais informações.

No segundo capítulo, “Uma descoberta inesperada”, os jovens encontram uma passagem muito iluminada que leva a um laboratório no porão da biblioteca. Dentro do laboratório eles veem uma porta bem iluminada e colorida, enquanto a cientista Aurora encontra os jovens.

No terceiro capítulo, “O convite”, há a apresentação de Aurora. A cientista conversa com os jovens e fala sobre a possibilidade de viagens no espaço-tempo. Decidindo ajudá-los na feira de ciências da escola, Aurora convida os amigos para viajarem com ela, conhecendo cientistas importantes.

No quarto capítulo, “O comportamento da luz”, os jovens conversam sobre as novas informações e decidem aproveitar a aventura, mas antes, todos eles conversam sobre algumas propriedades e comportamentos da luz. É nesse capítulo que as concepções alternativas começam a ser trabalhadas.

No quinto capítulo, “A Terra no centro do Universo?”, os cinco viajantes vão para o século III a.C. Lá, eles procuram por Aristarco de Samos, cientista famoso pelas primeiras ideias heliocêntricas e formulações matemáticas que embasam essa teoria. No contexto da narrativa, Aristarco ainda defende e explica o modelo Geocêntrico do Sistema Solar. Porém, durante as conversas, Luís fala sobre o movimento aparente do Sol e sobre o movimento translacional da Terra, fomentando ideias e questionamentos em Aristarco de Samos. Conseqüentemente, essa seria a motivação para o desenvolvimento de suas descobertas. Como na própria história a cientista Aurora afirma, no Capítulo 6, que nada foi alterado, foi intencionalmente

criado um pequeno paradoxo no livro. Dessa forma, não seria possível afirmar com clareza em que momento a primeira ideia heliocêntrica foi concebida.

No sexto capítulo, “As descobertas de Galileu”, os aventureiros vão ao encontro de Galileu Galilei, no século XVII. O cientista explica aos jovens sobre o modelo heliocêntrico, conversando sobre as estrelas e planetas. Há também conversas sobre o contexto histórico e sobre como ocorreram as descobertas de Galileu, citando o aprimoramento da luneta. Nesse capítulo há um dos QR codes selecionados.

No sétimo capítulo, “E as estações do ano?”, os viajantes encontram Johannes Kepler, ainda no século XVII. Neste capítulo é citado sobre a diferença de tratamento entre Galileu e Kepler no que tange a Santa Inquisição, uma vez que Kepler possuiu mais liberdade para desenvolver seus estudos. Kepler defende o modelo heliocêntrico, assim como Galileu, e explica sobre os movimentos da Terra e da Lua, a fim de justificar como e porquê existem os dias e as noites, as fases da Lua, as estações do ano e os eclipses. As explicações dos três primeiros temas citados possuem pelo menos um QR code a fim de facilitar a visualização dos fenômenos.

Após essas viagens com discussões astronômicas e de como a luz do Sol influencia nos fenômenos do dia-a-dia, Aurora, Elisa, Juliana, Eduardo e Luís voltam à cidade e ao tempo em que partiram.

No oitavo capítulo, “O primeiro projeto”, os jovens aproveitam terem voltado para casa e começam o primeiro projeto da feira de ciências. Logo no início do livro eles decidem fazer algumas pequenas experiências e iniciam depois da primeira aventura.

No nono capítulo, “Fotografia e luz”, Aurora e os jovens retomam as viagens no espaço-tempo, no século XVI. Eles encontram Giovanni Battista della Porta, cientista italiano responsável por aprimorar a câmara escura, colocando uma lente convergente no lugar do orifício. Neste capítulo são citadas algumas utilizações da câmara escura, bem como a evolução da câmara escura às máquinas fotográficas.

Finalizando as viagens no espaço-tempo, no décimo capítulo, intitulado “Por que o céu é azul?”, as personagens principais encontram Isaac Newton. Eles

conversam e discutem sobre os fenômenos ópticos e sobre as composições das cores derivadas da luz, respondendo a perguntas como a do título do capítulo.

No décimo primeiro capítulo, “Apagando as luzes”, os viajantes voltam à sua cidade e tempo. Os jovens passam a se dedicar à feira de ciências, desenvolvendo projetos que correspondem a tudo o que viram ao longo de suas aventuras.

Em cada capítulo ocorrem diferentes problemas que são solucionados à medida que acontecem. Essas situações foram inseridas com o intuito de gerar mais emoção e entretenimento durante a leitura.

#### 4.2.2. Seleção das ilustrações e experimentos

Após a escrita do texto, algumas passagens foram selecionadas para serem ilustradas. As ilustrações foram categorizadas em duas modalidades: de ambientação e de conteúdo. Os desenhos referentes a ambientação, correspondem às narrativas dos locais e situações das personagens. Enquanto os de conteúdo são aqueles desenhos voltados para a visualização dos fenômenos físicos descritos. Todas as passagens selecionadas e as ilustrações que serão feitas estão na Tabela 10, no Apêndice F.

Nessa etapa foram realizados estudos de perspectiva, formação de personagens e narrativas visuais. Além disso, alguns softwares foram testados para melhorar a qualidade das ilustrações no livro.

Todos os desenhos foram rascunhados a lápis no papel. A nível de exemplificar o produto final, três desenhos foram finalizados. Para isso, foi necessário escanear o rascunho e utilizar o software gratuito Krita para realizar os processos de lineart e pintura.

As três ilustrações finalizadas são: a capa do livro (Figuras 2, 4, 8 e 9), a descoberta da passagem na biblioteca (Figuras 3, 5 e 10) e as diferentes horas em um relógio solar (Figuras 6 e 11). A partir dessas três ilustrações pode-se perceber o estilo utilizado e a diferença entre as representações dos ambientes e dos conteúdos.

Os experimentos sugeridos foram selecionados durante a escrita do livro de acordo com os temas abordados. As experiências são de baixo custo e possuem diferentes níveis de dificuldades.

Após a seleção dos experimentos, os roteiros serão escritos e anexados ao final do livro. Dentro do texto foram colocados os números entre parênteses a fim de referenciar os roteiros encontrados nas últimas páginas do material. Todos os experimentos selecionados podem ser conferidos na Tabela 11, no Apêndice G. As linhas oito e onze desta tabela fazem referência ao mesmo experimento, da *câmara escura*. Essas linhas foram repetidas pois a experiência é indicada em dois momentos no livro.

Além disso, também foram selecionados trechos em que seriam interessantes colocar QR Codes que direcionam os leitores a gifs referentes ao conteúdo. Os gifs foram selecionados na internet e os estudantes deverão utilizar um smartphone para conseguirem acessar o site com as animações. Todos os links utilizados estão expostos na Tabela 12, no Apêndice H.

Todos os QR Codes foram gerados a partir da ferramenta gratuita do site [QR Code Fácil](#). Os códigos foram inseridos nas passagens adequadas do livro no formato de imagem.

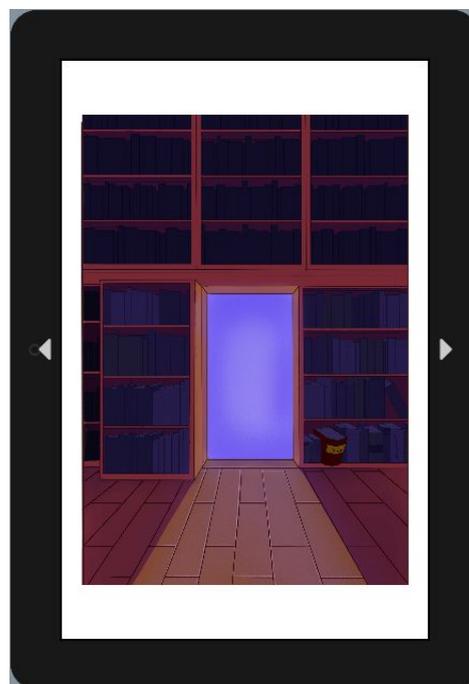
Por fim, foi realizada a diagramação do livro. Todo o material produzido para o livro foi organizado no *Google Documentos*. O arquivo foi baixado em formato .docx e aberto no software gratuito da Amazon, o *Kindle Create*. No Kindle Create foram feitos os últimos ajustes de fontes e títulos. Essa diagramação foi realizada para disponibilizar o livro como ebook.

**Figura 2** - Capa do livro no Tablet.



Fonte: o autor.

**Figura 3** - Ilustração 5 no Tablet.



Fonte: o autor.

**Figura 4** - Capa do livro no Kindle.



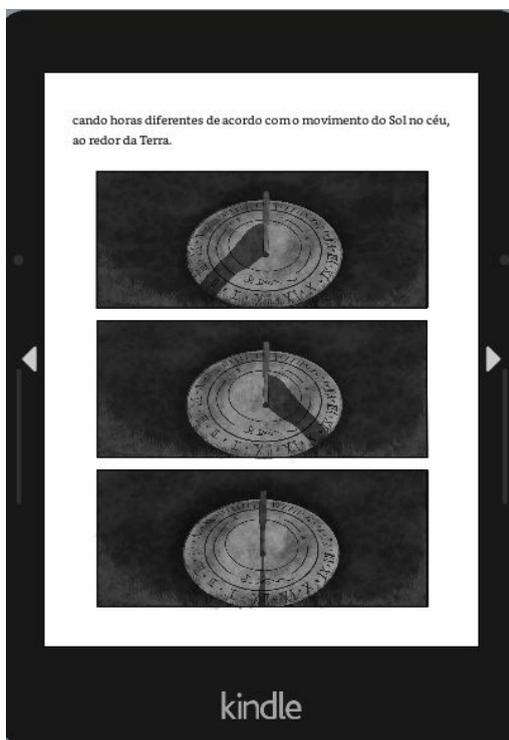
Fonte: o autor.

**Figura 5** - Ilustração 5 no Kindle.



Fonte: o autor.

**Figura 6** - Ilustração 13 no Kindle.



Fonte: o autor.

**Figura 7** - Início de capítulo.



Fonte: o autor.

A diagramação do texto para o Kindle e outros aparelhos eletrônicos é a mesma. A diferença maior está nas imagens, que no aparelho Kindle são em preto e branco. Apesar da diagramação ter sido feita para modelos digitais, foi possível idealizar como o livro impresso ficaria utilizando um mockup gratuito no site [Artboard Studio](#).

**Figura 8** - Protótipo do livro impresso, capa dura.



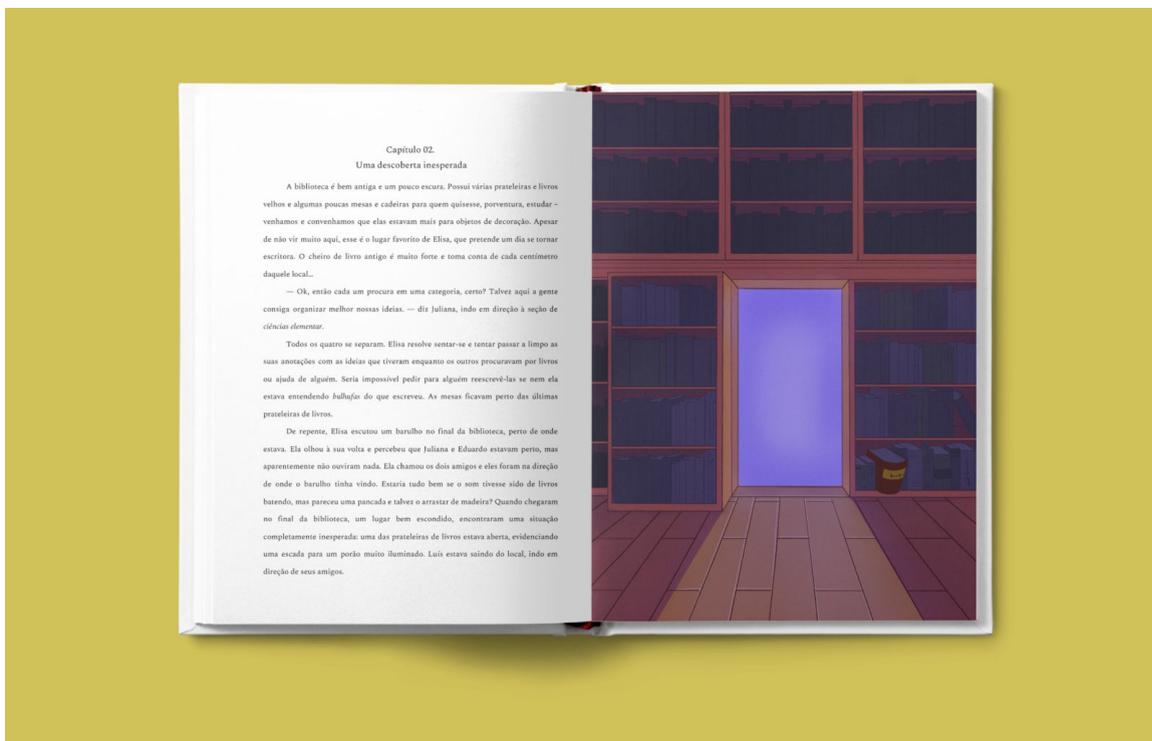
**Fonte:** o autor.

**Figura 9** - Protótipo do livro impresso, capa e contracapa.



**Fonte:** o autor.

Figura 10 - Protótipo do livro impresso, ilustração 5.



Fonte: o autor.

Figura 11 - Protótipo do livro impresso, ilustração 13.



Fonte: o autor.

## 5. PROPOSTA DE APLICAÇÃO

O livro paradidático foi escrito para os estudantes do Ensino Fundamental II (sexto ao nono ano). A faixa etária nesse nível educacional varia aproximadamente entre jovens com 10 a 14 anos. De acordo com a teoria psicogenética de Piaget, existem jovens em diferentes estágios de desenvolvimento cognitivo (terceiro e quarto ciclos). Desse modo, o material pode ser aplicado de diversas maneiras em sala de aula, com diferentes níveis de profundidade. Neste capítulo será apresentada uma proposta de sequência didática para aplicação do material desenvolvido.

Para a aplicação do material, sugere-se pelo menos três momentos, de acordo com o proposto a seguir:

### **1º Momento:**

**Recursos metodológicos:** livro *À luz da Física*, quadro e pincel para quadro branco.

**Objetivos:** Apresentar o material aos estudantes e acessar seus conhecimentos prévios acerca do conteúdo selecionado.

**Aplicação:** No primeiro momento da aula deve-se apresentar o material aos estudantes, disponibilizando uma versão para cada discente (impressa ou digital). Além disso, deverá fazer uma explicação sobre o que são e para que servem os mapas conceituais. Essa apresentação deve durar até 20 minutos. O professor deverá utilizar o restante da aula para diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes. Para isso, o docente deverá fazer questionamentos envolvendo a temática escolhida para se trabalhar em sala de aula. Considerando a aplicação do Capítulo 7 “E as estações do ano?”, seguem exemplos de alguns questionamentos que podem ser realizados:

1. Quantas e quais são as estações do ano?
2. Por que elas ocorrem?
3. Quais as diferenças entre cada estação do ano?
4. Podemos perceber essas diferenças no Brasil?

Conforme os estudantes forem respondendo as perguntas e conversando sobre o tema, o professor deverá organizar um mapa conceitual com as respostas mais aceitas sobre o tema trabalhado. Esse mapa deverá ser construído no quadro, com a constante participação dos discentes, uma vez que eles são o foco dos processos de ensino e aprendizagem.

Com o mapa conceitual pronto, o professor e os estudantes terão ideia de como os pensamentos acerca daquele tema estão organizados. Com isso, já será possível identificar algumas das concepções alternativas e científicas dos discentes.

Visando proporcionar uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes, é importante que a sequência dos conteúdos seja organizada de forma substantiva e programática, como destacado no Capítulo 2. Assim, considerando o ano em que o material está sendo aplicado, o professor deve selecionar quais trechos do livro deverão ser trabalhados em sala de aula. Essa seleção prévia deve ocorrer para que os estudantes não sejam sobrecarregados. Com as concepções alternativas e conhecimentos científicos dos estudantes em mente, o professor poderá decidir quais trechos do livro poderá ter maior ou menor nível de detalhamento.

## **2º Momento:**

**Recursos metodológicos:** material paradidático (obrigatório), smartphones e projetor (optativo).

**Objetivos:** promover uma aula multidisciplinar e interativa, disponibilizando artifícios que promovam a aprendizagem significativa.

**Aplicação:** Com o objetivo de tornar a aula multidisciplinar, o professor da disciplina de ciências poderia convidar outros professores da escola para trabalharem juntos. Docentes de português e história, por exemplo, poderiam ser convidados importantes para abordarem o capítulo de interesse.

Para iniciar a aula, seria interessante fazer um círculo com os estudantes, de modo a melhorar a interação entre eles e os professores. Caso os discentes não tenham lido os capítulos anteriores ao que será abordado, os docentes deverão fazer uma breve contextualização da história. Utilizando novamente o Capítulo 7 como exemplo, o(a) professor(a) de História poderia contextualizar a época em que

ocorre a narrativa antes dos conteúdos de Física serem abordados. O(a) professor(a) de português ou literatura poderia guiar a leitura em conjunto com os estudantes, fazendo contribuições quando necessário.

O(a) professor(a) de ciências, por sua vez, deverá fazer comparações entre conceitos e proposições durante a leitura. Permitindo que os estudantes expressem e conversem entre si suas opiniões sobre os conceitos do livro, o(a) professor(a) também deve, quando necessário, eliminar todas as contradições que surgirem (MOREIRA, 2010). Para isso, o(a) docente poderá elaborar outros questionamentos para confrontar as concepções de seus discentes. É aconselhável que outros recursos didáticos sejam utilizados além do livro, como por exemplo slides e vídeos. É importante lembrar mais uma vez que o material paradidático não substitui outros recursos metodológicos e, muito menos, o livro didático. No capítulo 7 há os QR codes que podem ser lidos durante a aula, contornando, talvez, a necessidade de slides com essas animações. O professor poderá ler o QR code em seu celular e transmiti-lo para a sala com um projetor ou cada estudante poderá acessar os QR codes em seus próprios telefones.

Partindo do mapa conceitual construído na aula anterior, o professor deverá trabalhar com os estudantes as concepções alternativas identificadas. Essa abordagem poderá ser feita a partir das concepções e questionamentos destacados no livro ou com alguma complementação, caso necessário. Desse modo, é esperado que os estudantes possam aprimorar seus subsunçores, incorporando o conhecimento científico a eles.

### **3º Momento:**

**Recursos metodológicos:** quadro, pincel para quadro branco e questionário.

**Objetivos:** Avaliar como os estudantes passaram a relacionar os conceitos abordados e a satisfação com o material e com a didática utilizada.

**Aplicação:** No primeiro momento da aula o professor deverá fazer uma breve recapitulação das discussões anteriores. Logo após, com auxílio dos estudantes, deverá guiar a criação de outro mapa conceitual no quadro. Esse segundo mapa permitirá ao professor fazer algumas análises, sendo elas: como os conceitos passaram a ser relacionados pelos estudantes; em que medida as concepções

alternativas se mantêm ou são suprimidas; ou ainda se houve mudança na forma como os estudantes estruturam seus conhecimentos. Os mapas conceituais devem ser totalmente elaborados pelos estudantes. A função do professor limita-se a mediar as ideias e anotá-las no quadro.

Em seguida, o professor deverá aplicar um questionário com perguntas relacionadas à sequência de aulas e ao livro paradidático. Uma proposta de questionário pode ser encontrada no Apêndice I.

É importante frisar que os trechos do livro devem ser selecionados respeitando a estrutura cognitiva dos estudantes. Desse modo, não será produtivo utilizar o material sem que os discentes possuam os subsunçores necessários para assimilarem os novos conceitos.

Por fim, também foi sugerido um questionário para aplicar aos professores envolvidos no projeto. Esse questionário será utilizado quando houver a oportunidade da autora trabalhar o livro *À Luz da Física* em sala de aula. A aplicação do material será realizada com a colaboração de professores da educação básica. Desse modo, não só os estudantes, mas também os professores deverão responder a questionários de satisfação. Este segundo questionário pode ser consultado no Apêndice J.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O livro “À luz da Física” foi desenvolvido a fim de diminuir a escassez de livros paradidáticos sobre conteúdos de Física no EF II. O material didático produzido neste trabalho foi planejado e escrito a fim de instigar desde cedo os jovens a se interessarem pela Física. Desse modo, foram considerados elementos como a ludicidade do material, linguagem acessível e a criação de diferentes situações-problemas, as quais estão presentes em todo o texto. Além disso, levou-se em consideração a existência das concepções alternativas como elemento dificultador do aprendizado do conhecimento científico.

As maiores dificuldades encontradas na produção do livro foram filtrar e estruturar os conteúdos abordados. Devido a quantidade de orientações e assuntos expressos nos referenciais utilizados, foi uma tarefa difícil selecionar as prioridades.

Vale ressaltar que o início da escrita do LP também foi árduo, já que era necessário criar personalidades e um enredo interessante. Todos esses desafios, entretanto, foram superados com bastante êxito.

Além do material desenvolvido, ainda foi realizada uma proposta de sequência didática para aplicação do livro. A proposta foi elaborada devido a impossibilidade de, no momento presente, concretizar a avaliação do material em encontros presenciais com professores e estudantes. E, apesar do livro-texto ter sido finalizado, também foram destacadas diversas ilustrações e experiências que poderão ser inseridas no livro futuramente.

Por fim, espera-se que o livro *À luz da Física* seja utilizado em sala de aula e faça diferença para os estudantes e educadores que tiverem acesso a ele, sendo um facilitador da aprendizagem significativa. Além disso, pretende-se que o livro seja publicado ainda esse ano, com as ilustrações e os roteiros das experiências integrando o material.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, Michael. **Misconceptions in Primary Science**. 2. ed. New York, USA: McGraw-Hill Education, 2014. eISBN 978-0-33-526267-0. *E-book* (313 p.).

ALMEIDA, Voltaire de Oliveira; ABS, Carolina C.; SOAVE, Paulo Azevedo. Concepções alternativas em óptica. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, Porto Alegre: UFRGS, v. 18, ed. 2, 74 p., 2007. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/textos\\_apoio](http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/textos_apoio)>. Acesso em: 16 fev. 2021.

ARANTES, Alessandra Riposati. **Elaboração de um material paradidático de Física: textos e experimentos**. Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio de Oliveira Nunes. 2002. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciências: Física Aplicada) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-04022014-173819/pt-br.php>>. Acesso em: 18 mar. 2020. DOI: 10.11606/D.76.2002.tde-04022014-173819.

ARAUJO, Ronielson Francisco Gonçalves. **A utilização de material paradidático no ensino dos conceitos iniciais de Óptica Geométrica**. Orientador: Professor Dr. Fábio Ferreira Monteiro. 2018. 92 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/33274>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. Contribuições e Dificuldades Relativas à Utilização de um Texto Paradidático em Aulas de Física. In: IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2004, Jaboticatubas. **Anais eletrônicos**. Jaboticatubas: SBF, 2004. Disponível em: <<https://recursostecbio.files.wordpress.com/2009/05/contribuicoes-e-dificuldades-relativas-a-utilizacao-de-um-texto-paradidatico-em-aulas-de-fisica.pdf>> Acesso em: 18 fev. 2021.

BARBOSA, Lazaro de Souza; GOMES, Pedro Alberto Cruz de Souza. “O mundo se despedaça” na sala de aula:: contranarrativas, olhares por dentro e o ensino de história (da África) e literatura. **Revista Periferia**, [s. l.], v. 10, ed. 1, p. 140 - 158, Jan./Jun. 2018. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/periferia/article/view/31543>>. Acesso em: 8 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.12957/periferia.2018.31543>.

BARTELMÉBS, Roberta Chiesa. Psicogênese e história das ciências: elementos para uma epistemologia construtivista. **Revista ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 02, p. 147-165, 27 de maio de 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10147>>. Acesso em: 5 maio 2020.

BRAGA, Francisco Levi Pereira. **Aventuras em Quantópolis: elaboração e utilização de livro paradidático para abordagem conceitual do modelo padrão de Física de partículas em turmas do Ensino Médio**. Orientadora: Profa. Dra. Luciana

Angelica da Silva Nunes. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018. Disponível em:

<[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=5786929](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5786929)> . Acesso em: 18 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular** (BNCC). Educação é a Base. Brasília, 2018. 600p. Disponível em:

<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação. **Conteúdos de Ciências Naturais por bimestre para o Ensino Fundamental com base nos parâmetros curriculares do estado de Pernambuco**. Pernambuco, [201-?]. 26p. Disponível em:

<[http://www.educacao.pe.gov.br/portal/upload/galeria/7801/Conteudos\\_de\\_Ciencias\\_Naturais\\_EF.pdf](http://www.educacao.pe.gov.br/portal/upload/galeria/7801/Conteudos_de_Ciencias_Naturais_EF.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Relatório Brasil no PISA 2018**. Versão preliminar. Relatório Nacional. Brasília, DF, 2019. 158p. Disponível em:

<<http://portal.inep.gov.br/acoes-internacionais/pisa/resultados>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental.

**Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1998. 138 p.

BRITO. Danielle dos Santos de. **A Importância da leitura na formação social do indivíduo**. Disponível em:

<[http://www.fals.com.br/revela/revela026/REVELA%20XVII/Artigo4\\_ed08.pdf](http://www.fals.com.br/revela/revela026/REVELA%20XVII/Artigo4_ed08.pdf)>. 2015. Acesso em: 17 ago. 2020.

BUCHWEITZ, Bernardo; ALVES, Virgínia Mello. Concepções alternativas sobre luz, cor e visão. **Caderno de Educação FaE/UFPel**, Pelotas, p. 91-107, Jan./Jun. 2001. Disponível em:

<<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/download/6594/4578>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

CAMPELLO, B.; SILVA, E. Subsídios para esclarecimento do conceito de livro paradidático. **Biblioteca Escolar em Revista**, Ribeirão Preto, v. 6, n. 1, p. 64-80, 5 out. 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2238-5894.berev.2018.143430>.

Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/berev/article/view/143430>>. Acesso em: 17 ago. 2020.

CARVALHO, Regina Pinto de. **Física do dia a dia: 105 perguntas e respostas sobre Física fora da sala de aula**. 3. ed. [S. l.]: Autêntica, set. 2011. 88 p. v. 1. ISBN 9788575265536.

CASTAÑÓN, Gustavo Arja. O que é construtivismo?. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 209-242, jul.-dez. 2015. Disponível em: <<https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/744>>. Acesso em: 30 abr. 2020.

CECCANTINI, João Luís. Mentira que parece verdade: os jovens não leem e não gostam de ler. In: FAILLA, Zoares. **Retratos da Leitura no Brasil 4**. Rio de Janeiro: Sextante, 2016. cap. 5, p. 83-98. ISBN 978-85-431-0414-0. Disponível em: <<http://prolivro.org.br/pesquisas-e-projetos-ipl/livros-retratos-da-leitura/>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

CORRÊA, Anderson Domingues et al. A utilização de uma história em quadrinhos como estratégia de ensino sobre o uso racional de medicamentos. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 83-102, maio 2016. ISSN 1982-5153. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/44733>>. Acesso em: 08 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n1p83>.

COSTA, Helton Tompson Lima; RODRIGUES, Micaías Andrade. Textos paradidáticos no ensino de Física: Uma proposta metodológica. In: OLIVEIRA, Francisca Carla Silva de; OLIVEIRA, Anatólia Dejene Silva de; QUEIROZ, Conceição Yarla Soares de (org.). **Reflexões e práticas docentes no ensino de Ciências Naturais**. 1. ed. Teresina: EDUFPI, 2018. p. 121-150. ISBN 978-85-509-0330-9. Disponível em: <[https://ufpi.br/arquivos\\_download/arquivos/ppged/arquivos/files/Livro%20REFLEX%C3%95ES%20E%20PR%C3%81TICAS%20DOCENTES%20NO%20ENSINO%20DE%20CI%C3%81NCIAS%20NATURAIS\\_E-BOOK.pdf](https://ufpi.br/arquivos_download/arquivos/ppged/arquivos/files/Livro%20REFLEX%C3%95ES%20E%20PR%C3%81TICAS%20DOCENTES%20NO%20ENSINO%20DE%20CI%C3%81NCIAS%20NATURAIS_E-BOOK.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2021.

DA SILVA, Daniel Fernandes Mendes; DUARTE, Sergio Eduardo Silva. Desenvolvimento e aplicação de um material paradidático interativo como auxiliar no ensino de conceitos básicos de termologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 31, n. 3, p. 694-710, maio 2014. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n3p694>>. Acesso em: 08 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p694>.

DE SOUZA, Aguinaldo Robinson; NEVES, Laura Aparecida dos Santos. O livro paradidático no ensino de Física: uma análise fabular, científica e metafórica da obra Alice no País do Quantum: A Física Quântica ao alcance de todos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 1145-1160, dez. 2016. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p1145>>. Acesso em: 08 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p1145>.

FAILLA, Zoares. Retratos: Leituras sobre o comportamento leitor do brasileiro. In: FAILLA, Zoares. **Retratos da Leitura no Brasil 4**. Rio de Janeiro: Sextante, 2016. Introdução, p. 19-42. ISBN 978-85-431-0414-0. Disponível em: <<http://prolivro.org.br/pesquisas-e-projetos-ipl/livros-retratos-da-leitura/>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

GALILEI, Galileu. **Ciência e Fé: cartas de Galileu sobre o acordo do sistema copernicano com a Bíblia.** Tradução: Carlos Arthur R. do Nascimento. 2. ed. rev. e aum. São Paulo: Unesp, 2009. 143 p. ISBN 978-85-7139-939-6. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dnnl6frC7rsC&oi=fnd&pg=PA9&dq=galileu+galilei&ots=WCtizq95AY&sig=7uTP\\_n2cFPPvOuselqmVBepKHyw&redir\\_esc=y#v=onepage&q=galileu%20galilei&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dnnl6frC7rsC&oi=fnd&pg=PA9&dq=galileu+galilei&ots=WCtizq95AY&sig=7uTP_n2cFPPvOuselqmVBepKHyw&redir_esc=y#v=onepage&q=galileu%20galilei&f=false)>. Acesso em: 11 fev. 2021.

GALILEI, Galileu. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano.** Tradução: Pablo Rubén Mariconda. 3. ed. São Paulo: 34, 2011. 888 p. ISBN 978-85-7326-470-8.

GILMORE, Robert. **Alice no país do Quantum: A física quântica ao alcance de todos.** 1. ed. [S. l.]: Zahar, 1998. 196 p. ISBN 978-8571104419.

LAHERA, Jesús; FORTEZA, Ana. **Ciências físicas nos ensinos fundamental e médio: Modelos e exemplos.** Tradução de Antônio Feltrin. Porto Alegre: Artmed, 2006. 223 p. ISBN 978-85-363-0585-1.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, ano 2007, v. 24, ed. 1, p. 87-111, 25 ago. 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6055>>. Acesso em: 16 fev. 2021. DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>.

LANGHI, Rodolfo. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 2, p. 373-399, jan. 2011. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n2p373>>. Acesso em: 14 maio 2020. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n2p373>.

MACHADO, Daniel Iria; SANTOS, Carlos dos. O entendimento de conceitos de astronomia por alunos da educação básica: o caso de uma escola pública brasileira. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, São Carlos - SP, ed. 11, p. 7-29, 1 jul. 2011. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/153>>. Acesso em: 16 fev. 2021. DOI: <https://doi.org/10.37156/RELEA/2011.11.007>.

MARTINS, Evaneide Dourado; MOURA, Anaisa Alves; BERNARDO, Anacléa de Araújo. O processo de construção do conhecimento e os desafios do ensino-aprendizagem. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, [S. l.], p. 410–423, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/10731>>. Acesso em: 12 ago. 2020. DOI: 10.22633/rpge.v22.n.1.2018.10731.

MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle Celestino. As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, ed. 4, out./dez. 2015. Disponível em:

<[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172015000400202&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000400202&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 11 fev. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173731817>.

MEDEIROS, Rogério Fachel de. **Elaboração de um material de apoio didático e paradidático para o ensino de física das radiações no ensino médio e técnico**. Orientadora: Profa. Dra. Flávia Maria Teixeira dos Santos, Co-orientador: Marco Antonio Moreira. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul., Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/39078>>. Acesso em: 23 jul. 2020.

MEDEIROS, Emerson Avelino; LOOS, Marcio Rodrigo. O ensino de Física na área de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I e ensino fundamental II segundo os parâmetros curriculares nacionais. **Revista do Professor de Física**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1-11, 7 ago. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7078>>. Acesso em: 7 mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.26512/rpf.v1i1.7078>.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2001. 111 p. ISBN 978-85-88208-76-6.

MOREIRA, Marco Antonio; GRECA, Ileana Maria. Mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/amudancaconceitual.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2020.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa Crítica**. 2010. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, Brasília, v. 1, 3. ed., p. 25-46, 2011. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID16/v1\\_n3\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID16/v1_n3_a2011.pdf)>. Acesso em: 6 maio 2020.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. 2012a. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

MOREIRA, Marco Antônio. O que é afinal Aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá - MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, **Quriculum**, La Laguna, Espanha, 2012b. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

MOURA, Frederico Pereira. **Utilização de um livro paradidático no processo de ensino e aprendizagem de conceitos de Física**. Orientador: Alexandro Pereira Lima. 2017. 66p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, 2017. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=6291245](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6291245)>. Acesso em: 08 ago. 2020.

NASCIMENTO, Jociene Oliveira Vitória. **Proposta de material paradidático sobre as origens do universo e da vida**. Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Ana Carla Peixoto Bitencourt, Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vera Aparecida Fernandes Martin. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=2476949](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2476949)>. Acesso em: 21 jul. 2020.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, jan.-jun. 2010. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3251296>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

OLIVEIRA JÚNIOR, Ailton Paulo de; CIABOTTI, Valéria. Aspectos da elaboração de livro paradidático para o ensino de Probabilidade nos anos finais do Ensino Fundamental. **Revista Thema**, [S.l.], v. 14, n. 4, p. 82-99, dez. 2017. ISSN 2177-2894. Disponível em: <<http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/547>>. Acesso em: 08 ago. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.82-99.547>.

PÁDUA, Gelson Luiz Daldegan. A Epistemologia Genética de Jean Piaget. **Revista Científica da Faculdade Cenecista de Vila Velha**, n.2, p. 22-35, 1º Semestre de 2009.

PIAGET, Jean. Desenvolvimento e Aprendizagem. In: **Desenvolvimento e Aprendizagem sob o Enfoque da Psicologia II**, UFRGS – PEAD 2009/1. Traduzido por Paulo Francisco Slomp do original incluído no livro de: LAVATTELLY, C. S. e STENDLER, F. Reading in child behavior and development. New York: Hartcourt Brace Janovich, 1972. Reimpressão de RIPPLE R. e ROCKCASTLE, V. Piaget rediscovered. Cornell University, 1964. Disponível em: <[http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/74464622/desenvolvimento\\_aprendizagem.pdf](http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/74464622/desenvolvimento_aprendizagem.pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2020.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de psicologia**. Tradução de Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva. 24. ed. rev. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999. 135 p. ISBN 85-218-0246-3.

QUEIRÓS, W.; NUNES, R. Visões deformadas sobre a natureza da ciência no conteúdo de relatividade especial em livros didáticos de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC)**. Universidade de Vigo, v. 19, n. 2, p. 295-319, jul. 2020. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02899198/>>. Acesso em: 17 ago. 2020.

ROCHA, Thaís Rios da; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; KRAISIG, Ângela Renata. "A, B, C...da química e do esporte": a construção de um material paradidático para o ensino de química. **Enseñanza de las ciencias**, [s. l.], Núm. Extra (2017), p. 5429-5434, 2017. Disponível em: <<https://ddd.uab.cat/record/182957?ln=ca>>. Acesso em: 8 ago. 2020.

RODRIGUES, Micaías Andrade. A leitura e a escrita de textos paradidáticos na formação do futuro professor de Física. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 21, n. 3, p. 765-781, set. 2015. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132015000300015&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132015000300015&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 18 fev. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320150030015>.

SANTOS, Aline de Sousa dos. **O eclipse solar em história em quadrinhos**: um recurso para o ensino de Astronomia. Orientador: Prof. Waisenhowerk Vieira de Melo. 2010. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <[http://www.decb.uerj.br/arquivos/monografias/monografia%20Aline%20Santos%20\[vers%C3%A3o%20final\].pdf](http://www.decb.uerj.br/arquivos/monografias/monografia%20Aline%20Santos%20[vers%C3%A3o%20final].pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2020.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, set./dez. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-24782007000300007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782007000300007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 13 set. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>.

SATO, Cintia de Toro. A leitura na primeira infância e a formação de leitores. **Contemporânea**: Revista Uniletoledo: Arquitetura, Comunicação, Design e Educação, [s. l.], v. 4, ed. 1, p. 137-147, Jan./Jun. 2019. Disponível em: <<http://www.ojs.toledo.br/index.php/contemporanea/article/view/3102>>. Acesso em: 17 ago. 2020.

SCALFI, Grazielle Aparecida Moraes; CORRÊA, André Micaldas. A arte de contar histórias como estratégia de divulgação da ciência para o público infantil. **Revista de Educação, Ciência e Cultura**, Canoas, v. 19, n. 1, p. 107-121, 24 jul. 2014. Disponível em: <<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao/article/view/1595/1127>>. Acesso em: 8 mar. 2020.

SOUSA, Alana Cruz de. **Livro paradidático: uma alternativa didática experimental para aulas de Óptica Geométrica**. Orientador: Prof. Dr. Alexsandro Silvestre da Rocha. 2018. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2018. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7181786](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7181786)>. Acesso em: 08 ago. 2020.

SOUSA, Willian Ferreira de. **Inserção de conceitos de física de partículas elementares no ensino médio por meio de um material paradidático**. Orientador: Prof. Dr. Fabio Ferreira Monteiro. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/23156>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

SOUZA, Alana Cruz de; SOARES, Denisia Brito; ROCHA, Alexsandro Silvestre da. Uma alternativa didática experimental para aulas de Óptica Geométrica. **Revista Exitus - ISSN 2237-9460**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 280-308, 2019. Disponível em: <<http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/921>>. Acesso em: 23 jul. 2020. DOI: 10.24065/2237-9460.2019v9n3ID921.

SOUZA, Pedro da Rocha. **O livro “Astronomia passo a passo” como ferramenta no ensino de Astronomia**. Orientadora: Prof.a Dr.<sup>a</sup> Érica Cristina Nogueira. 2017. Monografia (Graduação em Física - Licenciatura) - Universidade Federal Fluminense, Santo Antônio de Pádua, 2017. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/9656>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

TAKIMOTO, Elika. **Isaac no mundo das partículas**. 1. ed. [S. l.: s. n.], 2017. 72 p. ISBN 9781981739011.

TEIXEIRA, Francimar Martins; SOBRAL, Ana Carolina Moura Bezerra. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: um estudo de caso. **Ciência e Educação**, Bauru - SP, v. 16, n. 3, p. 667-677, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v16n3/v16n3a11.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2020.

TOSSATO, Claudemir Roque. Apenas um lado do jogo: Kepler condicionado por seu tempo?. **Sci. stud.**, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 627 - 640, 2006. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-31662006000400007](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662006000400007)>. Acesso em: 11 fev. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662006000400007>.

VIECHENESKI, Juliana Pinto; CARLETTO, Marcia. **Por que e para quê ensinar ciências para crianças**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 213-227, 2013. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1638/1046>. Acesso em: 7 mar. 2020.

VOSNIADOU, Stella; BREWER, William F. Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. **Cognitive Psychology**, v. 24, 4. ed., p. 535–585, 1992. DOI: 10.1016/0010-0285(92)90018-w.

## APÊNDICE A – Seleção dos Conteúdos do Terceiro Ciclo do Ensino Fundamental II

TERCEIRO CICLO		
Temas	Competências	Habilidades
Sistema solar e seus constituintes (fontes naturais de energia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar o Sol, a Terra e a Lua como constituintes do Sistema Solar;<sup>2</sup></li> <li>• Identificar o Sol como principal fonte de energia para a Terra;<sup>2</sup></li> <li>• Reconhecer outras fontes de luz e energia presentes no universo.<sup>2</sup></li> </ul>	Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra. <sup>1</sup>
Astros luminosos e iluminados	Reconhecer e diferenciar corpos luminosos de iluminados. <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrever as diferenças entre esses dois corpos;</li> <li>• Relacionar a interação entre os corpos luminosos e iluminados.</li> </ul>
Os movimentos de translação e rotação da Terra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender as evidências dos movimentos de rotação e translação;<sup>2</sup></li> <li>• Compreender o movimento de rotação terrestre como determinante da existência do dia e da noite.<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrever o movimento de rotação terrestre explicando sua relação com os dias e as noites;<sup>2</sup></li> <li>• Relacionar o movimento de translação terrestre à duração do ano, assim como às estações do ano.<sup>2</sup></li> </ul>
Sombras e eclipses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender como as sombras são formadas;</li> <li>• Compreender como são formados os eclipses total e parcial do Sol e da Lua;<sup>2</sup></li> <li>• Entender que através dos eclipses lunares é possível identificar a forma da Terra.</li> </ul>	Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e

		da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol. <sup>1</sup>
Conhecimentos astronômicos dos povos antigos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender a importância dos primeiros estudos sobre o céu;</li> <li>• Respeitar as diferenças culturais e valorizar o processo evolutivo da ciência de acordo com o aprimoramento das ideias.</li> </ul>	Relacionar os conhecimentos astronômicos dos povos antigos e de outras culturas com as aplicações em diferentes atividades humanas, a partir de informações oferecidas. <sup>2</sup>
Uso de equipamentos tecnológicos no cotidiano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender o que é a tecnologia;</li> <li>• Compreender a evolução tecnológica e as funções que os instrumentos passaram a ter ao longo dos anos;</li> <li>• Entender o funcionamento de alguns aparelhos e como são construídos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida;<sup>1</sup></li> <li>• Identificar os processos necessários para a construção de instrumentos de baixo custo a fim de reproduzir aqueles que foram desenvolvidos ao longo da história.</li> </ul>

Tabela 1 - Conteúdos do Terceiro Ciclo do Ensino Fundamental II.

<sup>1</sup>BRASIL (2018).<sup>2</sup>BRASIL ([201-?]).

## APÊNDICE B – Seleção dos Conteúdos do Quarto Ciclo do Ensino Fundamental II

QUARTO CICLO		
Temas	Competências	Habilidades
Luz e seus fenômenos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compreender os processos de interação da luz com os materiais: refração, reflexão, absorção etc.<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar as diferenças entre os processos de reflexão, refração e absorção;</li> <li>Indicar a presença desses três fenômenos físicos na natureza.</li> </ul>
Luz, cor e visão	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compreender como as trajetórias da luz na matéria;</li> <li>Compreender como se dá a visão a partir dos processos de reflexão e dispersão da luz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associar o processo da visão humana aos princípios físicos da luz e da formação de imagens;<sup>2</sup></li> <li>Explicar a importância da visão (captação e interpretação das imagens) na interação do organismo com o meio e, com base no funcionamento do olho humano, selecionar lentes adequadas para a correção de diferentes defeitos da visão;<sup>1</sup></li> <li>Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.<sup>1</sup></li> </ul>

Tabela 2 - Conteúdos do Quarto Ciclo do Ensino Fundamental II.

<sup>1</sup>BRASIL (2018).<sup>2</sup>BRASIL ([201-?]).

## APÊNDICE C – Concepções Alternativas no Contexto Óptico

CONTEXTO ÓPTICO	
Concepções alternativas	Conhecimento científico
A luz pode ser observada sem que esteja incidindo nos olhos do observador.	A luz só é percebida se espalhada na direção do observador. Ou seja, se a luz se propaga no vácuo em uma direção diferente da que o observador está, a luz não será percebida pelo observador.
A luz vai até um certo ponto e para de se propagar.	Sem a interferência de objetos, a luz tem alcance infinito.
Diferenciação entre a luz do Sol (considerada natural) e a luz de lâmpadas e lasers (considerada artificial).	A luz do Sol e a luz emitida por objetos produzidos pelo homem, têm as mesmas propriedades e características. A diferença está apenas na fonte e não na luz.
As sombras formadas são sempre do mesmo tamanho e forma do obstáculo.	As sombras dependem da distância entre a fonte e o obstáculo e são formadas de diferentes modos de acordo com a fonte que ilumina o objeto (fonte extensa ou puntiforme).
Só existe luz nas áreas iluminadas.	A luz ocupa não só a região de iluminação, mas também toda a trajetória de seus raios.
A luz pode ser observada sem que esteja incidindo nos olhos do observador.	A luz só é percebida se espalhada na direção do observador. Ou seja, se a luz se propaga no vácuo em uma direção diferente da que o observador está, a luz não será percebida pelo observador.
Quando há reflexão não há refração e vice-versa, independentemente de onde ocorre o fenômeno.	A reflexão, refração e absorção podem ocorrer simultaneamente. Em algumas situações específicas é possível observar apenas um desses fenômenos, como nas situações da reflexão total dos raios de luz.
A refração ocorre somente do ar para outro meio, ou seja, não ocorre a refração entre meios diferentes sem a presença do ar.	A refração ocorre sempre que a luz se propaga entre meios diferentes.
A cor é uma característica do objeto e não sofre influência da luz incidente de uma fonte externa.	A cor dos objetos é resultado da reflexão e absorção da luz que incide sobre eles. O que determina se um determinado comprimento de onda da luz será refletido ou absorvido são as propriedades do objeto.

O preto é uma cor e interage com as outras cores.	O preto é a ausência de luz.
A visão é possível porque sai luz dos nossos olhos até os objetos.	A visão é possível quando a luz que é emitida por uma fonte, reflete em um objeto e se propaga na direção do observador.
A visão é possível porque sai luz dos objetos até os nossos olhos.	

Tabela 3 - Concepções alternativas no contexto óptico.

## APÊNDICE D – Concepções Alternativas no Contexto Astronômico

CONTEXTO ASTRONÔMICO	
concepções alternativas	conhecimento científico
Terra muito grande em relação ao tamanho do universo.	O universo é composto por aglomerados, grupos de galáxias, estrelas etc. O Sistema Solar é uma pequena parte da Via Láctea, que é uma pequena parte do universo.
O centro do Universo é o Sol ou a nossa galáxia.	Ainda não é possível afirmar com clareza se o Universo possui um ponto central. O que se sabe é que ele está em expansão. O Sol é o centro do Sistema Solar.
Ideia de que as estrelas estão mais próximas que planetas ou até mesmo que a Lua.	A estrela mais próxima da Terra é o Sol. As demais estrelas estão a anos luz do Sistema Solar, muito mais distantes que os planetas com relação a Terra. A Lua é o astro mais próximo da Terra.
O Sol é uma bola de fogo.	O Sol é composto por gases de hélio e hidrogênio a altas temperaturas.
As estrelas das constelações estão fisicamente próximas e as constelações formam imagens no céu.	As estrelas de uma constelação podem estar a diferentes distâncias e as imagens correspondem a mitos e crenças criadas por vários povos.
As estações do ano ocorrem devido à variação da distância entre a Terra e o Sol.	As estações do ano ocorrem devido a translação da Terra e, principalmente, ao grau de inclinação da Terra com a vertical.
As fases da Lua ocorrem por causa da sombra da Terra projetada na Lua (eclipse).	As fases da Lua ocorrem devido a translação da Lua ao redor da Terra e às áreas de iluminação da Lua pelo Sol.
Os dias e as noites ocorrem pela translação do Sol ao redor da Terra ou da Terra ao redor do Sol.	Os dias e as noites ocorrem devido ao movimento de rotação da Terra, que tem duração aproximada de 24 horas.
A órbita dos planetas são altamente excêntricas.	As órbitas dos planetas são quase circulares. Para a Terra, o Sol ocupa os dois pontos focais de sua elipse.
Estrelas fixas no céu, sem	Movimentação aparente das estrelas na esfera celeste.

alteração do cenário celeste.	
É possível proteger a visão usando chapas de raios-x ao observar eclipses solares.	Os únicos equipamentos indicados para visualização de eclipse solar, são filtros específicos, mas também pode-se observar através de projeção.

Tabela 4 - Concepções alternativas no contexto astronômico.

## APÊNDICE E – Perfis das Personagens do Livro Paradidático

<b>Personagem 1</b>		
<b>Nome:</b> Elisa Pereira Bento.	<b>Olhos:</b> castanhos.	<b>A ambição:</b> ser escritora.
<b>Idade:</b> 12-13 anos.	<b>Roupa:</b> camiseta, short e tênis.	<b>Maior segredo:</b> -
<b>Altura:</b> 1,53 m	<b>Maneirismos ou gestos:</b> morder objetos (bocal da caneta, por exemplo).	<b>Maior medo:</b> altura.
<b>Tom de pele:</b> claro.	<b>Personalidade:</b> alegre, criativa, inteligente, insegura, distraída e impaciente.	<b>Como se relaciona com demais personagens:</b> extrovertida,
<b>Cabelo:</b> ondulado e castanho.	<b>Hábitos:</b> ler, desenhar, tomar leite com nescau pela manhã e brincar com sua gatinha todos os finais de tarde.	<b>Interesses ou hobbies:</b> pintar, ler e escrever. Gosta de estudar literatura e história. Seus gêneros de filmes preferidos são animação e musical.

Tabela 5 - Ficha de caracterização da personagem Elisa Pereira Bento.

<b>Personagem 2</b>		
<b>Nome:</b> Juliana Silva de Freitas.	<b>Olhos:</b> castanhos.	<b>A ambição:</b> ser professora.
<b>Idade:</b> 12-13 anos.	<b>Roupa:</b> regata preta, calça e tênis.	<b>Maior segredo:</b> -
<b>Altura:</b> 1,55 m	<b>Maneirismos ou gestos:</b> roer as unhas e balançar o pé.	<b>Maior medo:</b> roedores.
<b>Tom de pele:</b> escura.	<b>Personalidade:</b> detalhista, corajosa, determinada, ansiosa e teimosa. Líder nata.	<b>Como se relaciona com demais personagens:</b> comunicativa, inicia debates, questiona sobre os acontecimentos.

<b>Cabelo:</b> crespo, castanho escuro.	<b>Hábitos:</b> dançar sozinha no quarto quando acorda bem-humorada.	<b>Interesses ou hobbies:</b> dançar e ouvir música. Gosta de estudar ciências e literatura. Adora jogos de tabuleiro e raciocínio lógico.
---	--	--

Tabela 6 - Ficha de caracterização da personagem Juliana Silva de Freitas.

<b>Personagem 3</b>		
<b>Nome:</b> Eduardo Pereira da Silva.	<b>Olhos:</b> castanhos.	<b>Ambição:</b> ser youtuber.
<b>Idade:</b> 13-14 anos.	<b>Roupa:</b> camiseta, calção e tênis.	<b>Maior medo:</b> perder sua mãe.
<b>Altura:</b> 1,55 m	<b>Maneirismos ou gestos:</b> cruzar os braços e gesticular enquanto fala.	<b>Maior segredo:</b> -
<b>Tom de pele:</b> clara.	<b>Personalidade:</b> determinado, animado, brincalhão, observador, teimoso e egoísta.	<b>Como se relaciona com demais personagens:</b> extrovertido, sempre fazendo piadas e brincadeiras.
<b>Cabelo:</b> liso, castanho.	<b>Hábitos:</b> verificar as notificações do celular quando acorda.	<b>Interesses ou hobbies:</b> correr, jogar no computador e celular. Gosta de estudar geografia e história.

Tabela 7 - Ficha de caracterização do personagem Eduardo Pereira da Silva.

<b>Personagem 4</b>		
<b>Nome:</b> Luís Batista.	<b>Olhos:</b> verdes.	<b>Ambição:</b> ser cientista
<b>Idade:</b> 13 anos.	<b>Roupa:</b> camiseta larga, calção e tênis.	<b>Maior medo:</b> não conseguir fazer novos amigos.
<b>Altura:</b> 1,60 m	<b>Maneirismos ou gestos:</b> estalar os dedos.	<b>Maior segredo:</b> -
<b>Tom de pele:</b> escura.	<b>Personalidade:</b> calmo, inteligente, sensível,	<b>Como se relaciona com demais personagens:</b> timidamente. Tem

	curioso, desorganizado e tímido.	receio de falar e não ser bem aceito, mas quando se sente bem com um grupo, se torna mais comunicativo.
<b>Cabelo:</b> crespo, preto e trançado.	<b>Hábitos:</b> estudar depois da aula e praticar danças assistindo a vídeos na televisão.	<b>Interesses ou hobbies:</b> jogar videogames, dançar e assistir a filmes de comédia. Gosta de estudar ciências e matemática.

Tabela 8 - Ficha de caracterização do personagem Luís Batista.

<b>Personagem 5</b>		
<b>Nome:</b> Aurora Dantas.	<b>Olhos:</b> castanhos.	<b>Ambição:</b> formar uma família.
<b>Idade:</b> 35 anos.	<b>Roupa:</b> camiseta, calça jeans, jaleco, cabelo preso em um coque chique e lenço em volta da cabeça.	<b>Maior medo:</b> perder seu gatinho Cinzento e a sociedade e governos tomarem conhecimento da viagem no espaço-tempo.
<b>Altura:</b> 1,70m.	<b>Maneirismos ou gestos:</b> falar com o dedo apontado para cima.	<b>Maior segredo:</b> a possibilidade de viajar no espaço-tempo.
<b>Tom de pele:</b> claro.	<b>Personalidade:</b> inteligente, desastrada, simpática, distraída, tagarela.	<b>Como se relaciona com demais personagens:</b> extrovertida,
<b>Cabelo:</b> liso, com franja e ruivo.	<b>Hábitos:</b> correr no quarteirão antes de amanhecer, brincar com seu gato, comer frutas com mel.	<b>Interesses ou hobbies:</b> ler, assistir a filmes e séries de diferentes gêneros, cozinhar sobremesas.

Tabela 9 - Ficha de caracterização da personagem Aurora Dantas.

## APÊNDICE F – Ilustrações Propostas para integrar o Livro Paradidático

<b>Ilustrações</b>			
<b>Quantidade</b>	<b>Onde?</b>	<b>O que?</b>	<b>Modalidade</b>
1	Capa	Luminária com luz acesa	Ambientação
2	Verso da capa	Elisa e Juliana, cada uma fazendo o que gosta, cercadas por objetos que as caracterizam	Ambientação
3	Verso da contracapa	Eduardo e Luís, cada um fazendo o que gosta, cercados por objetos que os caracterizam	Ambientação
4	-	Ambientação da casa de Elisa, amigos e Amora	Ambientação
5	-	Descoberta da porta falsa da biblioteca	Ambientação
6	-	Portal	Ambientação
7	-	Concepção alternativa: uma luz tem menor alcance em ambientes iluminados que em ambientes escuros	Conteúdo
8	-	Alcance infinito da luz no vácuo (laser e vela)	Conteúdo
9	-	Fontes primárias e secundárias de luz	Conteúdo
10	-	Fonte puntiforme/extensa	Conteúdo
11	-	Gato entrando na máquina	Ambientação
12	-	Modelo geocêntrico de Aristóteles	Conteúdo
13	-	Relógio de sol e diferentes horas de acordo com a mudança da posição do sol	Conteúdo
14	-	Dimensão do universo: ilustração zoom in	Conteúdo
15	-	Sistema Solar heliocêntrico copernicano	Conteúdo
16	-	Sistema Solar heliocêntrico atual	Conteúdo
17	-	Ilustração de Luís observando pela luneta de Galileu	Ambientação
18	-	Circunferência	Conteúdo
19	-	Elipse	Conteúdo

20	-	Órbita real da Terra	Conteúdo
21	-	Elipse e seus focos próximos	Conteúdo
22	--	Sol ocupando os dois focos da elipse	Conteúdo
23	-	Posição da Terra para a formação das estações: verão para o norte	Conteúdo
24	-	Posição da Terra para a formação das estações: outono para o norte	Conteúdo
25	-	Posição da Terra para a formação das estações: inverno para o norte	Conteúdo
26	-	Posição da Terra para a formação das estações: primavera para o norte	Conteúdo
27	-	Movimentos da Lua ao redor da Terra	Conteúdo
28	-	Eixo de rotação da Lua com relação ao de translação da Terra	Conteúdo
29	-	Lua cheia	Conteúdo
30	-	Lua quarto minguante	Conteúdo
31	-	Lua nova	Conteúdo
32	-	Lua quarto crescente	Conteúdo
33	-	Umbra e penumbra	Conteúdo
34	-	Alinhamento do Sol, Terra e Lua: eclipse lunar	Conteúdo
35	-	Formação de umbra e penumbra no espaço	Conteúdo
36	-	Início, ápice e fim do eclipse lunar	Conteúdo
37	-	Alinhamento do Sol, Lua e Terra: eclipse solar	Conteúdo
38	-	Eclipse solar total: locais completamente escuros na Terra	Conteúdo
39	-	Giovanni della Porta em sua casa, escrevendo um de seus livros	Ambientação
40	-	Câmara escura portátil/funcionamento da câmara escura	Conteúdo
41	-	Personagens dentro da câmara escura	Ambientação
42	-	Reflexão	Conteúdo

<b>43</b>	-	Refração	Conteúdo
<b>44</b>	-	Reflexão + refração	Conteúdo

Tabela 10 - Propostas de ilustrações.

## APÊNDICE G – Experimento Propostos para integrar o Livro Paradidático

<b>Experimentos</b>		
<b>Quantidade</b>	<b>O que?</b>	<b>Materiais</b>
<b>1</b>	(1) Disco de Newton	Disco colorido para recorte; papelão; tesoura; canudo/palito de churrasco.
<b>2</b>	(2) Relógio solar	2 folhas de papelão grosso; palito de dente; tesoura; cola; régua; lápis; transferidor e folha de ofício. <sup>1</sup>
<b>3</b>	(3) Ver a trajetória da luz	Laser; aerosol; ambiente sem iluminação.
<b>4</b>	(4) Fonte de luz extensa vs puntiforme	Lanterna de celular; objeto para ser iluminado.
<b>5</b>	(5) Observação do céu a olho nu identificando constelações	Ambiente a céu aberto com pouca iluminação.
<b>6</b>	(6) Luneta de baixo custo	Lente de óculos de 2 graus positivos; luva simples; 2 monóculos de fotografia; bucha de redução curta; cartolina preta; 3 tubos de esgotos com diferentes diâmetros e comprimentos; plugue de esgoto; rolo de esparadrapo; resina epóxi. Itens opcionais: mais um tubo de esgoto; três parafusos com diferentes especificações; dois suportes de trilho e cortina; garrafa PET com tampa; água ou areia; spray na cor que preferir. <sup>1</sup>
<b>7</b>	(7) Pequeno planetário para visualização dos dias e das noites e dos eclipses.	Lâmpada em um suporte ou lanterna; folha grossa de isopor; dois palitos de churrasco; duas esferas de isopor com diâmetros diferentes. Itens opcionais: tintas para pintar as representações da Terra e da Lua.
<b>8</b>	(8) Formação de imagem em uma câmara escura.	Caixa de sapatos com tampa; pedaço de papelão; papel vegetal;lupa; chave de fenda; rolha; água; gilete. <sup>2</sup>
<b>9</b>	(9) Refração	Lápis/caneta; copo com água.
<b>10</b>	(10) Cores diferentes em	Três fontes de luz branca; papéis

	objetos coloridos	celofanes nas cores vermelha, azul e verde; objetos brancos e coloridos.
11	(8) Câmara escura	Caixa de sapatos com tampa; pedaço de papelão; papel vegetal; lâmpada esférica e transparente/lupa; chave de fenda; rolha; água; gilete. <sup>2</sup>
12	(11) Formando um arco-íris	2 CDs; caixa de papelão; cartolina preta fosca; pedaço de papelão grosso; fita adesiva; fita isolante; lente de uma lupa; marcador de textos. <sup>3</sup>

Tabela 11 - Propostas de experimentos.

<sup>1</sup> NOGUEIRA, Salvador. *Astronomia: ensino fundamental e médio*. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 232 p. **Coleção Explorando o ensino**. v.11. ISBN 978-85-7783-015-2.

<sup>2</sup> ARRIBAS, Santos Diez. **Experiências de física ao alcance de todas as escolas**. 1 ed. Rio de Janeiro: FAE, 1988. 146 p. ISBN 85-222-0197-8.

<sup>3</sup> VALADARES, Eduardo de Campos. **Física mais que divertida**.

## APÊNDICE H – Animações Seleccionadas

Animações		
Quantidade	O que	Site que servirá de referência
1	Sistema Heliocêntrico	<a href="https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-5e494c2eca5f1ebf2e7895139f7da5d2">https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-5e494c2eca5f1ebf2e7895139f7da5d2</a>
2	Movimento rotacional da Terra	<a href="https://i.pinimg.com/originals/da/8e/c7/da8ec7b34c0faebb7882784f9f577be4.gif">https://i.pinimg.com/originals/da/8e/c7/da8ec7b34c0faebb7882784f9f577be4.gif</a>
3	Movimentos da Terra ao redor do Sol	<a href="https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/be/2020/04/translacao-2.gif">https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/be/2020/04/translacao-2.gif</a>
4	Posições da Terra-Sol para a formação das estações do ano	<a href="https://4.bp.blogspot.com/-3t355HfS1T4/WXFDtMsGqPI/AAAAAAAAAK0/3nxx0djbpcID6e9s0-E9FtkYr6rIA7MhwCLcBGAs/s400/ezgif.com-video-to-gif%2B%25281%2529.gif">https://4.bp.blogspot.com/-3t355HfS1T4/WXFDtMsGqPI/AAAAAAAAAK0/3nxx0djbpcID6e9s0-E9FtkYr6rIA7MhwCLcBGAs/s400/ezgif.com-video-to-gif%2B%25281%2529.gif</a>
5	Movimentos da Lua ao redor da Terra	<a href="https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/side_image/public/thumbnails/image/moon_satellite.gif?itok=xx6J_FQu">https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/side_image/public/thumbnails/image/moon_satellite.gif?itok=xx6J_FQu</a>
6	Fases da Lua	<a href="http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/anima/mov/FasesLua.gif">http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/anima/mov/FasesLua.gif</a>
7	Movimentos da Lua ao redor da Terra e do Sol	<a href="https://i.pinimg.com/originals/62/8d/f1/628df1c83215d4e1bfcc28a37b7f1277.gif">https://i.pinimg.com/originals/62/8d/f1/628df1c83215d4e1bfcc28a37b7f1277.gif</a>

Tabela 12 - Animações utilizadas.

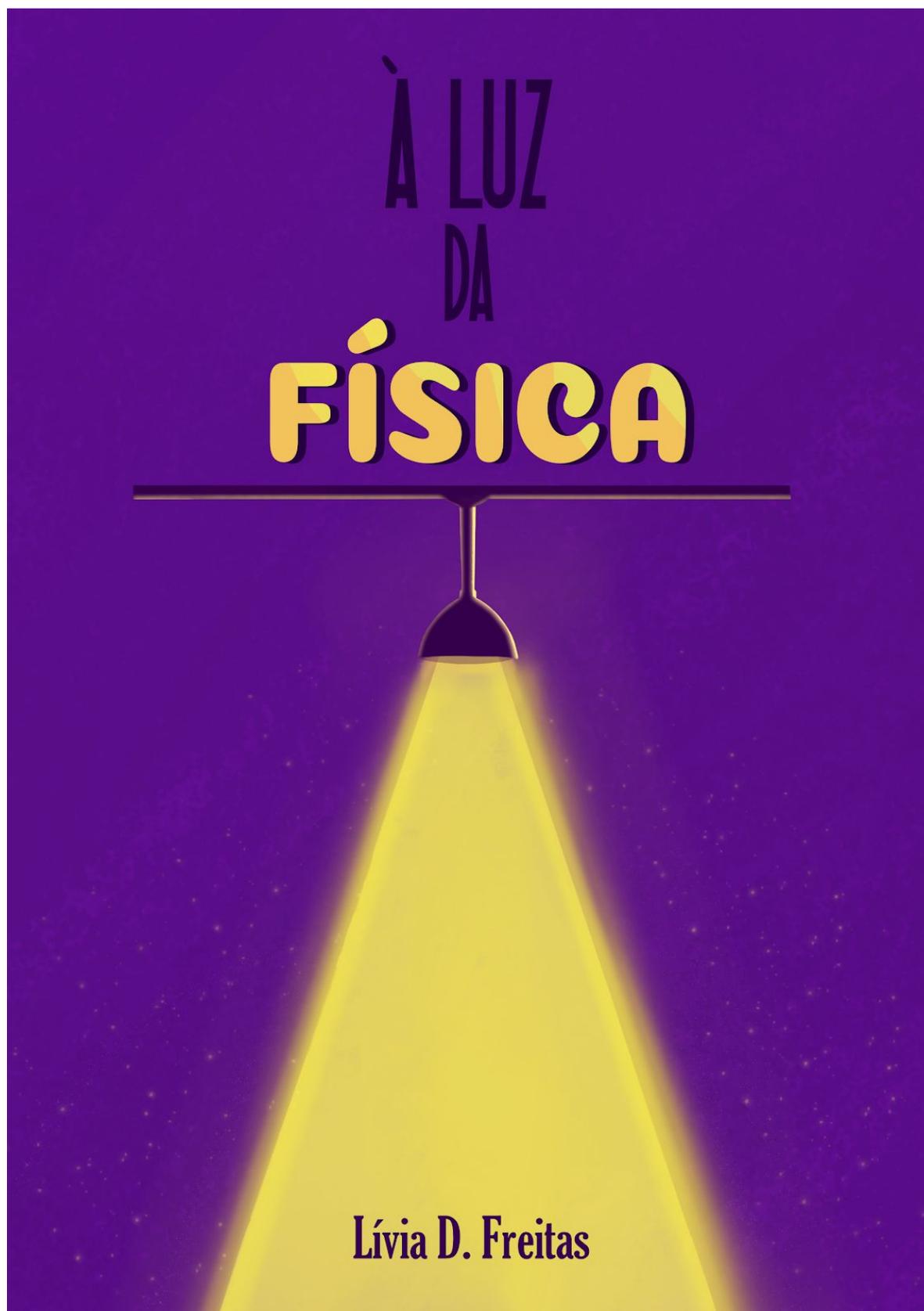
APÊNDICE I – Proposta de Questionário de Satisfação dos Estudantes referente ao  
Livro Paradidático

1. Qual modelo de aula você prefere? Por quê?
2. Gostou do livro utilizado?
3. Encontrou dificuldades na leitura?
4. Qual o trecho que mais gostou? Por quê?
5. Qual o trecho que menos gostou? Por quê?
6. Nas aulas e no livro, o que você achou mais difícil de compreender?
7. Você teve interesse em ler e entender melhor a história do livro?
8. Você acredita que entendeu os conteúdos abordados?
9. Indicaria o livro a algum amigo?

APÊNDICE J – Proposta de Questionário de Satisfação dos Docentes da Educação  
Básica referente ao Livro Paradidático

1. Qual modelo de aula você prefere ministrar? Por quê?
2. Gostou da proposta do livro utilizado?
3. O que mais gostou no material? Por quê?
4. O que foi mais difícil de realizar dentro da proposta metodológica de aplicação?
5. Você acredita que esse tipo de material instiga mais os jovens a ler e a fazer ciência?
6. Você acredita que os conteúdos abordados possuem uma estrutura coerente e hierárquica?
7. Indicaria o livro para algum professor ou estudante?
8. Utilizaria mais vezes o material em sala de aula?
9. O que poderia melhorar no livro?

## APÊNDICE K – Livro Paradidático À Luz da Física



**À LUZ DA  
FÍSICA**

Agradeço à minha família e amigos pelo apoio na criação deste livro. Especialmente ao meu orientador de Trabalho de Conclusão de Curso José Ronaldo Pereira da Silva, que deu sugestões significativas para a produção desse material.

## À LUZ DA FÍSICA

<b>Capítulo 01.</b> - Luz, Ciência, Ação!	<b>7</b>
<b>Capítulo 02.</b> - Uma descoberta inesperada.	<b>14</b>
<b>Capítulo 03.</b> - O convite.	<b>17</b>
<b>Capítulo 04.</b> - O comportamento da luz.	<b>20</b>
<b>Capítulo 05.</b> - A Terra no centro do Universo?	<b>31</b>
<b>Capítulo 06.</b> - As descobertas de Galileu.	<b>42</b>
<b>Capítulo 07.</b> - E as estações do ano?	<b>53</b>
<b>Capítulo 08.</b> - O primeiro projeto.	<b>69</b>
<b>Capítulo 09.</b> - Fotografia e luz.	<b>76</b>
<b>Capítulo 10.</b> - Por que o céu é azul?	<b>84</b>
<b>Capítulo 11.</b> - Apagando as luzes.	<b>100</b>
<b>Referências</b>	<b>108</b>

## Capítulo 01.

### Luz, Ciência, Ação!

Na cidade de *Carambolas* moram três amigos que andam sempre juntos, chamados Elisa, Juliana e Eduardo. Elisa e Eduardo são primos e conheceram Juliana na escola quando todos ainda eram criancinhas. Desde então, os três fazem de tudo juntos. Sempre que um adulto vê Juliana e Eduardo próximos um do outro, pergunta se eles são *namoradinhos*. Ora, os três cresceram juntos, se veem como irmãos e não entendem essas perguntas direcionadas a eles. Na verdade, eles só se preocupam em estudar e passar horas conversando e se divertindo.

Elisa adora ler, pintar e cantar. Seu passatempo favorito é desenhar seu animal de estimação: uma gata tricolor chamada Amora. Juliana (ou Ju, como é apelidada carinhosamente pelos amigos) gosta de dançar e montar experimentos. Eduardo, por sua vez, prefere jogar minecraft e jogos no celular. Apesar de terem gostos diferentes, o que mais fazem juntos é assistir a canais em uma plataforma de compartilhamento de vídeos, que é o que estão fazendo nesse exato momento.

É uma tarde quente – para variar – e os três estão na casa de Elisa assistindo a vídeos sobre feira de ciências. Não que eles gostem de assistir a vídeos dessa temática, mas logo eles mesmos terão que participar da *primeira* feira de ciências da sua própria escola. Para Juliana, essa é uma tarefa empolgante e desafiadora, mas seus amigos não estão muito entusiasmados com a ideia de montar um projeto tão grande. O que torna essa tarde divertida é estarem todos juntos e o fato de a gatinha Amora estar esparramada no meio da sala aproveitando todo o vento do ventilador que foi colocado para amenizar o calor.

— A gente não poderia procurar isso só depois de sabermos o tema do trabalho? — Pergunta Eduardo. — Poderíamos estar jogando ou assistindo outra coisa agora.

— Quando a gente terminar, podemos fazer outra coisa. E já te disse, estamos olhando logo para não ficar tanto trabalho para depois. — Juliana responde prontamente.

— E talvez assim a gente não seja pego de surpresa com o tema, afinal já estamos vendo alguns projetos. — complementa Elisa.

Quando a tarde acaba e o tempo fica mais ameno, Eduardo e Juliana vão para suas casas. Depois de verem tantas ideias, os três ficaram preocupados com a trabalhadeira que terão, mas se empolgaram para a nova experiência. Eles sabem que juntos conseguirão fazer um bom projeto.

A escola do bairro fica perto de suas casas. Já que os três moram na mesma rua, todos os dias eles vão e voltam a pé acompanhados de seus pais. O caminho é tranquilo às 6:50 da manhã, quando eles estão indo para a aula, mas no trajeto de volta, ao meio dia, é cansativo mesmo com eles morando a apenas 10 minutos da escola. O Sol escaldante das 12 horas não dá folga para ninguém, não é mesmo? Na rua que dá até a escola é possível ver vários arbustos de flores do lado de fora das casas e algumas árvores nas calçadas. Não é um lugar muito movimentado, talvez porque aquela rua não é asfaltada. De qualquer modo, Elisa e Juliana adoram andar por ali e observar os detalhes do caminho: como os pássaros beijando as flores e os gatos subindo nas árvores. Mas hoje, os três só conseguem pensar na feira de ciências.

A escola não é muito grande. É um lugar bem aconchegante, com espaço para recreação, lanche e, obviamente, aulas! Também tem algumas árvores no pátio e é um lugar bem colorido. A sala de aula do 6º ano é simples, acomoda 20 estudantes e tem cheiro forte de tinta de lápis de quadro – tem quem goste. E, finalmente, chegou a hora de descobrir o tema da feira de ciência:

— Vamos lá, turma, quero que vocês se dividam em grupos de quatro alunos e logo em seguida anunciarei o tema para a feira de ciências. — disse o professor Matias.

É... nada de novo sob o Sol: os três amigos automaticamente se olharam e formaram seu grupo. Sabendo que precisavam chamar mais alguém, eles decidiram chamar Luís. Luís e Ju são os únicos estudantes negros da sala de aula e estão aprendendo aos poucos a apoiarem um ao outro. Luís acabou de se mudar para *Carambolas*, então, como de se esperar, ainda está tentando se adaptar e fazer novos amigos – *bem* que poderia ser mais fácil.

Com os grupos formados o professor anuncia:

— O tema da feira de ciências é: *a pluralidade da luz e sua importância para a vida*. Eu sei que é abrangente, mas a partir dele vocês têm liberdade para trabalhar o

que preferirem. Como é um evento para toda a escola, serão colocados cartazes sobre a feira e cada série terá um professor orientador para ajudá-los. Eu ficarei com vocês, então as ideias e dificuldades que tiverem, podem trazer até mim. E lembrem-se, essa é apenas a primeira experiência de vocês, não precisam se preocupar tanto com o resultado, o mais importante é o processo. A apresentação deverá ser feita daqui a um mês.

“Não precisa se preocupar tanto?” Quem dera ele soubesse que Juliana já está preocupada desde quando a feira foi anunciada...

Enfim. Como de se esperar, muitos pararam de ouvir após o tema ser anunciado e a turma se agita. *Que tema é esse?* Nem se Juliana, Elisa e Eduardo tivessem assistido a todos os vídeos da internet, eles esperariam por essa temática.

— *Tão vendo?* Nem adiantou passar todo aquele tempo assistindo aos vídeos — diz Eduardo ao perceber que as amigas ficaram confusas com o que o professor acabou de dizer.

— Não seja *besta*, provavelmente o que vimos servirá para alguma coisa. — declara Juliana, apesar de pensar que, no fim, talvez ele realmente tenha razão, mas não daria a ele a satisfação de saber disso.

O professor consegue acalmar os nervos dos alunos e reforça as orientações, mas todos estão completamente perdidos, afinal...

#### Q U E T E M A É E S S E ?

O restante da manhã foi um pouco mais calmo. Elisa, Juliana, Eduardo e Luís ficaram juntos no recreio e nas demais aulas. Quanto ao temido trabalho, combinaram de se reunir à tarde na casa de Elisa para decidirem o que fazer.

O caminho para casa foi agitado. Elisa, Juliana e Eduardo conversavam sem parar sobre a manhã que tiveram: a feira de ciências, a aproximação com Luís, o que queriam comer quando *finalmente* chegassem em casa – estavam famintos – e o que iriam fazer à tarde depois de falarem sobre o trabalho.

Às 14 horas já estavam todos juntos novamente e a barulheira instaurada, menos por Luís, que ainda está todo tímido, observando as coisas como quem não quer nada. Depois de muitas conversas e risadas lideradas por Eduardo, Elisa finalmente decide começar:

— E aí gente, alguma ideia? Precisamos decidir logo o que fazer para depois ficarmos livres.

— Vamos deixar isso para depois, por favor. Vai dar muita trabalhadeira. Tô com preguiça! Nem dormi depois do almoço hoje... — diz Eduardo enquanto se joga no sofá da sala.

Sabendo que tinham que começar, Juliana afastou Eduardo e se sentou ao lado dele. Luís, apesar da timidez, sugere:

— E se a gente fizesse vários experimentos que mostrassem a importância da Luz? Um deles pode ser aquele *disco colorido que fica branco*, o que acham? Envolve cores e luz, né?!

— Disco colorido que fica branco? Como assim? — pergunta Elisa.

— É... Eu vi em um canal! Pera, vou procurar na internet. — diz Luís, enquanto pega o celular para pesquisar.

Luís mostra ao grupo e todos descobrem que ele está falando do *disco de Newton* (1). Um disco que possui as cores do arco-íris e, quando o giram em alta velocidade, é possível verificar que as sete cores do disco se assemelham a uma única cor branca.

— Eu gostei da ideia de criar mais de um experimento, mas não acham esse disco de Newton muito simples? — pergunta Juliana.

— Talvez pudéssemos fazer alguma coisa com o Sistema Solar, não sei o quê, é só uma sugestão... — propõe Elisa, anotando as ideias em seu caderno, para mostrar ao professor no dia seguinte.

— É realmente simples, mas se fizermos vários experimentos complicados, talvez a gente não consiga fazer nada direito. — afirma Luís, com convicção.

Eduardo está observando a conversa e percebe que Juliana está *realmente* preocupada com o trabalho. Ela não para de balançar o seu pé direito para um lado e para o outro. Ele já percebeu que sua amiga geralmente faz isso inconscientemente quando está ansiosa com alguma coisa. Nesse caso, Eduardo decide levar mais a sério o projeto e ser mais participativo, desse modo, resolveu perguntar antes que o assunto mudasse:

— Mas o disco de Newton é um experimento mesmo? Sei que assistimos a uns vídeos com coisas bem simples... mas... sei lá, sempre achei que experimentos fossem aquelas coisas *beeem looucas* que passam em filmes, com espumas, fogo e tudo o mais.

Essa parecia uma pergunta boba, mas pegou os outros três de surpresa. Como o professor Matias sempre diz: “na dúvida, pesquise”. Então, eles procuraram em um site de buscas para tirar toda e qualquer confusão. Ao carregar os resultados, Elisa diz para o grupo:

— A definição de experimento é qualquer trabalho científico que propõe verificar um fenômeno da natureza. Então, acredito que sim... o disco de Newton é um experimento.

— Essas coisas legais que tem na internet, em filmes e em desenhos devem ser possíveis de fazer, mas acho que só não se encaixa no tema. — complementa Luís após um tempo.

— Certo, então o que podemos fazer além desse experimento? — pergunta Juliana, pensativa. — Que tal um relógio solar (2)? — com mais empolgação, Juliana quase grita ao pensar nesse experimento.

Elisa continua anotando as ideias, mas não consegue mais manter a organização. Ela já está pensando na trabalhadeira que vai ter para passar tudo a limpo mais tarde – talvez seja melhor mandar alguém fazer isso.

Eles continuam tendo ideias e conversando, mas muita coisa é jogada fora e, no fim, além de exaustos, sentem que voltaram à estaca zero. Foi muita informação para uma tarde só – e mal sabiam eles que ela estava apenas começando.

Apesar de parecer que uma eternidade já tinha se passado, ainda eram apenas 15h30 da tarde. Então, já que haviam assistido a vários vídeos, Elisa sugere ir à biblioteca da cidade, que fica logo após à escola.

## Capítulo 02.

### Uma descoberta inesperada

A biblioteca é bem antiga e um pouco escura. Possui várias prateleiras e livros velhos e algumas poucas mesas e cadeiras para quem quisesse, porventura, estudar – venhamos e convenhamos que elas estavam mais para objetos de decoração. Apesar de não vir muito aqui, esse é o lugar favorito de Elisa, que pretende um dia se tornar escritora. O cheiro de livro antigo é muito forte e toma conta de cada centímetro daquele local...

— Ok, então cada um procura em uma categoria, certo? Talvez aqui a gente consiga organizar melhor nossas ideias. — diz Juliana, indo em direção à seção de *ciências elementares*.

Todos os quatro se separam. Elisa resolve sentar-se e tentar passar a limpo as suas anotações com as ideias que tiveram enquanto os outros procuravam por livros ou ajuda de alguém. Seria impossível pedir para alguém reescrevê-las se nem ela estava entendendo *bulhufas* do que escreveu. As mesas ficavam perto das últimas prateleiras de livros.

De repente, Elisa escutou um barulho no final da biblioteca, perto de onde estava. Ela olhou à sua volta e percebeu que Juliana e Eduardo estavam perto, mas aparentemente não ouviram nada. Ela chamou os dois amigos e eles foram na direção de onde o barulho tinha vindo. Estaria tudo bem se o som tivesse sido de livros batendo, mas pareceu uma pancada e talvez o arrastar de madeira? Quando chegaram no final da biblioteca, um lugar bem escondido, encontraram uma situação completamente inesperada: uma das prateleiras de livros estava aberta, evidenciando uma escada para um porão muito iluminado. Luís estava saindo do local, indo em direção de seus amigos.



Assustados, Eduardo começa, quase em gritos:

— O... o... o que é isso...? O que aconteceu?

— Eu tentei puxar um livro enorme de Física que estava alí embaixo — explica Luís, já em pé, sussurrando e apontando para o canto da prateleira em que se encontra o livro — e do nada essa estante se abriu.

— Por que você tentou pegar esse livro? — pergunta Elisa sem entender, já que esse é claramente um livro GIGANTE e com temas muito avançados. — acho melhor a gente voltar para casa agora...

— Só fiquei curioso... — responde Luís, dando de ombros.

— Eu quero saber o que tem lá embaixo... alguém mais? — pergunta Juliana na esperança de que digam que sim.

Luís e Eduardo assentem com as cabeças e os três tentam convencer Elisa. Depois de um certo tempo, os quatro resolvem descer e explorar aquele lugar. A escada não possui muitos degraus e logo revelou uma sala com vários aparelhos tecnológicos e potes de vidro com líquidos coloridos, mas o que chamou a atenção de todos logo de cara, foi uma porta colorida à frente da escada. Os quatro andaram de fininho pelo laboratório, observando cada detalhe. Luís se aproximou daquela porta colorida e, quando ia tocá-la, é interrompido por uma voz desesperada e desconhecida:

— Não, não, não, não... o que você está fazendo? Saia de perto daí agora!

Todos olharam automaticamente para a direção daquela voz e Luís, assustado, se afastou da porta, quase caindo no chão.

## Capítulo 03.

### O convite

Na frente da porta colorida, estava uma mulher *ruiva* vestindo um jaleco branco. Ela parecia estressada e parou em frente a porta antes que eles pudessem sequer vê-la se movendo – o que o desespero não faz, meus amigos.

— Quem é você? Que lugar é esse? — pergunta Juliana, encarando a mulher de cabelos cor de cobre.

— Eu quem pergunto... quem são vocês? O que estão fazendo aqui? — retruca a mulher, impaciente.

— Eu me chamo Elisa, essa é Juliana, esse é Luís e esse, Eduardo. Nós moramos aqui por perto, com exceção de Luís. Viemos à biblioteca para tentar encontrar alguma coisa interessante para nosso trabalho da feira de ciências da escola.

— É... e-eu tentei pegar um livro e uma das estantes de livros simplesmente abriu, mostrando uma escada para esse lugar... — complementa Luís, ainda assustado.

A mulher ainda parada em frente a porta, coloca a mão na cabeça, dá um longo suspiro e finalmente resolve falar:

— Vocês não deveriam estar aqui! Mas... bom... eu me chamo Aurora. Sou cientista e montei meu laboratório aqui, como podem ver.

— Ân... na biblioteca? Nunca pensou que simplesmente isso acabaria acontecendo? Me desculpa, mas não foi muito difícil de achar seu esconderijo não. — diz Eduardo que, até agora, estava observando os detalhes das mesas e das prateleiras.

— Eu gosto do silêncio que tenho aqui e, como vocês devem perceber, quase nunca tem gente nesse lugar e menos pessoas ainda interessadas em Física avançada. Inclusive, essa biblioteca deveria ser mais bem cuidada, não acham? Enfim, agora que vocês já entenderam e foi tudo um grande acidente, podem ir embora e fingirem que nada aconteceu. — disse Aurora quase em um fôlego só, enquanto guiava os meninos para a saída, pensando no trabalho que iria ter para encontrar um outro esconderijo.

— Não, pera, pera, você disse que é cientista, né?! Você pode nos ajudar com nosso trabalho! Por favor... — pede Juliana, parando no meio do caminho, em meio a uma onda de empolgação.

Os outros três logo se juntam a ela e começam a pedir ajuda. Aurora para, pensa e finalmente diz:

— Ok... mas primeiro me contem, o que tem de tão especial nessa feira de ciências que os trouxeram até aqui?

Os quatro explicaram toda a história desde a escola até aquele momento. Falaram sobre a importância de fazerem um bom trabalho e o quanto estavam confusos. Até que, no meio de tanto falatório, Luís percebeu que todos eles haviam esquecido da porta! Então, quando terminaram de explicar toda a história, Luís toma coragem e pergunta:

— O que é aquela porta ali? Por que você ficou tão estressada quando cheguei perto dela?

Aurora parece ter ficado surpresa. Ela achava que eles já tinham esquecido sobre a porta, mas entendendo a situação deles e querendo ajudá-los, decidiu confessar:

— Na verdade, lá está um *portal*. Quando passamos por ele, podemos viajar no espaço e no tempo. Aqueles botões ao lado servem para ajustar a época e o local para onde queremos ir.

Todos ficaram de boca aberta – não era para menos.

— *Cê tá brincando?* E você escondeu esse portal tão mal escondido assim? — solta Eduardo, sem pensar muito bem antes de falar.

Aurora dá uma pequena risada e diz:

— Não, não estou brincando. E da próxima vez esconderei melhor, tudo bem? Mas... já que já sabem de tudo, é assim que pretendo ajudá-los... acredito que tenha gente lá do passado que possa tirar todas suas dúvidas melhor que eu.

Os quatro ficam sem acreditar. Eles se olham e tentam entender se estão sonhando ou se realmente aquilo está acontecendo. Ficam sem reação por tanto tempo que Aurora decide falar:

— Oi? Vocês ainda estão aí mesmo? Vão querer viajar comigo nessa aventura ou não?

## Capítulo 04.

### O comportamento da luz

Os quatro se isolaram em um canto e começaram a discutir se iriam ou não. Elisa dispara:

— Vocês não estão pensando em ir, né?! A gente nem sabe o que pode acontecer e nem se essa mulher é confiável.

— Bom... ela queria que fôssemos embora, nós que insistimos para ela nos ajudar. — responde Juliana.

— Isso! E outra, eu estou com meu celular, qualquer coisa eu ligo para alguém! — fala Eduardo.

— Oi? Você esqueceu que ela nos chamou para *viajar no TEMPO*? Não é como se fôssemos alí na esquina, Eduardo... — Elisa responde, indignada. — E nossos pais também ficarão preocupados com nossa demora...

Aurora interrompe a conversa:

— Chamei vocês para viajarem no *espaço-tempo*! Se viajássemos só no tempo para um ano e horário específico, acabaríamos no meio do nada! Mas isso eu posso explicar melhor depois. O que vocês precisam saber é que é seguro. Entraremos naquela máquina alí para atravessarmos o portal e depois poderemos voltar para esse exato momento.

Diante da intromissão de Aurora, Elisa pergunta a si mesma se estava falando muito alto. E, a partir da fala da cientista, esse é o primeiro momento em que eles observam uma grande máquina que também está no laboratório – o portal chamou mesmo a atenção deles.

“Agora que não os convenço mesmo”, pensou Elisa, que logo em seguida falou:

— Tá... Tudo bem...

— O tema da feira de ciências é sobre luz, né?! — pergunta Aurora, apesar de já saber a resposta, mexendo em algumas coisas de seu laboratório — Vocês sabem o que é luz ou como ela se *comporta*?

— Como assim? — pergunta Juliana.

— É o que ilumina, não?! — afirma Luís.

— Bom... sim, mas podemos dizer que a luz é uma radiação<sup>5</sup> que nos proporciona diversos fenômenos, como por exemplo os dias e as noites... — diz Aurora enquanto procura alguma coisa em uma das várias gavetas do laboratório. — ACHEI! — fala empolgada ao encontrar um pequeno laser que há um tempo era utilizado como um chaveiro. Restabelecendo a concentração, ela continua:

— A luz pode ser colorida, como a desse laser vermelho, ou branca, como a das lâmpadas desse laboratório. A luz branca é derivada de uma mistura de várias cores, sabe quais são elas?

— As cores do arco-íris! — diz Eduardo com empolgação. Nessa altura do campeonato, os quatro adolescentes já estão sentados no chão do laboratório e nos degraus da escada, prestando atenção na explicação.

— Exatamente! A luz branca é a mistura das luzes das cores violeta, anil, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho. Quem descobriu isso foi o famoso cientista Newton. Inclusive... vocês já ouviram falar no disco de Newton?

Os quatro se entreolharam e deram uma pequena risada, afirmando que sim com a cabeça.

— Bom, é exatamente isso que esse disco tenta mostrar: que essas sete cores formam a cor branca.

Aurora apaga todas as luzes de seu laboratório, liga o laser em direção a um de seus balcões e continua.

— Outra coisa interessante que vocês podem observar, é que a luz desse laser vai apenas até o primeiro obstáculo, né?! ***Isso porque a luz não envolve ou contorna os objetos. A luz segue em linha reta!***

— O que isso quer dizer? — questiona Juliana

— Nas ciências naturais, os cientistas sempre criam ideias que explicam como ocorrem as coisas na natureza de acordo com determinadas condições. Assim, observando o comportamento da luz, sempre representamos a luz com linhas retas.

— Ok... — disse Luís, pensando. — Mas por que você apagou as luzes para nos mostrar isso?

---

<sup>5</sup> Emissão de energia.

— Queria que vocês conseguissem ver um pouco da trajetória<sup>6</sup> que a luz percorre até o balcão. Com as demais luzes acesas, vocês não conseguiriam identificar bem a luz do laser.

— Com as luzes acesas, a luz do laser não iria até o balcão, né?! Ela terminaria antes... — diz Elisa.

Aurora escuta a afirmação de Elisa, acende as luzes do laboratório e resolve perguntar:

— Se eu deixar as luzes acesas, vocês verão a luz do laser no balcão?

— Acho que não. — responde Elisa.

— Já que a luz do laser vai mais distante quando estamos no escuro do que quando estamos no claro, então não deveríamos ver a luz do laser no balcão... — complementa Juliana.

Aurora, que está longe do balcão, aponta o laser para ele e os jovens observam.

— Mas a gente está vendo o ponto luminoso no balcão! — constata Eduardo.

— Exatamente! — Afirma Aurora. — O que isso quer dizer, então?

Depois de um tempo calados e pensativos, Luís arrisca:

— Que a luz chegou até o balcão mesmo com as luzes do laboratório acesas...

— Mas nesse caso a gente não consegue ver o laser indo até o balcão, apenas o ponto de luz... — afirma Elisa, ainda confusa.

— Exatamente! O que vocês estão observando está correto. A luz do laser vai até o balcão no claro ou no escuro. As luzes estando acesas ou apagadas não interferem no alcance<sup>7</sup> da luz do laser. A diferença está apenas no que a gente vê. Quando as demais luzes estão acesas elas interferem na nossa observação da luz do laser. Quando apagamos as luzes do laboratório, a única luz que observamos é a do laser e assim fica mais fácil de vermos não só o pontinho luminoso no balcão, mas também a luz pelo ar.

---

<sup>6</sup> Caminho percorrido por um objeto. Nesse caso, caminho percorrido pela luz.

<sup>7</sup> O alcance da luz refere-se à distância máxima que a luz pode ter.

— É por isso que quando os professores usam um projetor para passar um filme ou algum conteúdo para nós, eles sempre apagam as luzes da sala? Por que quando as luzes estão acesas, fica mais difícil de ver as imagens no quadro... — questiona Juliana.

— Isso! Ótimo exemplo! — Incentivou Aurora. — Conseguimos observar melhor a imagem no quadro pois não tem outras luzes interferindo a do projetor. A luz sai em linha reta de uma lâmpada dentro do projetor e chega até o quadro, projetando a imagem que vemos. Apesar de não vermos a luz pelo ar, ela está lá.

— Então a luz está na parte iluminada do quadro e no ar? Tipo... entre o projetor e o quadro? — perguntou Luís.

— Isso mesmo! — respondeu Aurora.

— Mas sempre que a gente apagar as outras luzes, a gente vai ver esse caminho da luz? Porque mesmo aqui tão escuro, quase não consegui ver o caminho do laser. E na escola não vejo a luz no ar do projetor ao quadro.

— Na verdade, nem sempre. Nós só conseguimos perceber a luz quando os raios luminosos chegam até nossos olhos. A luz do laser segue principalmente em uma direção.

— Na direção em que apontamos o laser?

— Isso! Então se a luz que é emitida pelo laser não chega até nossos olhos, não poderemos perceber que alguma coisa está iluminada ou que a luz está passando por essa região do ar.

— Hmmm... então não tem nada que a gente faça para que a gente consiga observar bem esse caminho do laser?

Aurora pensa por um tempinho, vai até uma das suas prateleiras e pega um *aromatizador de ambiente* e fala:

— Se eu borrifar esse spray no ambiente, o que acontece?

— Vai ficar mais cheiroso — brincou Eduardo.

— Verdade. — riu Aurora — Mas e se eu ligar o laser e ficar pressionando o spray onde estaria a trajetória do laser?

Os jovens ficaram em silêncio. Eles não sabiam o que aconteceria. Então Aurora continuou:

— Quando colocamos o spray no ar por onde está passando o laser, conseguimos vê-lo facilmente!

A cientista perguntou se alguém poderia ajudá-la e Juliana rapidamente se voluntariou. Juliana pegou o laser e o acendeu em direção ao balcão, como Aurora estava fazendo anteriormente. Enquanto isso, Aurora pressionou a válvula do spray perpendicularmente<sup>8</sup> à trajetória do laser. Os jovens ficaram surpresos. Realmente melhorou muito a visualização da trajetória da luz (3).

— Então... isso acontece porque o spray espalha a luz do laser pelo ar. Então essa luz vermelha chega até seus olhos e vocês conseguem identificá-la. Dentro da sala de aula pode acontecer a mesma coisa com a luz que sai do projetor... mas se observarem bem, vocês conseguirão ver pequenos pontinhos de poeira iluminados nesse espaço.

É nesse momento que todos ouvem um miado na direção da máquina que fora apresentada a eles mais cedo. Os cinco observam, então, um gatinho gordinho e peludo se espreguiçando e indo em direção a Aurora.

— Esse aqui é o cinzento. Adotei há pouco tempo e ele sempre me faz companhia. — diz a cientista já com o gatinho em seus braços.

Todos ficaram completamente encantados com aquele filhotinho. Juliana sorri e sussurra para Elisa:

— Tá vendo? Ela gosta de gatos! Não tem como uma pessoa que gosta de gatos ser ruim.

Elisa revira os olhos e pensa: “o que é que tem a ver?”, mas depois sorri ao pensar em sua gatinha Amora. A cientista continua:

— Mas e se em vez de usarmos a luz de um laser, utilizássemos a luz de uma vela? Ela alcançaria o balcão?

Depois de um tempo, Luís e Juliana respondem na mesma hora:

— Sim. — diz Luís associando a luz da vela à luz do laser.

— Não. A luz de uma vela não vai até lá... — pensa Juliana após lembrar das histórias que sua mãe contava sobre sua infância. Sua mãe havia morado em um Sítio e eles tinham que acender várias velas para conseguirem enxergar bem. A luz de uma vela não iluminava o suficiente.

---

<sup>8</sup> Formando ângulo de 90°.

**Juliana explicou a partir das histórias de sua mãe o motivo de sua resposta, enquanto seus amigos permaneceram pensativos.**

— Isso mesmo, Ju. — diz Aurora. — A luz de uma vela, por ser menos intensa que a do laser, provavelmente não chegaria até o balcão. Isso porque a luz vai perdendo a intensidade enquanto se afasta do objeto que está gerando a luz. Nesse caso, esse objeto é a vela. Mas isso não aconteceria no vácuo<sup>9</sup>. No vácuo, toda luz teria alcance infinito, ou seja, a luz emitida pelo laser e pelo fogo da vela não teria fim, independentemente da intensidade das luzes emitidas.

**Enquanto eles conversavam sobre esses temas, Elisa anotava o que podia... Afinal, não sabiam se eles lembrariam de todas essas informações depois. Aurora continua:**

— Ah, também é importante vocês conhecerem as fontes de luz... Vocês conhecem?

Apenas Luís diz que sim, já que havia estudado um pouco sobre isso na escola antiga, então a explicação prosseguiu:

— Nós temos quatro classificações para fontes de luz. Existem as fontes de luz primárias e secundárias e as fontes de luz puntiformes e extensas. O Sol é um exemplo de fonte primária de luz, pois ele produz toda a luz que emite. Enquanto isso, a Lua é um exemplo de fonte secundária, pois ela não produz luz própria. A Lua apenas *reflete a luz*<sup>10</sup> que o Sol produz. As fontes de luz primárias podem ser chamadas também de *corpos*<sup>11</sup> *luminosos*, enquanto as secundárias são chamadas de *corpos iluminados*. Outros exemplos de fontes primárias são as lâmpadas, lanternas, esse laser, um fósforo ou vela acesa... ou seja, tudo que emite luz própria.

— Aurora, e se a gente acender uma fogueira a partir de um fósforo? O fósforo será fonte primária e a fogueira secundária? — questionou Luís, pensativo.

— Nessa situação, tanto o fósforo aceso quanto a fogueira acesa são fontes de luz primárias. Quando a fogueira é acesa, ela passa a emitir sua própria luz, assim como o fósforo! Já as fontes secundárias de luz são aquelas que não emitem luz

---

<sup>9</sup> Região vazia. Sem matéria. Sem objetos e sem ar.

<sup>10</sup> Refletir a luz, ou, a reflexão da luz acontece quando a luz atinge um objeto e volta para o meio em que estava. Um efeito parecido pode ser observado ao jogar uma bola ou borracha na parede. A bola vai do ar para a parede e depois volta para o ar!

<sup>11</sup> Objetos, matéria.

própria, podendo ser uma folha de caderno ou de livro, uma mesa, um lápis, uma poça d'água ou até mesmo um palito de fósforo apagado.

Assim que Aurora conclui a fala, Eduardo acende sem querer a lanterna de seu celular — parece que alguém estava um pouco distraído. Olhando para a lanterna e se perdendo em seus pensamentos, ele constata:

— Certo, mas nem todos os tipos de luz são iguais. Por exemplo, a luz do meu celular é diferente da luz da vela.

Todos ficam calados e pensativos. De modo que Eduardo continua:

— Tipo... Certamente a luz da minha lanterna é igual ou pelo menos parecida com as luzes desse laboratório, mas... — Eduardo fala devagar enquanto desenvolve seu pensamento — deve ser diferente da luz do fogo e do Sol, né?!

— Por que seriam diferentes? — questiona Elisa.

— Talvez sejam diferentes por a luz do laboratório e a da lanterna ser feita por pessoas e a do fogo e do Sol não ser feita por ninguém... — complementou Luís.

— Isso! — concorda Eduardo. Luís tinha entendido seu pensamento!

— Além disso, elas podem ser diferentes em mais o que? — perguntou Aurora.

Todos ficam calados sem saber o que responder, de modo que Aurora resolve explicar:

— A diferença que vocês apontaram está nas fontes de luz e não na luz. E está correto! As fontes que foram feitas por pessoas, são conhecidas por fontes artificiais e as que não foram produzidas por seres humanos, são as fontes naturais. Mas reparem que a diferença não está na luz. A sua lanterna, as telas de celulares, dos computadores e das TVs foram produzidas pelo homem, mas a luz que elas emitem é tão natural quanto a luz do Sol, do fogo de uma vela ou de uma fogueira.

— E antes que vocês desistam, só mais uma coisa sobre fontes de luz... Como disse anteriormente, as fontes podem ser extensas e puntiformes, mas o que isso quer dizer? O que caracteriza essas fontes são seus tamanhos e as distâncias em que elas se encontram do objeto que ilumina. As fontes de luz extensas, são aquelas que têm

tamanhos consideráveis em relação ao objeto que é iluminado. O Sol é uma fonte de luz extensa para a Terra, pois o Sol é muito maior que a Terra.

— Lembro de ter visto uma vez que uma lanterna também pode ser uma fonte de luz extensa quando ilumina *de perto* uma bola de tênis. — diz Luís, ao se lembrar vagamente sobre o que estudou em sua antiga escola.

— Isso!! Já quando a fonte de luz é muito pequena ou está muito distante do objeto que ela ilumina, podemos dizer que essa fonte é *puntiforme*. A sua lanterna pode ser até uma fonte de luz puntiforme, se ela for colocada distante de uma bola de futebol, por exemplo (4).

— Ããã... acho que não entendi... quer dizer que uma única fonte pode ser extensa e puntiforme? — Elisa pergunta, confusa.

— Isso mesmo! Tudo depende do objeto que é iluminado e da distância em que esse objeto se encontra da fonte de luz! Bom... Essas são algumas classificações da luz e, como devem saber, a luz é essencial para a nossa vida na Terra e está por trás de vários assuntos importantes para nós, como nas fases da Lua, eclipses, estações do ano, conservação ambiental, desenvolvimento tecnológico e tudo mais. Mas agora vocês podem ver e discutir tudo isso com umas pessoas especiais lá do passado. Bora?

— Já passou da hora, achei que a gente não ia mais. — diz Eduardo em tom de brincadeira.

Aurora parou, olhou seriamente para os jovens e falou:

— Aah... só mais uma coisa... já ia esquecendo... tenham cuidado com o que falam, pois vocês podem mudar o curso de toda a história da humanidade.

Os jovens ficaram amedrontados, mas a cientista os acalmou. Eles só precisavam ficar atentos. Os cinco entraram na máquina e Aurora ajustou o local do espaço e tempo de destino.

**(ilustração com o gato entrando na máquina sem ser visto)**

## Capítulo 05.

### A Terra no centro do Universo?

#### **Alexandria - Egito, século III a.C., ano 280 a.C.: Aristarco de Samos.**

A máquina parou em uma região desértica. Estava quente apesar de o dia estar quase acabando e qualquer sinal de vida humana só podia ser observado a uma distância considerável de onde eles pararam. – mas certamente eles não prestaram atenção nisso de imediato, afinal eles acabaram de viajar no espaço-tempo!!!

— UAU — diz Eduardo saindo da máquina do tempo. — Isso realmente funcionou?! Não é querendo duvidar, não, mas...

Todos ficaram de boca aberta e muito curiosos. Afinal, quem diria que viajar no espaço-tempo seria possível? – será que não é um delírio coletivo?

— Onde estamos? Em que ano? — pergunta Juliana, quase explodindo de tanta curiosidade e empolgação com a experiência completamente nova, beirando o surreal.

— No Egito, século III antes de Cristo! Vamos conhecer um cientista grego! O Egito, a Babilônia e principalmente a Grécia foram berços de muitas coisas que conhecemos hoje. Na Grécia foram desenvolvidas noções de filosofia, de escolas, democracia, geometria, estudos musicais e também do que hoje chamamos de Astronomia, por meio de observações e estudos do céu. — explica Aurora, feliz com a empolgação dos jovens.

— Século III antes de Cristo?! Isso já faz muuuuito tempo, né?! Como que as coisas que foram pensadas aqui ainda servem para alguma coisa? — questiona Elisa, pensativa.

Aurora adquiriu um ar filosófico e pensativo. Não era incomum se deparar com perguntas como essa e ela adorava respondê-las! Ela estufou o peito, levantou o dedo indicador apontando-o para o alto e explicou:

— Para sabermos tudo o que sabemos hoje, precisou que alguém começasse a observar e tirar algumas conclusões. Para você terminar uma atividade, precisa primeiro começá-la, não é?! O processo de desenvolvimento da ciência não é regular. Todo conhecimento que é aceito hoje pela ciência foi aperfeiçoado a partir das observações e explicações que foram sendo dadas ao longo da história. Entender o

passado e o processo de desenvolvimento de teorias e em que contexto elas surgiram é fundamental para entendermos o presente. *A Astronomia que veremos aqui não é a mesma da nossa época nós viemos, mas é importante para podermos saber o que sabemos.* O que vocês estudam e vão estudar na escola passou por um looongo processo de desenvolvimento e mudanças.

— Hmm... Interessante... Sempre parece tão fácil para quem inventou as coisas e tão difícil para nós... — confessa Elisa.

— Vocês vão ver que não é bem assim. As ciências sofrem constantes modificações desde essa época e sempre está sendo aperfeiçoada e sofrendo revoluções. Os famosos cientistas não fizeram tudo sozinhos e nem fizeram tudo do nada... Sempre se apoiaram em outros que vieram antes, assim como vocês! — exclama Aurora.

Os quatro ficam bastante satisfeitos em saber disso e Luís pergunta com empolgação:

— Falando em cientistas... Quem vamos encontrar?

— Aristarco de Samos! Já ouviram falar dele? Inclusive, devemos ir andando... — diz Aurora, pensando para onde eles têm que ir. Essa é uma noite de eclipse da Lua e eles devem encontrar o cientista antes que o sol se ponha.

Os quatro amigos ficam perdidos... “Aris...” o quê?! Nunca tinham ouvido sobre ele... Ignorando não saber de quem Aurora está falando, Eduardo pergunta:

— Por que não paramos pertinho dele mesmo? Parece que vamos ter que andar bastante ainda... E outra... Como vamos encontrá-lo?

— Nós não queremos chamar mais atenção do que já vamos chamar, então por isso que paramos longe... E o nome dele é Aristarco! O nome “de Samos” vem da cidade em que ele nasceu. A maioria dos filósofos, astrônomos e matemáticos antigos são conhecidos pelo seu nome acompanhado do nome da cidade em que nasceram. Ele é um astrônomo que nasceu na cidade de Samos, que é localizada na Grécia... Ele veio para Alexandria, aqui no Egito, para estudar. — respondeu Aurora a partir da pergunta de Eduardo e ao ver a cara de dúvida deles.

Ela começa a andar e todos vão atrás dela.

— Juliana de Carambolas! — brinca Juliana com a nova informação, causando o riso dos amigos.

Depois de andarem bastante, eles finalmente encontraram o astrônomo Aristarco de Samos. Ele está estudando ao ar livre, pensando em voz alta, distraído com relação a sua volta. Antes de abordá-lo, Aurora entrega aos jovens tradutores que possibilitariam a comunicação entre eles. Os tradutores eram pequenos e discretos aparelhos que deveriam ser inseridos no ouvido - até meio sem graça, para ser sincera. Eram semelhantes aos fones de ouvido sem fio, mas menores e com cor sem graça, sem nenhuma discricção ou informação neles. Todos inseriram o aparelho em seus ouvidos. Os tradutores permitiam que eles compreendessem e falassem sem dificuldade várias línguas de outros lugares e épocas que estavam catalogadas. É como se, de um segundo para o outro, eles se tornassem fluentes em grego, italiano, árabe etc.

“Esse aparelho seria muito útil para as provas orais de inglês”, pensou Eduardo.

— Aristarco? — fala a cientista, chamando atenção do matemático.

Ele estranha aquelas pessoas tão diferentes, com roupas e acessórios que nunca tinha visto e as observa atentamente. Aurora se apresenta, assim como todos os jovens, e explica o objetivo de sua procura: discutir sobre a visão do universo. Falou também que eles eram estrangeiros e que ainda estavam aprendendo grego. Apesar do estranhamento com a situação, Aristarco, que sempre estava com a cabeça na lua, se distrai facilmente e mais facilmente ainda se empolga sempre que ouve sobre qualquer tema que envolve vida e universo. Com a empolgação, ele simplesmente começou a falar sobre o que estudava:

— Bom... Por onde começar...? O céu já é observado há muito tempo e existem muitas explicações de como o universo é composto ou de como ele se comporta. Nós estudamos o céu prestando muita atenção nele por bastante tempo, acompanhando o Sol ao dia e a Lua, os planetas e as estrelas à noite.

— O céu aqui à noite é perfeito — diz Aurora, olhando para o alto e percebendo que as primeiras estrelas já começaram a aparecer.

Aristarco continua falando sobre seus estudos:

— **O universo é composto por estrelas fixas, planetas, a Terra, o Sol, a Lua e tem formas perfeitas! A Terra se localiza no centro do universo e o Sol, a Lua e os outros planetas giram ao redor da Terra formando *circunferências*. A**

circunferência e a esfera são formas perfeitas e, sendo a natureza perfeita, são essas formas que estão presentes nos movimentos dos *astros*<sup>12</sup> em volta da Terra. Basta olhar para o céu pela manhã e ver que o Sol vai de um lado a outro da Terra! A mesma coisa acontece com a Lua e com as estrelas fixas todos os dias! As estrelas estão beem longe, todas a uma mesma distância de nós.<sup>13</sup>

— Se as estrelas são fixas, como elas se movem? — perguntou Luís.

— As estrelas se movem juntas no céu. Elas se movem para nós, mas estão sempre nas mesmas posições com relação umas às outras! — explicou Aristarco. — e em determinadas épocas do ano a gente deixa de ver algumas estrelas e passamos a ver outras que não eram visíveis. Isso acontece por causa desse movimento!

Aurora pediu licença a Aristarco para falar em sua língua para que os jovens compreendessem melhor. Então ela resolve complementar, falando em português:

— Assim que foi possível formar as constelações! Elas são formadas por grupos de estrelas. As pessoas atribuem aos grupos de estrelas significados e histórias que correspondem a suas culturas e crenças. Por exemplo, conhecemos as constelações de peixes, touro, gêmeos, órion etc. Essas são constelações gregas que são conhecidas e utilizadas por nós, mas os chineses, por exemplo, deram outros nomes, formas e significados a elas. Se as estrelas se movimentassem no céu de formas diferentes, não teríamos como atribuir significados a elas e nem conseguiríamos identificar sempre um mesmo grupo de estrelas à noite. Essas constelações ajudaram a identificar as estações do ano, por exemplo, já que os povos atribuíam significado a uma constelação que aparece sempre em determinada época do ano. Quando alguma constelação aparecia no horizonte no início da noite, os povos egípcios, babilônios e gregos já sabiam qual estação estava chegando. Assim, eles acompanhavam também as épocas de plantação, colheita e de secas. E até hoje podemos saber em qual estação do ano nós estamos se olharmos as constelações! No hemisfério sul, se vemos a constelação de *escorpião* no horizonte no início da noite, sabemos que estamos chegando no inverno, enquanto a constelação de *órion* representa o início do verão. No hemisfério norte ocorre o contrário. A constelação de *escorpião* representará a chegada do verão e a constelação de *órion*, a do inverno.

<sup>12</sup> Corpos celestes. Planetas, estrelas, cometas, etc. podem ser chamados de *astros*.

<sup>13</sup> Lembrem-se que essa não é mais uma visão correta de acordo com a ciência atual.

— Mas as constelações não são figuras? Tipo... desenhos? — perguntou Elisa, lembrando de umas figuras que tinha visto em um livro ilustrado.

— Não, não. Essas figuras correspondem a história que alguém dá para a constelação. São só simbolismos para que seja expressado o que um povo vive e acredita. Se você olhar para um local específico do céu verá que as estrelas formarão uma constelação, mas vocês não precisarão de figuras sobre elas para identificá-las.

— Entendi isso, mas por que você está falando em português e não em grego se nós estamos com os tradutores? — questionou Juliana.

— Na verdade, fiz isso porque as constelações que conhecemos foram nomeadas e organizadas ao longo dos anos. As primeiras constelações gregas só foram nomeadas alguns anos após a morte de Aristarco e, como disse antes, precisamos ter cuidado com o que falamos!

Os jovens compreenderam e começaram a encarar o céu, ao passo que Aurora e Aristarco mostraram a eles algumas estrelas do céu do Egito (5). Logo após, Aristarco continua:

— De acordo com Aristóteles, um filósofo muito famoso, o céu é perfeito, enquanto a Terra passa por várias mudanças todos os dias. Enquanto as pessoas que são imperfeitas estão no centro do universo, na Terra, os deuses, que são perfeitos, ficam no céu, lugar adequado para ser ocupado por divindades!

Ainda vidrado no céu e percebendo que já havia anoitecido completamente, Eduardo ficou curioso e, sem pensar muito, perguntou:

— Que horas são?

Aristarco ficou pensativo. A sociedade da época ainda não marcava as horas como se faz atualmente. Aristarco acreditou em Aurora e pediu para que eles os seguissem. Eles andaram um pouco até chegarem a um círculo feito de mármore com um triângulo em cima que também é feito de mármore. Apesar de ter anoitecido, eles conseguiam enxergar bem o objeto devido a claridade da Lua. Então, antes mesmo de Aristarco falar, os jovens identificaram: era um relógio solar. Eles já tinham visto em alguns dos vídeos para a feira de ciências, mas definitivamente era mais interessante ver assim, pessoalmente. Depois de observarem o objeto por um tempo, Aristarco falou:

— Nós medimos o tempo com o relógio solar. Mas, como ele depende da luz do Sol, só conseguimos marcar o horário durante o dia. Ou seja, quando o Sol nasce até ele se pôr. Esse triângulo aqui é chamado de gnomon. Para nossa localização ele fica nessa posição e a luz do Sol faz com que a sombra do gnomon seja projetada sobre as horas cravadas no mármore. A sombra muda de posição indicando horas diferentes de acordo com o movimento do Sol no céu, ao redor da Terra.

Aristarco já estava se virando para voltar para o local em que estava quando os viajantes chegaram, quando disse, risonho:

— E é por isso que não sabemos que horas são agora. — após uma breve pausa e começando a andar em direção ao seu destino, continuou seriamente. — Vamos voltar, pois o eclipse está prestes a começar e eu preciso voltar para minha posição.

Eles chegaram novamente onde estavam anteriormente e se organizaram em uma fileira meio desordenada. Aristarco já estava concentrado para observar o eclipse, se perdendo em seus pensamentos. Enquanto isso, Aurora se prendeu novamente ao céu, observando atentamente a Lua e as estrelas.

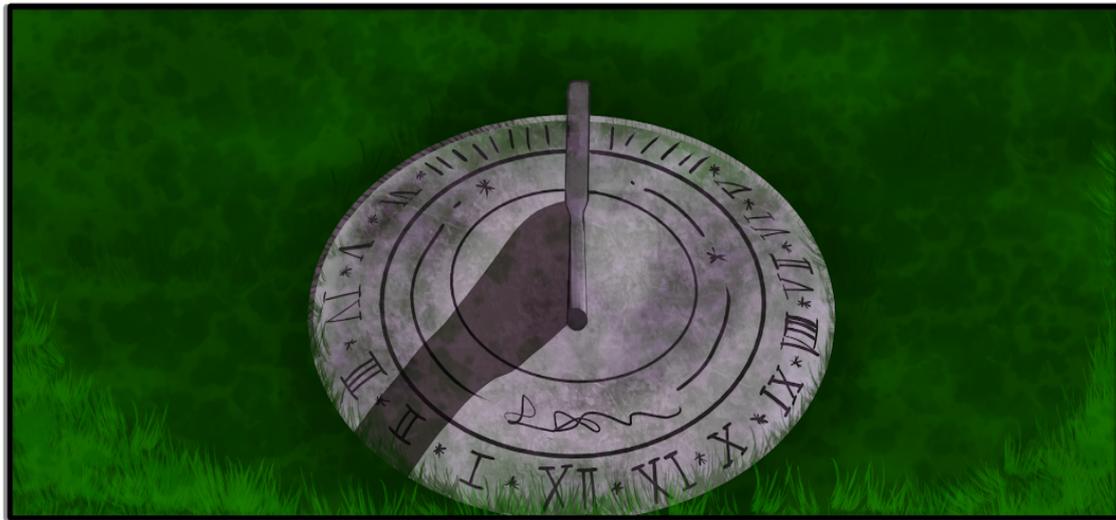
Os jovens, por sua vez, estavam encarando os cientistas. Era até impressionante como Aristarco e Aurora estavam encantados com o céu - que sem dúvida merecia ser observado. Luís estava com uma pergunta em mente desde quando o matemático explicou sobre os relógios solares e resolveu perguntar:

— Aristarco, quando você falou que as horas são marcadas pelo Sol se movendo ao redor da Terra, você estava se referindo só ao que observamos, né?! No caso, o Sol está girando ao redor da Terra.

— Como assim? — questionou Aristarco, confuso com a pergunta do garoto.

Aurora ainda estava concentrada no céu. Enquanto Luís estava em uma das pontas da fileira falando com Aristarco, ela estava na outra ponta, próxima a Elisa. Juliana e Eduardo, que estavam no meio dessa fileira, começaram a prestar atenção na conversa dos dois. Elisa, por sua vez, utilizava sua criatividade para criar suas próprias constelações em sua mente. Luís continuou, como resposta a reação de Aristarco:

— A gente observa o Sol se movendo em torno da Terra, mas na verdade é o contrário que acontece. A Terra gira ao redor do Sol... — ele fez uma pausa — bom, pelo menos foi isso que lembro de terem me dito.



Aurora só ouviu quando Luís falou “a Terra gira ao redor do Sol” e ela ficou simplesmente atordoada. Juliana e Eduardo ouviram o que ele estava falando, tentando se lembrar se tinham estudado sobre isso. Foi só quando percebeu as expressões de Aristarco e Aurora, que Luís entendeu que falou demais.

A cientista ficou desesperada e sem saber como reagir, enquanto o matemático ficou ainda mais pensativo. Nesse momento, chegaram dois filósofos para observar o eclipse com Aristarco e, enquanto ele se distraía, Aurora e os 4 adolescentes saíram correndo em direção à máquina do tempo. Eles tinham que encontrar a máquina antes de ocorrer a fase da totalidade do eclipse e antes que Aristarco pudesse perguntar qualquer coisa. Juliana, Eduardo e, obviamente, Luís, ficaram nervosos e sem saber o que fazer. Elisa não sabia o que estava acontecendo e só fez a mesma coisa que os demais: seguiu Aurora! - isso renderia uma bronca!

Quando chegaram à máquina, cansados de andar, Aurora começou a rir, o que desencadeou a risada dos outros três, que ainda estavam nervosos. Mais uma vez, Elisa estava confusa. Depois da crise de risos, Aurora explicou a Elisa o que havia acontecido e disse novamente - completamente séria - para terem mais cuidado com o que falam, pois isso poderia mudar o curso de toda a história da humanidade! Os jovens ficaram assustados com essa possibilidade, mas foram confortados pela cientista.

— Mas eu não entendi uma coisa... — disse Eduardo. — O que Luís fez de errado exatamente?

— O que ele falou estava correto, mas Aristarco não sabe, ou melhor, não sabia, sobre a teoria heliocêntrica. Essa teoria aborda justamente o que Luís falou, que o Sol é o centro do sistema solar e a Terra e demais astros giram ao redor do Sol!

— Xiii... E agora? Agora realmente entendi todo o alvoroço! — exclamou Eduardo.

— Bom, agora precisamos avançar no tempo e ver o que aconteceu. A verdade é que, antes de viajarmos ao passado, Aristarco tinha teorizado sobre o heliocentrismo em uma noite de eclipse lunar. A partir de suas observações ele realizou cálculos que mostram que o Sol é muito maior que a Terra e, portanto, a Terra deveria girar ao redor do Sol e não o contrário...

— Será que isso ainda vai acontecer? — perguntou Juliana.

— Vamos sair daqui e ver o que aconteceu... De qualquer modo, está na hora de conhecerem alguém que poderá explicar melhor o modelo heliocêntrico, que é o que aceitamos na nossa época.

Eles se acomodaram na máquina e partiram.

## Capítulo 06.

### As descobertas de Galileu.

#### **Pádua - Itália, século XVII, 1628: Galileu Galilei.**

Os cinco viajantes foram à Itália no século XVII. Nessa época alguns países da Europa estavam passando por um período intitulado *Santa Inquisição*. A inquisição foi instaurada na Europa a fim de combater costumes que se desviavam da ética e costumes católicos. As pessoas que eram acusadas de desrespeitar esses costumes eram perseguidas pela Igreja Católica, podendo serem presas e até condenadas à morte. Heresia e bruxaria eram considerados crimes graves pela Igreja Católica. Por isso, os cinco viajantes deveriam ter muito cuidado ao chegarem e partirem dessa época.

— Ufa! Chegamos. Precisamos ter mais cuidado e atenção, ok?! — perguntou Aurora, se questionando sobre a segurança de ter levado aqueles adolescentes para essa época.

Todos concordaram e ouviram com atenção a explicação da cientista sobre o que ocorreu na história desde Aristarco até a época em que estão agora:

— Bom, estamos no século XVI depois de Cristo. Vamos conhecer o famoso Galileu Galilei! Ele é físico, matemático, filósofo e astrônomo e poderá explicar para vocês sobre o modelo do heliocentrismo. Já se passaram **19 séculos**, 1900 anos, desde quando o primeiro homem, Aristarco de Samos, pensou e conseguiu verificar matematicamente que a Terra não estava no centro do universo. Então realmente nada foi alterado. Porém, a ideia dele e seus argumentos não foram suficientes para que o heliocentrismo fosse aceito. De seus textos, apenas um foi preservado e, na verdade, Aristarco foi até acusado de perturbar o descanso dos deuses, devido seus estudos!

Os jovens passaram um tempo calados por causa dessa informação, pensativos, até que Elisa gritou com tamanha empolgação:

— E SE ISSO ACONTECEU POR CAUSA DE LUÍS!? Tipo, a descoberta de Aristarco... Talvez por isso que não mudou nada na história. Porque a descoberta só foi feita pois voltamos no tempo.

— Espaço-tempo. — corrigiu Aurora, por impulso.

Elisa balançou a cabeça concordando. Os demais ficaram muito confusos - isso era um verdadeiro paradoxo. Aurora ficou pensativa, pensando que Elisa poderia ter razão, mas preferiu não aprofundar no assunto e dizer mais uma vez para tomarem cuidado com o que dizem. Voltando à história de Aristarco, Juliana perguntou:

— Isso tudo aconteceu porque ele pensava diferente dos outros? Tipo, as acusações...

— Basicamente sim, Juliana. A ideia de que a Terra não seria mais o centro do universo alterava a visão religiosa da época e batia de frente com uma ideia que já tinha bastante força na época, a geocêntrica. Depois disso, o modelo geocêntrico foi aperfeiçoado por um matemático chamado Ptolomeu, sendo ainda mais divulgado e aceito. Porém, outros filósofos, matemáticos, astrônomos etc., continuaram estudando e formulando suas teorias. Assim, Nicolau Copérnico, um cônego matemático e astrônomo da Polônia, desenvolveu a ideia do heliocentrismo se apoiando nas ideias de Aristarco e outros astrônomos e matemáticos da Grécia e Egito.

— Como você falou, né?! De cientistas se apoiarem em outros e tal.. — complementou Eduardo.

— Isso mesmo! — exclamou Aurora, contente. — E agora iremos conhecer Galileu, que fez contribuições significativas para o trabalho de Copérnico. Mas vocês vão ver que o pensamento religioso não mudou muito apesar da época e da religião terem mudado. E apesar de Galileu aceitar o modelo heliocêntrico, ele ainda não sabe tudo que é aceito por nós!

Os cinco saíram do local em que estavam, vestiram-se adequadamente para a época - não queriam parecer estranhos para as pessoas do local - e foram atrás de Galileu, um cientista determinado!

Ele estava na universidade de Pádua onde é professor. Aurora se sentia nervosa devido a possibilidade de conversar com ele, enquanto os adolescentes estavam extremamente desconfortáveis com aquelas roupas.

Galileu os observa parados em sua porta e os convida para entrar em sua sala. Como ele é professor, é acostumado a tirar dúvidas dos estudantes.

— Com licença, professor. Teria um tempo para conversar com a gente sobre um tema de grande interesse do senhor? — perguntou Aurora.

— Certamente! — disse Galileu. Ele sempre tinha tempo livre para discutir assuntos importantes. — Sobre o que vocês querem falar? Vocês não são muito jovens para estarem aqui? — perguntou Galileu, olhando para os adolescentes.

Aurora prontamente responde:

— Eu cuido deles. Na verdade, eles possuem vários questionamentos sobre o que queremos discutir e foram eles que me instigaram a trazê-los para conversar com o senhor.

Galileu fica satisfeito e instigado. Parecem ser jovens cientistas.

— Mas então... Sobre o que querem falar? — perguntou novamente.

— Sobre o heliocentrismo! — respondeu Juliana, empolgada.

Elisa estava olhando para seu vestido, se preocupava mais com o desconforto da roupa do que com o tema, estando um pouco desatenta. Enquanto isso, Eduardo observava bem o ambiente – tinha muita coisa antiga e legal nessa sala e ele estava se segurando para não pegar o celular e filmar tudo. Luís estava tímido e com medo demais para falar – e se ele falasse mais alguma coisa que mudasse a história mais uma vez?

Quando Galileu ouviu Juliana, ele andou até a porta, colocou a cabeça para fora e olhou para os dois lados do corredor, temendo que alguém estivesse ouvindo. Como não viu ninguém, escorou delicadamente a porta de sua sala, deixando-a entreaberta e se perguntou como eles estavam tão tranquilos para falar sobre isso. Depois ele ficou novamente em frente ao grupo. Na verdade, Galileu estava empolgado por ter com quem falar sobre seus estudos e convicções! Certamente não eram pessoas caçando traidores da Igreja, eram pessoas realmente interessadas nesse assunto! Assim, ele começou:

— Vamos lá... Pelas minhas observações, sei que o universo é muito maior do que Aristóteles e Ptolomeu, defensores do geocentrismo, poderiam imaginar... Eles acreditavam que a Terra está parada no centro do universo e que o universo é composto pelo que a gente observa a olho nu. Mas, como propôs Copérnico e eu pude observar, no céu tem muito mais estrelas do que podemos ver a olho nu. Essa observação me fez perceber que cada vez que conseguimos olhar mais longe no

universo, maior ele parece ser. Além disso, observações sobre o Sol, a Lua e os outros planetas me fazem acreditar que a Terra não está no centro do universo. — Galileu estava em pé, escorado em sua mesa. Após falar, se dirigiu a sua janela e passou a encarar a paisagem da universidade e o céu.

Todos estavam prestando atenção e ficaram sem entender o porquê do cientista ter simplesmente se virado de costas para eles. Sem entender, Elisa resolveu então perguntar baixinho a Aurora:

— **Então se a Terra não é o centro do universo, o que é o centro do universo?**

— **Não sabemos qual o centro do universo. O que sabemos é que somos muuuito pequenos quando comparados ao todo. O universo é composto por muitas coisas, como por exemplo, galáxias, planetas, estrelas... Uma galáxia é composta por muitas estrelas, planetas e vários outros corpos celestes. Nós estamos em um Sistema Solar de uma das galáxias do universo. Nós estamos na galáxia chamada de Via Láctea! — respondeu baixinho**

— Via Láctea parece nome de leite — brincou Luís, timidamente, arrancando sorriso dos demais.

Os cinco voltaram a encarar o cientista. Galileu se despreendeu de seus pensamentos excessivos. Balançou a cabeça de um lado para o outro e começou a falar.

— O Sistema Solar é composto pelo Sol, por seis planetas, pelas luas dos planetas, que são chamadas de satélites naturais, e por estrelas. O Sol fica no centro do nosso sistema solar, e os planetas que giram ao redor dele estão organizados nessa ordem: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno. — Galileu começou a falar sozinho em voz alta enquanto procurava um desenho em meio a livros e aos papéis jogados em sua mesa.

Aurora percebeu sua distração e falou baixinho para os jovens:

— Ele só sabe da existência de seis planetas no Sistema Solar, mas já foram descobertos outros dois! Depois de Saturno foram descobertos os planetas Urano e Netuno! Também tivemos um planeta chamado Plutão, mas em 2004 ele deixou de ser caracterizado como um planeta. Então a



Modelo heliocêntrico do Sistema Solar.

gente sabe que na verdade o Sistema Solar tem oito planetas, em vez de seis, como pensa Galileu. Além disso, o Sistema Solar é composto também por cinturões de asteroides e muitos outros elementos!

— E onde ficam as estrelas? — questionou Juliana, falando mais alto do que pretendia, pensando que Galileu e Aurora só mencionaram a ordem dos planetas.

Essa pergunta chamou a atenção de Galileu. Ele parou de procurar o desenho e riu um pouco – quem dera ele soubesse a localização das estrelas! Mas com empolgação ele retomou suas explicações:

— AH! Elas estão beem distantes de nós. Os geocêntricos acreditam que as estrelas estão todas a uma mesma distância da Terra como se essas estrelas estivessem pregadas no céu, depois de todos os planetas! Mas a verdade é que, como Aristarco calculou tempos atrás, as estrelas estão a diferentes distâncias da Terra, mas claro, todas elas estão depois dos planetas! Vemos as estrelas como pontinhos luminosos no céu à noite pois elas estão muito longe, mas cada uma delas está a uma determinada distância com relação a gente, como podem observar aqui! — ele tirou um papel do meio dos outros que estavam em cima de sua mesa e mostrou a eles. Era um desenho feito por ele – no meio de tanta bagunça, ele conseguiu encontrar pelo menos uma das coisas que estava procurando!

Elisa ficou encantada com o desenho, pensando que ainda teria que treinar muito para chegar ao nível dele – e acredite, Galileu teve bastante tempo para treinar. Juliana ficou pensativa e perguntou novamente:

— Mas se as estrelas estão mais distantes que os outros planetas, por que não vemos os planetas quando olhamos para o céu?

— Nós vemos os planetas também! — exclama Galileu ainda mais empolgado — mas como eles estão distantes nós só conseguimos ver pontos brilhantes a olho nu, como se os planetas também fossem estrelas. Se olharmos para o céu usando objetos para auxiliar na observação, conseguimos enxergar os planetas e suas luas (6). Observando o céu, pude perceber que Júpiter tem quatro luas e que elas giram em torno de Júpiter. Observei também que Vênus gira ao redor do Sol. Com esses estudos, foi fácil reconhecer que nem tudo gira ao redor da Terra.

— Que objetos são esses? — perguntou Eduardo, confuso.

— **Eu aprimorei este instrumento para que eu pudesse observar o céu. — disse Galileu, apontando para a luneta que estava no canto de sua sala, direcionada para a janela. — quando observei a Lua, percebi que ela tem crateras e montanhas... O modelo geocêntrico defende que “as coisas do céu” são perfeitas, mas a Lua não é! O Sol também não é perfeito, ele tem algumas manchas em sua superfície.**

Aurora, que até então estava vidrada nas explicações, olhou para a luneta e se segurou para não correr e tocá-la – afinal, era a luneta de Galileu!!!! Mas não importava, ela tinha que ser discreta. Os jovens continuavam atentos. Luís, que quer ser um grande cientista, também ficou muito interessado em poder observar o céu com aquele instrumento, já que ele nunca tinha usado um. Enquanto os cinco encaravam a luneta, Galileu viu um movimento atrás de sua porta, do lado de fora de sua sala. Ele pediu licença a todos para olhar o que chamou sua atenção e saiu da sala. Assim que Galileu saiu, Aurora falou baixinho:

— **Com sua luneta, Galileu conseguiu ver as 4 luas de Júpiter, mas nós sabemos que Júpiter tem, na verdade, 79 luas!**

— UAU! — falou Eduardo, imaginando ver 79 luas no céu.

— Nossa! — exclamou Juliana. Todos ficaram surpresos com essa nova informação que parece até surreal – mas nada comparado a viajar no espaço-tempo, né?!

Aproveitando o momento, Luís perguntou a Aurora:

— **Ele falou também sobre o Sol, né? Um negócio sobre manchas... O Sol é feito de que? E o que são essas manchas?**

— **De FOGO! — exclamou Eduardo, antes que Aurora pudesse responder. Para ele, era empolgante a ideia de o Sol ser uma grande bola de fogo!**

— **Na verdade, o Sol é uma estrela como as que vemos no céu à noite. E as estrelas são corpos arredondados compostos quase que totalmente por gases de hidrogênio e hélio a altas temperaturas. As manchas são pequenas partes do Sol que têm temperaturas mais baixas que a do gás em volta delas.**

— **Que decepcionante! — Eduardo falou com menos empolgação.**

**Aurora rio e complementou:**

— Mas Galileu também não sabe disso! A composição do Sol só foi descoberta no século XX, pela cientista Cecilia Payne.

— Uma cientista!! — disse Juliana, animada por finalmente estarem falando de uma cientista. Aurora sorri. Apesar delas quererem falar mais sobre essa cientista, não podiam... Elas não podiam arriscar falar muito sobre alguém que nasceu só no século XX, vai que Galileu escute? - seria uma loucura!

Juliana mal terminou de falar e logo percebeu que Galileu voltou para a sala - por pouco ele não ouviu a conversa. O cientista estava um pouco desconfiado mas não viu nada e ninguém no corredor da universidade. Ele podia jurar ter visto alguém perto da porta... Mas logo voltaram a conversar a partir do questionamento de Elisa:

— Já que o Sol é uma estrela como as que vemos à noite, por que a gente percebe mais ela do que as estrelas à noite? Tipo, quando a gente tenta olhar para o Sol, dá para perceber que ele é grande, enquanto as estrelas da noite são pontinhos.

Ao passo que Luís responde:

— Acho que é a mesma coisa sobre os planetas e as estrelas que a Ju perguntou. O Sol deve estar mais próximo da gente do que as outras estrelas.

— Exatamente! — exclamou Galileu. — O Sol além de estar perto de nós, ele é grande! Por isso que vemos ele maior que outros planetas, inclusive. Vênus está mais próximo de nós que o Sol, mas ainda percebemos ele muito pequeno no céu. Isso acontece pois, apesar do planeta estar próximo, ele é pequeno, enquanto o Sol é muito maior que qualquer planeta do nosso Sistema Solar. E a Lua, por exemplo, aparenta ter o mesmo tamanho do Sol, mas ela é bem menor que ele! Eles parecem ser do mesmo tamanho, pois o Sol é grande e está bem distante da Terra, enquanto a Lua é menor, mas está bem mais perto do nosso planeta.

— É como a relação de fonte de luz que vimos! O tamanho aparente do corpo depende do tamanho real desse corpo e da distância do corpo a quem o observa. — Aurora acrescentou rapidamente, fazendo com que os jovens recordassem da conversa que tiveram antes deles viajarem.

Ainda empolgado para observar o céu com aquela luneta, Luís toma coragem e pergunta a Galileu se poderia usá-la. Galileu permite e coloca Luís na posição ideal para observar a Lua, que já podia ser vista no céu, apesar de ainda não ter escurecido.

Aurora e os demais adolescentes também aproveitaram o momento e se encantaram ao observar a Lua. Galileu se alegra com o entusiasmo de todos eles, mas resolve alertar a eles, dizendo:

— Mas cuidado, em?! Não saiam dizendo que eu que afirmei essas coisas para vocês!

— Oxe, por que? — perguntou Elisa, se esquecendo que o heliocentrismo era um assunto proibido durante a Santa Inquisição.

Galileu estranhou a pergunta, afinal, quem não sabia que era proibido defender teoria heliocêntrica? Mas outra coisa chamou mais atenção do cientista. Alguma coisa tinha caído da roupa de um dos adolescentes.

O celular de Eduardo caiu de sua roupa e o barulho da queda chamou a atenção de Galileu. Eduardo ficou muito preocupado com o estado do celular e o apanhou imediatamente, conferindo se seu aparelho não tinha sido danificado. Antes que Galileu pudesse se aproximar, Aurora se posicionou na frente de Eduardo e pediu desculpas a Galileu por tomar tanto de seu tempo, decidindo se retirar. – afinal, já estava na hora da próxima aventura!

Eles saíram depressa – não tão depressa quanto gostariam, já que as roupas impediam qualquer movimento espontâneo –, agradecendo a Galileu por toda a disponibilidade e explicações. Foram para o local onde a máquina do tempo estava escondida e partiram para o próximo destino.

Após 4 anos, em 1632, Galileu lançou um livro com as visões heliocêntricas e geocêntricas do universo. No ano seguinte, em 1633, ele foi obrigado a renunciar suas ideias e foi condenado pela inquisição por defender o heliocentrismo. Galileu passou o restante de sua vida em prisão domiciliar.

## Capítulo 07.

### E as estações do ano?

#### **Regensburg - Alemanha, século XVII, 1629: Johannes Kepler.**

— Dessa vez não viajamos muito! — falou Aurora assim que eles chegaram no novo local. — avançamos apenas um ano no tempo. Estamos agora na Alemanha!

Juliana e Elisa começaram a se preocupar com o tempo em que estavam nessa viagem. Será que seus pais estavam preocupados e procurando por eles? Elas não sabiam há quanto tempo tinham saído de Carambolas. Eduardo não estava preocupado e Luís estava cada vez mais empolgado por estar conhecendo cientistas e vendo coisas tão diferentes. A verdade é que todos estavam adorando as viagens – e bom... pode-se dizer que assim os conteúdos dos livros de história eram bem mais interessantes.

— Ainda estamos no tempo da Inquisição? — perguntou Juliana, já que eles não viajaram muito, pensando se teriam que continuar com aquelas roupas desconfortáveis.

— Sim! Esse período durou até o século XIX. Mas a perseguição científica aqui não é tão forte quanto a que foi com Copérnico e Galileu. Nós vamos conhecer agora o astrônomo Johannes Kepler! Ele é contemporâneo de Galileu e os dois chegaram a ter acesso aos trabalhos um do outro... Felizmente, Kepler teve liberdade para desenvolver e publicar suas teorias e defendeu abertamente o heliocentrismo, mas essa teoria ainda não é bem aceita. — respondeu Aurora.

Os quatro ficaram empolgados para conversar logo com mais um cientista famoso, apesar de nunca terem ouvido falar dele. A empolgação era tanta que qualquer preocupação já tinha ido embora.

Kepler estava em um campo com gramas de um verde vibrante. O cheiro ali era surpreendentemente melhor que os das cidades. Ele estava deitado embaixo de uma árvore, olhando para o céu. Ele ouviu aquele pequeno grupo se aproximando e resolveu se sentar. Os 5 viajantes pediram licença para fazer companhia a ele e todos se sentaram juntos no gramado formando um círculo – as meninas tiveram maiores dificuldades para se sentar. Aurora se apresentou, assim como aos jovens e eles começaram a conversar. Kepler notou o interesse deles sobre o universo e a vida.

Depois de um tempo, eles começaram a conversar sobre os movimentos da Terra e da Lua, e Kepler começou a compartilhar suas ideias.

— É interessante pensar que passei muito tempo tentando entender os dados de meu estudo, simplesmente por não cogitar que o movimento dos planetas poderiam ter outra forma além de uma circunferência... A Terra e demais planetas girando ao redor do Sol em um movimento elíptico... Foi difícil perceber isso, sabiam?

— O que é um “movimento elíptico”? — perguntou Luís.

— É um movimento que forma uma elipse. Uma circunferência é um círculo perfeito. Se pegarmos um ponto no centro da circunferência e medirmos a distância desse ponto até qualquer lugar da borda da circunferência, teremos distâncias iguais. É por isso que muita gente acredita que o círculo é uma forma perfeita — disse Kepler, com um pouco de descaso. — A elipse é como se fosse uma circunferência achatada e, por ser achatada, as distâncias de um ponto no centro da elipse até suas bordas são diferentes. — falou tentando demonstrar uma circunferência e uma elipse com suas mãos.

— **Então a Terra gira ao redor do Sol nesse movimento... é por isso que temos os dias e as noites?** — questionou Juliana.

— **Na verdade, não. A Terra realiza três movimentos: o de translação, o de precessão e o de rotação. O movimento de translação é esse que falei, o da Terra girando ao redor do Sol. O movimento de precessão é parecido com o de um pião que está perto de cair e o rotação é o movimento da Terra girando em torno de si mesma. Os dias e as noites acontecem porque o Sol, que é a nossa principal fonte de luz e está no centro do Sistema Solar, ilumina partes diferentes da Terra conforme ela gira em seu próprio eixo.**

Aurora sugere uma brincadeira para fazerem juntos. Ela pediu para Luís ficar em pé no centro do círculo que eles fizeram, representando o Sol, enquanto Eduardo giraria em frente a Luís, representando a Terra.



Movimento rotacional da Terra.

— Então quando Eduardo está de frente para Luís, a parte da frente dele estaria iluminada, de dia, enquanto a parte de trás estaria escura, de noite! — exclamou Elisa, feliz por entender melhor a explicação. — aí quando Edu ficar de costas para Luís, suas costas estariam de dia por estar de frente para o Sol, enquanto seu rosto estaria de noite por estar na parte sem luz...

— Exatamente! A parte da Terra que está virada para o Sol está de dia, enquanto a outra parte que não recebe luz direta do Sol, está de noite. — concluiu Kepler.

— O tempo da rotação da Terra é de *aproximadamente* 24 horas. Por isso que o dia e a noite tem 24 horas. À noite, nossa fonte de luz principal é a Lua, como ela não tem iluminação própria, ela ilumina a Terra por refletir a luz do Sol. Como o Sol é um astro que emite luz própria, ele é chamado de astro luminoso, enquanto a Lua que apenas reflete a luz do Sol é chamada de astro iluminado. — complementou Aurora.

— Isso parece com aquelas fontes de luz... — lembrou Elisa.

— Exatamente! Os astros que produzem sua própria luz, como as estrelas, são chamados fontes primárias de luz ou de astros luminosos, enquanto os astros que refletem a luz, são chamados de fontes secundárias de luz ou astros iluminados. Além da Lua, os planetas e asteroides também são astros iluminados. — finalizou Aurora.

Kepler ficou surpreso com as nomenclaturas que Aurora utilizava para explicar os assuntos e com sua facilidade de tirar dúvidas dos adolescentes. Ele estava interessado na discussão, mas pediu licença para ir buscar papéis e caneta, para poder se expressar melhor, caso necessário. Enquanto isso, os viajantes continuaram conversando:

— Nossa, isso é tão legal... conversar com pessoas importantes que nem conhecíamos. É surreal! — falou Eduardo.

— Sim! E aqui é bem bonito. Muito legal ver as culturas diferentes e... FALAR EM LÍNGUAS COMPLETAMENTE DIFERENTES! — disse Elisa, admirando o local e lembrando com entusiasmo que eles sabem falar muitas línguas quando estão com os tradutores!

Todos concordaram. Parece que finalmente eles tiveram tempo para pensar sobre o que estava acontecendo... a ficha estava caindo. Eles passaram um tempo em

silêncio que logo foi quebrado por Juliana. Ela voltou a pensar no que Kepler e Aurora falaram sobre os movimentos da Terra e resolveu perguntar:

— Uma coisa... vocês falaram que a Terra está se movendo... ela está girando ao redor de si mesma e ao redor do Sol, mas como não sentimos esses movimentos?

— Nós não sentimos por estarmos nos movimentando junto com a Terra, então para nós que estamos na Terra, é como se a Terra estivesse parada. Quem conseguiu explicar isso foi Newton, a partir de estudos de Galileu. Inclusive, é até por causa desses movimentos da Terra que não podemos viajar só no tempo! Se tentássemos viajar apenas no tempo, parariamos no meio do espaço! Já que a Terra e nós estamos nos movendo constantemente e em alta velocidade!

Todos ficaram encantados com essa nova informação.

— Mas então é justificável terem pensado por muito tempo que a Terra estava parada, né? Já que não percebemos esse movimento. — questionou Eduardo.

— Sim! Afinal, as pessoas explicavam a natureza apenas a partir de observações. Os estudos de Aristarco, Copérnico, Galileu, Kepler, Newton e de todos os cientistas que vieram depois são baseados em teorias, cálculos e observações, sempre atrás de comprovação para suas ideias.

— Kepler está demorando... — observou Eduardo — acho que ele foi longe para pegar esses papéis.

— Ei, mas se o movimento de rotação permite que os dias e as noites aconteçam, o que a translação e a precessão fazem? — perguntou Luís.

— Olhem, lá vem ele aí. — alertou Juliana ao ver Kepler ainda distante.

— O movimento de precessão é muito lento... Leva mais de 25000 anos para acontecer e os seus efeitos não são tão perceptíveis quanto os da rotação e translação. Mas quando a Terra precessiona, o céu muda. Perceberíamos algumas outras constelações no céu, por exemplo. Quanto a translação, espera só Kepler chegar... Acho que ele vai gostar de responder essa pergunta. — falou Aurora.

Enquanto isso, eles ficaram conversando e olhando o ambiente. O tempo estava bom, mas parecia mais quente do que deveria por causa das roupas. Estava ventilado e as folhas da árvore caíam no chão junto com algumas rosas. Quando Kepler alcançou o grupo e sentou novamente na grama, Luís repetiu sua pergunta, de modo que o cientista respondeu:

— O movimento da Terra ao redor do Sol tem como consequência os anos! A Terra completa uma volta inteira ao redor do Sol em aproximadamente 365 dias. Quando isso acontece, temos um ano completo! Ah, e a translação também influencia diretamente nas estações do ano!

— Quatro estações do ano são marcadas pelo movimento da Terra: o verão, o outono, a primavera e o inverno. Essas estações são mais perceptíveis em alguns lugares do planeta que em outros. No verão, geralmente as temperaturas estão mais altas e os dias mais longos que as noites, assim, demora mais a escurecer. No inverno, as temperaturas costumam ser mais baixas e os dias são mais curtos que as noites. É quando escurece mais cedo. No outono e na primavera os dias e as noites têm a mesma duração. Mas a translação não é o único fator importante para que as estações aconteçam. **Alguém tem alguma ideia do que mais influencia nisso?**

— **Nem.. — respondeu Eduardo, prontamente, o que causou risos nos demais.**

— **Eu tenho. Kepler falou que o movimento da Terra é elíptico e queee... uma elipse... tem distâncias específicas de seu centro até pontos diferentes na borda dessa elipse... Então eu acho que essas diferenças nas estações são por causa das distâncias entre a Terra e o Sol. — falou Juliana devagar, tentando processar sua própria ideia.**

**Kepler e Aurora ficaram observando enquanto os adolescentes pensavam sobre o que Juliana falou, até que Luís complementa:**

— **Acho que faz sentido... A Terra estaria mais perto do Sol no verão, porque aí ficaria mais quente... E aí quando a Terra estivesse mais longe do Sol, ficaria mais frio e aí estaríamos no inverno.**

— **Isso — concordou Juliana. Era isso que ela estava pensando.**

— **Sim, as órbitas dos planetas são elípticas, mas são elipses muito próximas de uma circunferência! As elipses têm o que chamamos de *focos*. Toda elipse tem dois focos. Esses pontos que representam os focos ficam distantes quando a elipse é bem achatada e ficam próximos quando a elipse se aproxima de uma circunferência. — disse Kepler,**



Movimento de translação da Terra.

mostrando um desenho que ele fez — A elipse da Terra é tão próxima de uma circunferência que o Sol, devido ao seu tamanho, ocupa os dois focos dessa elipse.

— Ou seja, a distância entre a Terra e o Sol não muda. — falou Aurora, percebendo que os jovens ficaram um pouco confusos.

— Então o que é que causa essas estações do ano além da translação? — perguntou Elisa.

— A inclinação do eixo de rotação da Terra! Em vez de a Terra estar reta de frente para o Sol, ela está levemente inclinada. Essa inclinação permite que os raios da luz do Sol cheguem até a Terra de modo desigual. E é isso que causa as diferenças das temperaturas e da duração dos dias! — explicou Kepler.

— Essa inclinação também explica por que as estações são diferentes no hemisfério norte e sul da Terra. — complementou Aurora.

— Bem lembrado! Cada estação do ano dura 3 meses. Quando o hemisfério norte da Terra está virado para o Sol, essa parte da Terra está mais exposta a luz do Sol que o hemisfério sul. Assim, durante três meses, para o norte será verão e para o sul será inverno. Depois desses três meses, a iluminação da Terra pelo Sol será mais uniforme para os dois hemisférios e, durante mais três meses, o norte estará outono, enquanto o sul estará na primavera. Após esse tempo, começará o inverno para o hemisfério norte e o verão para o hemisfério sul. Nesse caso, o sul estará mais exposto à luz do Sol, em vez do hemisfério norte. E novamente, depois disso, o Sol iluminará a Terra mais uniformemente e o hemisfério sul estará na primavera, enquanto o norte estará no outono. Aah... e esses processos de mudança das estações acontecem aos poucos. Não são mudanças repentinas. — explicou Kepler, fazendo vários desenhos.

“Ele não é tão bom desenhista quanto Galileu, mas ainda sim tem muita facilidade para isso”, pensou Elisa.

— E é importante saber que as estações não são iguais em todos os lugares. Em algumas regiões neva no inverno, enquanto em outras só chove e nem sempre as temperaturas no inverno são muito baixas, assim como não é em todo local que as árvores na primavera serão floridas e coloridas. —



Posições da Terra e as estações do ano.

falou Aurora, com cuidado para não escapar nada de novo para Kepler.

— Então o Sol fica no centro do Sistema Solar e os planetas giram ao redor dele, gerando o ano e suas estações... Mas onde fica a Lua nessa história? — questionou Juliana.

De repente, os cinco viajantes começaram a ouvir um zumbido agudo. Um barulho que não tinham ouvido antes. Eduardo colocou uma de suas mãos no ouvido, na intenção de tirar o aparelho, mas percebeu que não poderia fazer isso. Os jovens olharam para Aurora, que não sabia o que estava acontecendo.

— Está tudo bem com vocês? — perguntou Kepler, percebendo o desconforto em seus rostos. Aurora assentiu com a cabeça, dizendo:

— Pode continuar. — mas na verdade, ela queria sair logo dali para ver o que estava errado, mas o zumbido foi sumindo e o aparelho voltou a funcionar normalmente. Ela não queria interromper a empolgação dos jovens, apesar do zumbido estranho ter aparecido.

O que eles não sabiam é que, a alguns bons metros dali, estava Cinzento dentro da máquina do tempo. Ele finalmente havia acordado de seu sono e estava desesperado para sair da máquina, que se encontrava fechada. O gatinho começou a andar por todo o lugar pisando em todos os botões, arranhando o vidro da máquina etc. Estava determinado a sair daquele lugar e um dos botões em que pisou causou uma interferência nos tradutores por um tempo, provocando o zumbido nos aparelhos.

Kepler ficou analisando as feições dos jovens e, quando percebeu que estava tudo bem, retomou suas explicações a partir da pergunta de Juliana.

— Bom... Onde a Lua fica nessa história... As luas dos planetas giram ao redor de seus planetas. A Terra possui apenas um satélite natural, que é a nossa Lua. Júpiter, por exemplo, tem quatro luas que giram ao seu redor.

— Galileu quem descobriu isso, né?! Das quatro luas de Júpiter... — falou Eduardo, lembrando das conversas com Aurora e Galileu.

— Isso! As luas também têm, na verdade, três movimentos: o movimento de rotação em torno de seu eixo, o



Translação e rotação da Lua

de translação ao redor da Terra e, por se mover junto com o nosso planeta, a Lua também tem a translação ao redor do Sol. — disse Kepler, fazendo mais desenhos. — A translação da Lua ao redor da Terra é inclinada com relação a translação da Terra ao redor do Sol. Essa inclinação é muito importante para que ocorram as fases da Lua e os eclipses!

— Então a Lua também *anda* em volta do Sol? — questionou Elisa.

— Isso. Se ela não tivesse o movimento de translação em volta do Sol, a Terra ficaria sem Lua, já que a Terra sairia de sua posição, enquanto a Lua estaria parada. Como isso não acontece, a Lua acompanha esse movimento da Terra, que também dura aproximadamente 365 dias. — respondeu Kepler.

— E essa inclinação do caminho da Lua, é importante por quê?

— Ela permite que a luz do Sol chegue até a Lua e, assim, que a gente tenha as quatro fases da Lua que conhecemos. Quando a Lua, a Terra e o Sol se alinham, temos os eclipses! Os movimentos de rotação e translação da Lua ao redor da Terra duram o mesmo tempo. Aproximadamente 1 mês! Ou seja, enquanto a Terra rotaciona em 1 dia, a Lua demora um mês para completar uma volta em torno de si mesma.

— Ao longo do mês, a Lua apresenta diferentes aspectos. Esses diferentes aspectos são chamados de fases. As fases foram agrupadas em quatro e cada fase tem locais específicos para ocorrer, enquanto as transições entre essas fases duram aproximadamente uma semana! Como Kepler falou, essas fases dependem da posição da Lua com relação a Terra e o Sol. — complementou Aurora, envolvida na conversa, mas ainda inquieta por causa do ruído que ouviu no aparelho mais cedo.

“Talvez não seja nada demais. Provavelmente não é nada demais, já que o barulho até parou... mas se for algo importante pode comprometer a viagem e nos colocar em risco.” pensou Aurora. Suas ideias estavam mais aceleradas que o normal. Os jovens já estavam calmos, já que não entendiam as consequências que esse problema poderia acarretar. A verdade é que nem mesmo Aurora sabia.

Kepler, que estava bem tranquilo, pegou 3 frutas de uma das árvores que estavam perto deles, para poder explicar melhor. Segurou a fruta maior em uma posição,



Movimentos da Terra  
e da Lua.

representando o Sol, colocou uma fruta menor ao lado representando a Terra e pediu ajuda a Aurora para segurar a terceira fruta que seria a Lua.

— Quando a Terra está entre a Lua e o Sol, assim... a Lua recebe diretamente a luz do Sol, e a parte virada para a Terra fica completamente iluminada. Essa fase é chamada de *Lua cheia*. Então a Lua vai girando ao redor da Terra e a luz do Sol chega até ela de diferentes maneiras. Depois de uma semana, a Lua chega a essa posição e o Sol ilumina apenas parte da Lua que está virada para a Terra. Da Terra a gente vê a Lua pela metade e diminuindo! Essa fase é chamada de *quarto minguante*. Depois disso, quando a Lua está entre a Terra e o Sol, o Sol não ilumina a parte da Lua que está virada para a Terra, assim, a gente não consegue observar a Lua no céu. Essa é a fase *Lua nova*. Por fim, quando a Lua está indo novamente para trás da Terra, o Sol volta a iluminar parte da Lua que está virada para a Terra e vemos novamente a Lua pela metade e depois aumentando! Essa é a última fase, chamada de *quarto crescente*.

— **E lembrem-se! Durante esses movimentos, o Sol, a Terra e a Lua não estão alinhados.** — Aurora falou, reforçando a informação.

— Confuso, mas interessante. — comentou Luís.

— E os eclipses? Como funcionam? — perguntou Elisa, envolvida com as explicações.

— A gente tem os eclipses solares e os lunares. Vocês chegaram a ver algum? — Kepler se interessou em saber.

— Não, mas chegamos bem próximo de poder assistir um lunar! — respondeu Eduardo com um tom sonhador, pensando no momento em que conheceram Aristarco.

— Os eclipses são fenômenos que acontecem quando um astro impede que a luz solar chegue até outro astro. Esse impedimento acontece por causa das sombras e penumbras! Quando uma luz atinge um objeto, uma parte desse objeto fica iluminada e a outra não. Uma parte atrás desse objeto ficará mais escura e essa parte mais escura é chamada de *sombra*! Por exemplo, a luz do Sol passa entre algumas folhas dessa árvore — Kepler falou apontando para a árvore que estava sobre eles — e podemos ver o chão iluminado em alguns lugares, mas em outros lugares o chão



Fases da Lua.

está mais escuro porque a luz atingiu as folhas da árvore e não conseguiu chegar até o chão.

— Isso... E quando a fonte de luz é puntiforme, ela só gera sombras escuras chamadas de *umbra*, mas quando a fonte de luz é extensa, ela gera duas partes na sombra do corpo: *umbra* e *penumbra*! A *umbra* é quando não tem luz na região e a *penumbra* é uma parte um pouco mais clara que a *umbra*, mas ainda mais escura que regiões totalmente iluminadas. — completou Aurora.

Os adolescentes ficaram se lembrando das explicações de fontes de luz e entenderam esse assunto com mais facilidade - quem dera eles pudessem acender a lanterna de seus celulares para verem na prática... De qualquer modo, eles estavam aprendendo! Kepler continuou:

— Os eclipses acontecem quando o Sol, a Terra e a Lua ficam alinhados! Quando o Sol, a Terra e a Lua ficam alinhados nessa sequência, nós temos o eclipse lunar, que é quando a Lua se encontra na sombra da Terra e a luz do Sol não ilumina a Lua. Como o Sol é grande com relação a Terra e a Lua, a luz do Sol que chega na Terra permite a formação de *umbra* e *penumbra* no espaço atrás da Terra. O eclipse lunar começa quando a Lua começa a entrar na *penumbra* da Terra e termina depois que a Lua sai completamente da sombra da Terra.

— Então o eclipse lunar acontece quando tem sombra da Terra na Lua?! — Elisa resolveu perguntar, para ver se realmente tinha entendido.

— Isso mesmo! É inclusive assim que podemos perceber que a Terra é redonda, já que vemos a sombra dela na Lua, durante a formação do eclipse lunar. — respondeu Kepler.

— Nossa, que legal! E com o eclipse solar é a mesma coisa?

— É parecido... Em vez da Lua ficar sob a sombra da Terra, agora é a Terra que ficará sob a sombra da Lua. O eclipse solar ocorre quando a Lua fica entre o Sol e a Terra. Assim, a luz do Sol que chega até a Lua não chega até a Terra e parte da Terra fica escura. Quando a luz do Sol começa a formar a *penumbra* aqui na Terra, a gente pode observar um eclipse parcial do Sol. O eclipse total do Sol acontece quando a Lua tampa toda a luz do Sol e, durante esse eclipse, alguns lugares da Terra podem ficar totalmente escuros, como se o dia tivesse virado noite! — explicou Kepler. Ele deu uma pausa, pensando um pouco e disse empolgado:

— Já sei! Com licença, eu volto daqui a pouco!

Ninguém entendeu nada e, antes que pudessem perguntar, Kepler já tinha saído debaixo da árvore. Os viajantes imaginaram que ele foi buscar alguma outra coisa além dos papéis e caneta que havia trazido e continuaram a conversar:

— **A Terra é perfeitamente redonda?** — questionou Juliana, pensando sobre a fala de Kepler.

— **A ideia de perfeição na ciência já se mostrou falha muitas vezes. A Terra, na verdade, é o que chamamos de geóide. Kepler não sabe disso. Apesar de Copérnico, Galileu e Kepler terem feito descobertas incríveis, eles ainda não tinham se livrado completamente da ideia de perfeição. Copérnico, por exemplo, defendeu o heliocentrismo, mas acreditava que os movimentos dos planetas em torno do Sol eram perfeitamente circulares. Kepler percebeu, depois de muito estudo, que isso não era verdade. Podemos dizer que a Terra é redonda por simplificação.**

— **E sobre os eclipses? A gente pode observar esses eclipses solares?** — questionou Eduardo, curioso, apesar de imaginar que sim, já que Kepler tinha perguntado se eles já tinham assistido um.

— **Hmmm... Acho que sim. Minha mãe já disse que podemos ver eclipses se a gente usar óculos de sol ou placa de exame raio-x para proteger os olhos, senão os olhos doem...** — respondeu Elisa.

— **Sim, nós podemos observá-los quando acontecem. Os eclipses lunares não precisam de proteção para os olhos, mas os eclipses solares precisam de proteção especial!** — explicou Aurora.

— **Proteção especial tipo essa que falei?** — Elisa perguntou, interessada.

— **Na verdade, não. Olhar diretamente para o Sol durante o eclipse solar é tão prejudicial quanto olhar diretamente para ele em dias normais. A luz do Sol é forte e nociva para nossos olhos e pode prejudicá-los. Por isso temos que usar proteções específicas. Óculos de Sol e uma folha de exame de raio-x não têm a proteção necessária para passar vários minutos observando o Sol. Então usar esses objetos não vai adiantar. O ideal é utilizar filtros específicos para essas observações! (indicar filtro para observação de um eclipse solar) Nós temos sempre**

**que tomar cuidado com nossa saúde e segurança! — Aurora falou, terminando sua explicação.**

Kepler estava voltando e, ainda de longe, falou:

— Ich fand!

Ninguém entendeu nada, mas pensaram que simplesmente não conseguiram ouvir direito por ele estar longe. O barulho dos aparelhos voltou e estava ensurdecedor. Quando ele chegou até a árvore, repetiu a frase e, novamente, ninguém entendeu. O desespero começou a tomar de conta enquanto Kepler falava:

— Ich ging, um das zu bekommen. Es tut mir leid, dass ich so gegangen bin...

Mas o que estava acontecendo??? Depois de pensar rapidamente - quase sem conseguir pensar, por causa do ruído -, Aurora percebeu que os problemas nos tradutores eram sérios! Então não restou outra coisa a fazer a não ser sair dali o mais rápido possível. Se os tradutores estiverem totalmente quebrados, eles precisariam ser reparados o quanto antes! Aurora avisou aos jovens para saírem e eles se levantaram apressados. Enquanto isso, a cientista tentou lembrar a única coisa que ela sabia em alemão, na esperança de conseguir agradecer Kepler antes de ir embora e alcançar os adolescentes.

Ela não fazia a menor ideia do por quê isso estava acontecendo. Na verdade, depois de tanto tentar, Cinzento conseguiu abrir a máquina e sair de lá, não sem antes voltar a pisar novamente no botão, desligando todos os tradutores. Chegando na máquina do tempo, Aurora falou que não sabia o motivo disso estar acontecendo, ao passo que Elisa falou, em desespero:

— Mas já quebrou?! E agora?

Sem tempo para tirar dúvidas - até porque Aurora não conseguiria tirá-las, afinal, nem ela sabe o que aconteceu - todos entraram na máquina do tempo preocupados e voltaram para Carambolas.

## Capítulo 08.

### O primeiro projeto

#### **Carambolas - Brasil.**

Os cinco chegaram novamente ao laboratório de Aurora. Todos saíram da máquina em silêncio e Aurora fechou o portal. O lugar estava exatamente como eles haviam deixado. Eduardo, podendo finalmente pegar e mexer em seu celular, olhou a hora: um minuto depois deles terem saído. Os jovens estavam em êxtase, confusos, empolgados, preocupados... com o misto de emoções, preferiram manter o silêncio enquanto se certificavam de assimilar tudo novamente. Aurora estava preocupada com os aparelhos tradutores e, principalmente, com os jovens, afinal, foram experiências muito intensas e totalmente novas. Ela também ficou calada pensando, até que teve que quebrar o silêncio pedindo os tradutores para poder consertá-los.

— Acha que vai conseguir consertar? — perguntou Juliana, preocupada. Sendo a primeira do grupo a falar.

— Será que quebrou por nossa culpa? — questionou Elisa logo em seguida, tentando não se sentir culpada.

— Não se preocupem. Vou dar um jeito. E a culpa não foi de vocês! — falou Aurora.

A cientista examinou os tradutores e não encontrou problema algum neles e apesar de confusa, ela resolveu deixar esse problema de lado por um tempo e conversar com os adolescentes. Eles falaram sobre terem adorado as viagens e como foi interessante falar com aqueles cientistas importantes, mas também falaram sobre suas preocupações. Luís ainda pensava em Aristarco. Aurora os consolou e todos se acalmaram, ficando apenas com a empolgação de tudo o que viveram, pena que não poderiam contar para ninguém - afinal, quem iria acreditar nisso?

— Ei, mas por que quando voltamos o tempo não passou aqui? — perguntou Eduardo, depois de um tempo, lembrando que conferiu a hora antes de saírem e depois de chegarem.

— Por que podemos voltar para o mesmo momento que saímos. Mas quando viajamos, o tempo continua passando para nós. Por exemplo, se viajássemos por dois anos, todos nós voltaríamos dois anos mais velhos para o presente.

— Que legal! — falou Eduardo, novamente empolgado.

Juliana e Elisa se sentiram aliviadas, enquanto Luís resolveu perguntar:

— Quando podemos viajar de novo? — ele estava ansioso para conhecer mais cientistas!

Com essa pergunta, Aurora percebeu que eles não estavam mais amedrontados e respondeu sorrindo:

— Assim que eu conseguir consertar esses aparelhos! Ainda tem bastante coisa que quero mostrar a vocês!

Os quatro ficaram ansiosos e a cientista disse para eles voltarem lá no dia seguinte. Eles voltaram para casa de Elisa, enquanto Aurora permaneceu em seu laboratório.

— Onde vocês estavam? — perguntou a mãe de Elisa, quando eles chegaram.

— Fomos à biblioteca! — respondeu a filha, em tom de empolgação.

— A gente aprendeu tanta coisa! — falou Eduardo, tirando os sapatos e se deitando no sofá da sala.

— Nós fomos estudar para a feira de ciências da escola! O tema é luz. Hoje a gente viu que a luz do Sol está presente na formação das sombras, dos dias e das noites, dos eclipses e até das estações do ano. — explicou Juliana, lembrando dos temas das viagens. — Aah, e ainda vimos sobre como os movimentos da Terra e da Lua contribuem para essas coisas.

— Sem falar também nas classificações das fontes de luz... extensa, puntiforme, luz colorida, branca... Nossa foi muito legal. — falou Luís, finalmente se sentindo tranquilo e pertencente ao grupo. — Mas a parte mais legal de todas foi conhecer sobre os pensamentos diferentes sobre esses temas!

A mãe de Elisa ficou impressionada e perguntou se eles viram isso tudo sozinhos, ao passo que Elisa respondeu com astúcia:

— Bom... Tivemos uma ajudinha.

Todos eles lancharam e depois cada um foi para a sua casa, ansiosos para o outro dia. Enquanto isso, Aurora tentava ajeitar os tradutores, mas sem muito sucesso.

No dia seguinte todos acordaram cedo. Os quatro jovens foram para a escola, enquanto Aurora se empenhou novamente para consertar os aparelhos e mais uma vez não encontrou defeito algum. No meio da manhã, a cientista percebeu que seu gatinho cinza não estava ali. Ela estava tão concentrada em resolver o problema dos tradutores, que nem percebeu a ausência de seu gatinho até então.

Aurora procurou por todos os lugares e nenhum sinal do felino. A cada segundo a preocupação aumentava, até que lhe ocorreu que seu animal de estimação poderia ter viajado no espaço-tempo com eles! Afinal, Cinzento era tranquilo e reservado e seu lugar preferido para dormir era a máquina do tempo - que lugar inapropriado, ein?! Isso poderia explicar o problema do aparelho. Ele deveria ter andado sobre o painel da máquina e pisado nos botões, causando interferência na comunicação e finalmente desligando-os. Aurora examinou minuciosamente o painel da máquina e encontrou pelinhos cinza sobre os botões. Não havia mais dúvidas, Cinzento havia viajado com eles!

A cientista decidiu voltar para o último lugar onde haviam estado, onde Cinzento provavelmente acordou e deu um jeito de fugir da máquina do tempo. Ela foi atrás de seu gatinho, mas o medo de não conseguir encontrá-lo só aumentava. Ela procurou pela Alemanha do século XVII, próximo ao local em que havia colocado a máquina do tempo quando foram encontrar Kepler. Nenhum sinal de Cinzento. Antes de voltar para Carambolas, ela resolveu passar pelos outros locais que visitaram. Talvez seu gato tenha saído antes do que ela pensou - o que não fazia sentido, já que seus tradutores quebraram na Alemanha. Mas ela tinha que tentar. Ela procurou em todos os lugares até cansar. Mais uma vez... Nem sinal do gatinho. Triste, ela resolveu voltar para casa, afinal, não tinha mais o que fazer...

Aurora voltou para casa cabisbaixa, pensando até em deixar para continuar as viagens outro dia.

Quando as aulas do dia acabaram, os jovens perceberam que ainda tinham tempo até a hora de voltarem ao laboratório e resolveram começar o primeiro experimento: um pequeno planetário para explicarem a formação de eclipses e dos

dias e das noites (7). Com todos os materiais em mãos, eles se empolgaram e mal viram as horas passarem. Apesar da dificuldade em montar a experiência, eles permaneceram concentrados até que viram a hora e saíram correndo para o laboratório que ficava escondido na biblioteca - eles estavam atrasados!

Ao chegarem na biblioteca, tomaram cuidado para não serem vistos e entraram no laboratório. Eles automaticamente perceberam Aurora triste, olhando para os tradutores em cima da bancada - ela está sempre de tão bom humor que é fácil perceber quando algo está errado. Concluíram, então, que ela não tinha conseguido solucionar o problema.

— Está tudo bem? — perguntou Juliana.

A cientista falou o que havia ocorrido com seu gato e explicou os riscos que todos eles correriam se algo desse errado de novo:

— Então, nós só poderemos viajar novamente quando eu tiver certeza de que está tudo certo com o portal e com a máquina.

Os jovens entenderam, mas não conseguiram conter o desânimo com o cancelamento da viagem e nem a preocupação com Cinzento. Elisa foi quem ficou mais preocupada com o gatinho, pois logo se lembrou de Amora. Apesar do desânimo, Luís ficou surpreso com a agilidade de Aurora para encontrar e reparar o problema dos tradutores. Isso deu a ele esperança das viagens voltarem logo.

Os cinco passaram um tempo conversando e discutindo sobre os projetos da feira de ciências e depois os jovens foram embora. Novamente se reuniram na casa de Elisa e passaram o restante do dia jogando, conversando e assistindo a vídeos.

Uma semana se passou e os estudantes realizaram suas atividades normalmente, seguindo com o projeto da feira de ciências. Aurora, por outro lado, conferiu várias vezes a segurança de realizar novas viagens e pensou como poderia encontrar seu animal de estimação. Ela marcou um horário para que o grupo retomasse as viagens - estava definitivamente seguro de se aventurar de novo.

Os quatro chegaram ao laboratório e conversaram com Aurora. Nada de Cinzento. Apesar da preocupação, Aurora se apressou em mudar o assunto. Ela precisava ocupar a cabeça e queria continuar ajudando o grupo. Assim, todos eles começaram a se empolgar novamente com as viagens, de modo que Juliana se apressou em perguntar:

— Para onde vamos agora? O que vamos aprender? — falou, sentando em um dos bancos do laboratório.

— Eu queria muito conhecer Newton! — exclamou Eduardo, empolgado, batucando com as mãos em uma bancada.

Elisa cutucou o primo com o cotovelo, dizendo baixinho:

— Não estamos em viagem de férias para escolher nosso destino, Edu.

Eduardo deu de ombros, sorrindo. Aurora rio e falou:

— Hoje nós vamos ver alguns conceitos de luz e como ela influencia em outros aspectos da vida! Como por exemplo na visão, nas cores, na formação de fotografias e por aí vai...

Eles ficaram automaticamente empolgados! Aurora continuou:

— E sim! Nós vamos *finalmente* conhecer Newton!

— Aeee — comemorou Eduardo.

Todos eles se animaram ainda mais. Não que os outros cientistas não fossem importantes, - até porque eles conheceram Galileu Galilei! - mas Newton era o único cientista que eles já tinham ouvido falar.

— Mas vamos conhecer também outros cientistas importantes que estudaram sobre o comportamento da luz. Quando chegarmos lá eu falo melhor sobre eles... — Aurora concluiu sua fala debruçada em uma das suas bancadas, com as mãos segurando seu rosto e observando o ânimo dos jovens. Ela estava bem feliz em ajudar ao grupo.

Todos se preparam novamente, entraram na máquina e partiram em direção ao novo destino.

## Capítulo 09.

### Fotografia e luz

#### **Nápoles - Itália, século XVI, 1590: Giovanni Battista della Porta.**

— Agora nós iremos conhecer Giovanni Battista. Ele é um filósofo italiano. Estudou sobre muuuitas coisas que contribuíram para a ciência e a arte, escrevendo até algumas peças. Nós voltamos para a época da inquisição, então precisamos ter aquele cuidado... — Falou Aurora, assim que chegaram na cidade, antes mesmo de saírem da máquina.

Todos se levantaram e se vestiram apropriadamente.

— Estamos antes ou depois de Galileu? — perguntou Elisa.

— Antes! Na verdade, o cientista com quem vamos conversar hoje chegará a conhecer Galileu, mas viemos para alguns anos antes deles se encontrarem. Enquanto Galileu realiza seus estudos sobre os movimentos da Terra, da Lua e demais planetas, Giovanni Battista está estudando sobre vários assuntos, inclusive sobre a *luz*.

— Tipo nós na escola, que temos que estudar várias coisas... — falou Luís.

— Mais ou menos. Os filósofos e cientistas estudam para buscar respostas a perguntas que aparentemente não sabemos responder. Muitos cientistas estudaram sobre vários temas, fazendo várias descobertas. E é por causa dessas descobertas e explicações que nós estudamos vários conteúdos na escola. Teoricamente, tudo que estudamos deve servir para aprendermos a entender o mundo e para vivermos bem em sociedade. — falou Aurora, pensativa. — Aah... e claro: todos nós podemos descobrir mais coisas novas e contribuir para a ciência. Nunca se esqueçam disso!

— Tipo você, né?! Que descobriu uma forma de viajar no espaço-tempo. — disse Juliana, falando baixinho.

— É, tipo eu. — concordou Aurora, rindo. — mas olhem... aqui nós vamos ver como a máquina fotográfica surgiu e como as ciências podem contribuir com as artes!

— Nós vamos conhecer quem criou a máquina fotográfica??? — perguntou Eduardo, com animação.

— Não. Vamos conhecer quem melhorou uma *câmara escura*. A câmara escura é um aparato que foi aperfeiçoado com o tempo e, eventualmente, nos permitiu chegar às máquinas fotográficas.

Os jovens continuaram animados. Eles estavam gostando de entender como a ciência influencia nas artes e tecnologias. Eduardo gostava muito de história e ver de perto a história da ciência o mantém sempre animado para essas aventuras. Elisa ficou curiosa em saber como a câmara escura auxiliou na arte. Juliana e Luís adoravam a ciência que estavam estudando. Eles continuaram andando e conversando baixinho até encontrarem Giovanni. Não demorou muito, pois dessa vez Aurora colocou a máquina do tempo mais perto do destino.

O cientista estava em sua casa, escrevendo um de seus livros, quando foi interrompido ao ouvir alguém bater em sua porta. Ele viu, então, os cinco viajantes. Aurora explicou o porquê deles terem o procurado e esperou que o cientista pudesse convidá-los para entrar. Giovanni estava ocupado e não queria ser perturbado por aquelas pessoas que nunca tinha visto antes – esse cientista era mau humorado e reservado! Depois de muita insistência dos viajantes, o cientista os convidou para entrar. Juliana já havia tirado suas conclusões sobre Giovanni: não gostou nenhum pouco dele!

Sua casa era enorme e cheia de riquezas, mas parecia escura mesmo durante o dia. As paredes eram cobertas pelas cores vinho e preto. As janelas eram de vidro e permitiam a entrada da luz do sol, mas ainda assim elas pareciam insuficientes para que todo aquele lugar fosse bem iluminado. Depois de se acomodarem, Aurora se apressou em falar:

— Sei que o senhor é muito ocupado e desde já agradecemos pelo seu tempo. Só queria que pudesse compartilhar com os jovens um pouco de seu conhecimento e inovação sobre a câmara escura.

Giovanni acenou com a cabeça, positivamente e começou a falar:

— Uma câmara escura é um ambiente totalmente escuro onde tem apenas uma entrada de luz. Essa entrada deve ser bem pequena... O ambiente pode ser do tamanho dessa sala ou de uma caixa de madeira como essa. — disse apontando para sua câmara escura portátil.

— Para que ela serve? A câmara escura. — questionou Elisa, curiosa.

— Ela projeta imagens de objetos e paisagens. Por exemplo, se colocarmos uma cesta de frutas a uma distância da câmara escura, podemos observar esse objeto projetado dentro da câmara (8). E aah... só em poder projetar e ver a realidade por um ângulo diferente já vale muito a pena. É poético! — exclamou Giovanni, ficando entusiasmado ao pensar na arte e nas ciências. — mas na verdade, esse instrumento já foi utilizado e estudado pelos gregos, como por exemplo Aristóteles, e pelos árabes. Os árabes utilizavam a câmara escura para que pudessem observar eclipses solares e outros movimentos celestes.

— Eles observavam os eclipses solares por meio dessa câmara para pudessem proteger a visão, já que não podiam olhar diretamente para o Sol. — complementou Aurora, aproveitando uma pequena pausa feita por Giovanni. O cientista assentiu novamente com a cabeça, deu um pequeno sorriso - o primeiro de seu dia - e continuou:

— Eu acredito que esse aparato é muito eficiente para desenhar! Inclusive, vários pintores utilizaram esse instrumento para fazer seus desenhos e pinturas. Leonardo da Vinci, o criador da famosa obra Monalisa, foi um deles... Os artistas entravam na câmara escura e observavam as imagens projetadas na parede. Assim eles estudavam sobre luz, sombra e pontos de vista diferentes!

Os jovens estavam prestando atenção e imaginando estarem em uma câmara escura. Juliana, que está sempre interessada em saber como as coisas eram feitas, resolveu perguntar:

— Mas como isso funciona?

— A luz que passa pelo furo forma uma imagem de cabeça para baixo na parede da câmara escura. — respondeu Giovanni.

— Isso acontece porque a luz se move sempre em linha reta. Os raios de luz passam pelo furo e a imagem se inverte. — complementou Aurora.

— Então tudo é visto de cabeça para baixo?

— Isso! Em um diferente ponto de vista! E, quanto menor o tamanho do furo, melhor é a imagem que podemos observar, dá para ver mais detalhes. Quanto maior o furo, pior é a imagem que estamos vendo. O problema é que, quando o furo é muito pequeno, a imagem fica muito escura. — Giovanni respondeu novamente, ficando feliz e animado com as explicações.

— Alguém sabe porque isso acontece? — questionou a cientista.

Todos ficaram em silêncio por um tempo, tentando encontrar uma resposta. Como ninguém conseguiu pensar em uma explicação, Giovanni respondeu:

— Quanto menor o furo, menor a entrada de luz. Se tem menos luz entrando, a imagem fica muito escura. Para resolver esse problema, em vez de utilizar um furo na câmara escura, eu coloquei uma lente... como as de alguns óculos, por exemplo. Isso melhorou a qualidade da imagem e resolveu alguns problemas que essa câmara escura possuía.

O filósofo mostrou a todos eles a câmara escura portátil que estava na sala. Depois de uma pausa, Giovanni falou:

— Venham comigo... — e saiu em direção a um dos cômodos de sua casa.

Eles entraram em uma outra câmara escura que ele tinha. Era um quarto pequeno com paredes pintadas de preto. O cientista tirou um objeto que estava pregado na parede, revelando um pequeno furo por onde passava a luz do sol. Assim, todos puderam ver na parede a paisagem que estava do lado de fora do quarto: grama verde, grandes pedras apoiadas umas sobre as outras e árvores. Ficaram todos lá por um tempo.

Os jovens ficaram concentrados na projeção que estava de cabeça para baixo - definitivamente não era uma imagem de qualidade, mas chamava a atenção. Em pouco tempo a concentração foi quebrada quando ouviram Aurora abrindo a porta da sala e se despedindo do cientista. Eles não entenderam porque já estavam indo, mas se levantaram e a acompanharam até a saída da casa. Na saída, Giovanni falou:

— Desculpem-me pela forma como os tratei quando chegaram .. Faz um tempo que me dedico apenas a escrever sobre o que estudo e não costumo receber muitas visitas... O grupo de discussões que fundei foi encerrado pela Santa Inquisição. Era lá que eu costumava conversar e estudar com os demais membros. Fazia bastante tempo que eu não ensinava mais nada a aprendizes ou conversava assim sobre assuntos de meu interesse. Foi muito bom ter a quem ensinar novamente.

Os viajantes responderam educadamente a ele e entenderam a situação. Foram embora felizes, acreditando que tinham ajudado a Giovanni.

— Agora nós vamos entender como a lente auxiliou na melhoria da câmara escura. Vocês vão conhecer o tão esperado Newton. — disse a cientista, satisfeita.

Os jovens ficaram ansiosos e contentes. Até que Luís resolveu perguntar:

— Por que saímos de lá tão rápido? Aconteceu alguma coisa?

— Na verdade, não. Basicamente ele já nos falou tudo que poderia nos ajudar. Pensei também que era melhor sairmos logo antes que alguma coisa dê errado, como nas últimas vezes.

Todos concordaram. Enquanto caminhavam em direção a máquina eles conversavam.

— Mas e a câmara fotográfica, afinal? Como surgiu? — lembrou Eduardo.

— Após Giovanni ter colocado a lente na câmara escura, os cientistas começaram a tentar algumas formas de fixar as imagens que eram projetadas. Para isso, utilizaram alguns materiais que ficavam marcados quando a luz do Sol os atingia. Foi um processo demorado até encontrarem um material bom. Estamos no século XVI e apenas no século XIX foi encontrado um meio de fixar as imagens. Esse material tinha que ficar dentro da câmara escura, exposto à luz do Sol durante hoooras. Inicialmente, só uma parte das pessoas tinham acesso às fotos e só depois de um tempo outras pessoas puderam ter acesso a essa tecnologia. Salvar momentos não era fácil como hoje, que tiramos uma foto e ela automaticamente aparece na galeria do seu celular. Com o tempo, a ciência e a tecnologia foram sendo aprimoradas até termos o que temos hoje.

A conversa estava tão boa, que eles mal perceberam que já haviam chegado na máquina do tempo.

— Nem acredito que vamos finalmente sair de um local com calma e em total segurança. — disse Elisa, aliviada por não ter acontecido nada demais dessa vez.

Antes de todos eles entrarem na máquina do tempo, Luís disse:

— Aurora... — ele estava com o queixo caído, apontando para Giovanni Battista, que estava escondido atrás de algumas pedras. O cientista os seguiu por ter achado a visita e o comportamento dos viajantes estranhos.

— Aah, não. Foi só falar. — falou Eduardo, desesperado.

Os viajantes se assustaram e, como não havia nada mais a fazer, entraram o quanto antes na máquina e partiram. Giovanni ficou parado o tempo todo. Ele estava

em choque. Não tinha ouvido nada da conversa deles devido a distância em que estava, mas aquilo definitivamente não era normal. O filósofo acreditava em magia e já havia escrito sobre suas crenças em alguns de seus livros. Ele agora tinha certeza que a magia existia. Depois de um tempo ele voltou para sua casa e escreveu sobre o que tinha visto, descrevendo com detalhes as características dos viajantes, seus comportamentos e como sumiram dentro de um “objeto grande e branco”. Não tentou publicar seu texto sobre o assunto pois sabia que sua obra seria barrada pela Santa Inquisição, então preferiu escondê-lo. Infelizmente - ou felizmente para esse caso - a Inquisição encontrou seu texto e o queimou antes que qualquer outra pessoa tivesse acesso a ele.

## Capítulo 10.

### Por que o céu é azul?

**Londres - Inglaterra, século XVIII, 1704: Isaac Newton.**

— E agora????? — perguntou Elisa assim que chegaram no novo local.

— Onde estamos? Por que não voltamos para o laboratório? — perguntou Luís, confuso.

Todos saíram rapidamente da máquina e começaram a seguir Aurora, sem saber para onde ela estava indo. Inevitavelmente Aurora ficou ansiosa com a situação, mas logo se tranquilizou. Ela sabia que não tinha acontecido nada demais, eles não haviam interferido na história, senão essas viagens que eles estavam fazendo provavelmente nem aconteceriam.

— Aurora? Está tudo bem? Vamos continuar a viagem assim mesmo? Vamos conversar com quem agora? — perguntou Juliana, tentando chamar a atenção da cientista.

— Oi. Está sim. Bom, não aconteceu nada que comprometa nossas viagens. É provável que ninguém acredite em Giovanni ou que ele nem consiga dizer ou mesmo entender nada sobre o que viu... E, diferentemente de Galileu, ele não foi proibido de escrever seus trabalhos ou condenado, apesar de ainda assim ter algumas de suas produções prejudicadas. Enfim... Giovanni ter nos visto não o prejudicou.

— Como você sabe? — questionou Eduardo.

— É uma questão de lógica, nós já estamos no futuro. Se tivesse acontecido alguma coisa, saberíamos.

Apesar de ainda incomodados, os jovens ficaram mais tranquilos. Percebendo a aflição deles, Aurora parou de andar, olhou para eles e conversaram. Ela perguntou se eles queriam parar, mas assegurou que estava tudo bem. Os jovens pensaram e decidiram continuar. Eles confiavam em Aurora. Assim, todos voltaram a andar e a cientista continuou:

— Nós estamos no século XVIII. Vamos conhecer Newton! Conhecemos Aristarco no período antes de Cristo, depois Galileu e Kepler no século XVII. Giovanni no século XVI e agora Newton. Século XVIII. — Aurora fez uma breve pausa para que eles acompanhassem seu raciocínio e continuou, dizendo:

— Os árabes influenciaram bastante o estudo da luz que estamos vendo. Eles aprimoraram algumas ideias que foram levantadas pelos gregos. Também estudaram e desenvolveram vários assuntos durante a idade média. Vamos tentar conversar com Newton sobre alguns desses fenômenos da luz que já eram estudados pelos árabes há tempos. Esses cientistas europeus que estamos conhecendo como Kepler e Newton são só dois dos grandes nomes relacionados a esses estudos. Eles dois, inclusive, consideravam a existência do éter e acreditavam que a luz se propagava nesse meio.

— O que é éter? — perguntou Juliana, atenta ao que Aurora estava falando.

— O éter possui diferentes interpretações ao longo da história. Filósofos e cientistas formularam e reformularam suas teorias com relação a ele. O próprio Newton demorou até chegar a uma definição final. Mas, para Newton, o éter é um *meio* que ocupa todo o espaço. O éter estaria presente na composição da matéria. Com a evolução da ciência, a ideia do éter foi descartada.

— Hmm... Interessante. — disse Elisa, pensativa. — Mas uma coisa que não tem nada a ver com o assunto... Quando que essa inquisição acaba mesmo? Nós já fomos para vários séculos e isso não acaba. Não aguento mais andar com essas roupas.

Juliana riu e concordou. Era difícil para todos eles terem que andar vestidos daquela forma. Aurora também não gostava de vestir aquelas roupas, mas não tinha o que fazer. Era um “preço a ser pago”.

— A Inquisição durou muitos séculos mesmo. Houve dois períodos grandes de inquisição. Ela só acabou entre os séculos XIX e XX. Para terem uma ideia, nós somos do século XXI.

— Nossa... que horror.

Depois de mais um tempo andando, eles chegaram à universidade em que Newton trabalhava, em Londres. Encontraram o famoso cientista sozinho em um dos locais de lazer, à beira de um lago. Ele estava sentado em um banco de madeira, com os braços apoiados em uma mesa que, além dos braços dele, só tinha um copo de vidro vazio. O cientista parecia estar observando a paisagem. Os cinco se aproximaram e o abordaram, iniciando assim, a conversa com Isaac Newton. Os jovens estavam encantados. Newton não parecia como eles tinham imaginado. Não estava tão novo como a maioria das fotos que eles viram na internet. Para a surpresa

deles, Newton era simpático e humilde. Os seis conversaram por um tempo, até que Juliana começou a observar o lago. Ela percebeu que olhando para a água, podia observar o reflexo do Sol, dos pássaros que estavam voando no céu, das árvores que estavam à sua volta e a cor azul do céu. Com isso, ela resolveu perguntar:

— Por que a água do lago reflete toda a paisagem do céu?

Ela fez essa pergunta sem esperar realmente uma resposta. Estavam todos conversando ao lado dela e talvez ninguém a ouvisse perguntar, mas esse questionamento chamou a atenção de Newton, que se virou para ela, dizendo:

— Isso acontece por causa da reflexão da luz na superfície da água! Os raios de luz emitidos pelo Sol atingem a água e refletem, fazendo com que a água do lago se pareça com a superfície de um espelho...

Eduardo, Luís e Elisa se levantaram e encararam a água, observando suas imagens no lago. Elisa se desequilibrou e quase caiu no lago, sendo impedida por Aurora, que percebeu e a segurou.

— Cuidado! Não quer dar uma de Narciso, né?! — falou a cientista, rindo.

— Narciso? — perguntou Elisa, confusa com a fala de Aurora e um pouco assustada por quase ter caído na água. “Será que o tradutor poderia estragar?” pensou ela depois de estar segura.

— Vocês não conhecem a estória de Narciso e do Eco? — perguntou Aurora.

Os jovens disseram que não conheciam. Newton sabia da história e a adorava. Estava interessado em ouvir a narração de Aurora. Todos sentaram novamente nos bancos em que estavam, na margem do rio e então, a cientista começou a contar:

— Esse é um conto da mitologia grega. Existem várias versões desse conto... Vou contar a que eu mais gosto. Narciso era um herói de seu território. Ele era muito bonito e despertava a paixão de todos que o conheciam. Antes de seu nascimento, foi dito à mãe de Narciso que ele teria uma vida longa desde que não visse seu reflexo. Então assim foi por toda a vida de Narciso... Ele não sabia como era sua aparência. Um dia, ele foi passear por um bosque e suspeitou que estava sendo seguido. Assim, começou a fazer perguntas para saber quem estava com ele: “quem está aí?”, “pare de se esconder”... Mas só o que escutava era o retorno de sua própria voz “está aí”, “se esconder”.

— O eco?! — afirmou Luís, com empolgação e certa dúvida.

— Isso mesmo! — afirmou Aurora. — Na mitologia grega, o Eco era na verdade uma linda mulher que só podia falar a última coisa que escutasse. Ela estava seguindo Narciso, admirando a beleza dele, sem que ele pudesse vê-la. Angustiado com a situação, Narciso acabou indo para a margem de um lago que estava dentro do bosque. E, assim como vocês, ele se deparou com sua imagem refletida na superfície da água. Ele se apaixonou pela sua beleza e encanto. Tentando abraçar sua imagem, acabou caindo no lago e se afogando. Logo depois, teria nascido de dentro do lago uma flor chamada Narciso.

— Que triste... — constatou Elisa.

— Verdade. Mas há beleza nessas histórias. — afirmou Newton. — Desde a antiguidade eles observam fenômenos como a reflexão e tentam buscar explicações para esses fenômenos.

— E como funciona essa reflexão?

— Nas ciências, estudamos esses fenômenos caracterizando os meios de propagação da luz... Por exemplo, aqui onde estamos, temos dois meios: o ar e a água. Os meios são materiais diferentes... Nesse caso, a luz pode se propagar/andar, tanto no ar quanto na água. Na reflexão acontece que a luz está no ar e, ao atingirem a superfície da água, esses raios voltam para o ar realizando um outro trajeto.

— É como jogar uma bola na parede que quando a bola bate na parede ela volta? — perguntou Eduardo.

— Isso! Perfeito. — afirmou Aurora, empolgada, antes que Newton tivesse qualquer reação. — Na reflexão, os raios de luz que incidem na água são refletidos em várias direções, podendo vir em direção a nós e também ir na direção de outras pessoas que estão do outro lado do lago... É como se a gente pegasse várias bolas e jogasse todas na parede ao mesmo tempo. Algumas viriam na nossa direção, mas outras poderiam ir para lugares completamente diferentes.

Newton ficou impressionado e continuou:

— Além da reflexão, também estudamos os fenômenos da refração e da absorção. Querem saber sobre eles também? — perguntou. Vendo que todos assentiram com suas cabeças, ele continuou. — A refração da luz acontece quando os raios de luz passam de um meio para outro. Esses meios devem ser *transparentes*. Aqueles que permitem a passagem de luz... Tipo o vidro, a água desse copo, o ar etc.

Por exemplo, aqui no lago, a luz está vindo pelo ar e passa a se propagar na água. Quando a luz sai de um meio para outro, a gente diz que ocorreu a refração.

— Mas você não disse que a luz estava sendo refletida? Agora está tendo refração? — perguntou Juliana, confusa.

— Acho que tem vezes que a luz é refletida pela água e tem vezes que tem a refração. — disse Eduardo.

— E o que determinaria quando a luz seria refletida ou refratada? — perguntou Aurora, interessada na resposta de Eduardo.

— Ah, sei lá... O tipo do ar e da água? — respondeu.

— Na verdade, a luz costuma sofrer esses dois fenômenos juntos. Na maioria das vezes, ela é refletida e refratada. Na superfície do lago, por exemplo, os raios de luz que incidem na água são refletidos e refratados ao mesmo tempo. — Newton estava com um pequeno caderno e um lápis em um de seus bolsos. Ele sempre andava com um caderno para fazer suas anotações. Com eles, o cientista desenhou um raio de luz incidindo na superfície da água e mostrou aos jovens que uma parte desse raio luminoso foi refletido, voltando para o ar e outra parte foi refratada, se propagando na água.

— Uma coisa bem legal que a gente pode fazer para perceber a refração, é colocando um lápis dentro de um copo com água. — disse Aurora, pedindo o copo de Newton emprestado. Ela pegou um pouco de água do lago e colocou o copo que estava cheio até a metade em cima da mesa. Logo em seguida colocou o lápis de Newton dentro do copo (9).

— Aaah que legal. Parece que o lápis está quebrado! — afirmou Elisa.

— Isso mesmo. — concordou Aurora, deixando que Newton explicasse o fenômeno.

— Vocês observam o lápis assim justamente por causa da refração. Quando a luz passa do ar para a água, ela sofre um desvio na sua trajetória, causando esse efeito que observamos no lápis. A parte do lápis que está na água parece estar em uma posição diferente da que o lápis realmente está, não é?! Antigamente os povos pescavam com lanças e, para conseguirem pegar os peixes, eles sabiam que não estavam vendo a real localização do peixe através da água. Então eles jogavam a lança um pouco antes ou depois de onde estavam vendo a imagem.

— Os povos nativos dos países, os índios, utilizam dessa técnica para pescar. Eles não estudaram física para saber porque isso acontece, mas eles entendem a situação e conseguem achar soluções para o que poderia ser um problema. — complementou Aurora.

— Nossa... Isso é muito legal! — afirmou Luís.

— Pois é... Mesmo que a gente não entenda cientificamente como as coisas acontecem à nossa volta, acabamos percebendo como a natureza funciona. — falou Aurora.

— Mas é claro que entendendo como tudo funciona, isso pode facilitar a resolução de problemas do nosso dia-a-dia... Além de nos trazer conhecimento, claro. — disse Newton, contente.

— E desenvolvimento social e tecnológico! — completou Aurora — Aah.. E é devido a refração da luz que a imagem da câmara escura ficou melhor. Quando Giovanni colocou uma lente na câmara escura, isso permitiu que entrasse mais luz no ambiente e que a imagem ficasse mais definida justamente devido a esses fenômenos que estão envolvidos...

O cientista ficou surpreso por eles também conhecerem Giovanni Battista, mas ele já havia morrido e seus estudos eram realmente famosos... Newton continuou:

— E como falei, além da reflexão e da refração, a luz também pode ser absorvida. Ela pode ser absorvida pelos *materiais opacos*. Esses materiais não permitem a passagem dos raios de luz, impedindo que a gente veja qualquer objeto que esteja atrás desse material.

— Tipo uma parede? — perguntou Eduardo.

— Isso. A madeira dessa mesa aqui é um material opaco. Não conseguimos ver o que tem abaixo dela. Uma parede também é feita de materiais opacos...

— Nossas mãos são opacas! E esses bancos, as árvores... — complementou Elisa.

Newton concordou e continuou:

— Então... A absorção acontece quando a luz incide em um material opaco e o material a absorve. Ou seja, a luz não continua seu trajeto.

— Vocês podem pensar em uma esponja. Quando colocamos um pouco de água em uma esponja, a esponja absorve a água. Não acontece exatamente do mesmo jeito com a luz, mas facilita o entendimento. — complementou Aurora.

Os jovens concordaram, imaginando a situação. Pensando sobre isso, Luís resolveu perguntar:

— Essa absorção também pode acontecer junto com a reflexão ou a refração ou sei lá... os três juntos?

— Em materiais opacos só acontecem a absorção e a reflexão. Em meios transparentes, só acontecem a reflexão e a refração... E em *meios translúcidos*, observamos os três fenômenos...

— O que é um meio translúcido? — perguntou Juliana.

— São materiais que não permitem que a luz passe completamente... A gente consegue ver o que tem do outro lado, mas meio embaçado... — Aurora falou, respondendo a pergunta.

— Quando a luz incide em um material translúcido, uma parte dessa luz é absorvida, outra é refletida e outra é refratada. Alguns materiais refletem mais a luz do que refrata e absorve, outros absorvem mais que refletem ou refratam a luz... — explicou Newton. — Objetos da cor preta, por exemplo, absorvem mais a luz que objetos da cor branca. Objetos da cor branca tendem a refletir mais a luz do que absorvê-la.

— Por isso que quando a temperatura está muito alta é melhor usar roupas que possuem tons claros. Roupas pretas ou escuras absorvem mais a luz do Sol e, conseqüentemente, sentimos a temperatura ainda mais alta. — informou Aurora.

— **Hmmm... Então deixa eu ver se entendi bem... quando a luz está no ar, bate em um material e volta para o ar, aí tem a reflexão. Quando a luz está no ar, bate em um material e fica *andando* nesse outro material, aí tem a refração. E quando a luz vem do ar e bate em um material e para de *andar*, aí tem a absorção...** — falou Juliana a fim de entender melhor o que Newton e Aurora explicaram. — **Tipo... a reflexão, a refração e a absorção acontecem quando a luz que está no ar bate algum material e aí acontece alguma coisa... É isso?**

— **Mais ou menos... Esses três fenômenos acontecem dessa forma, mas não apenas no ar. Podemos dizer que a luz está se propagando na água e passou para o**

ar, tendo refração... Ou que a luz está na água e passou para o óleo, havendo refração também... Ou que a luz passou de um vidro para um plástico... O importante para todos esses fenômenos acontecerem é a diferença de material. Imagina um peixe dentro desse lago. — Newton falou apontando para o lago que estava na frente deles. — A luz do Sol pode estar se propagando dentro da água e ao incidir no peixe essa luz é refletida... Isso acontece porque há diferença entre os materiais: a água e as escamas do peixe.

— Aaaa... Agora entendi. — Juliana afirmou, animada.

O Sol estava começando a se pôr e todos eles ficaram observando o céu ganhar um tom alaranjado. Aurora se lembrou novamente de seu gatinho e se entristeceu.

— Newton, por que o céu fica dessa cor quando o sol se põe? Você sabe? — perguntou Elisa.

— Primeiro temos que entender que a luz branca é composta por luzes de várias cores... Descobri isso depois de muito estudo com prismas... Cada luz de cor diferente se comporta de uma forma. Quando a luz branca do Sol passa pela atmosfera, todas as cores de luz que formam a luz branca se espalham pelo céu. Ao meio dia, a distância que a luz do sol percorre é pequena e a luz azul é a luz que se espalha mais. Ao amanhecer ou no final da tarde, a luz do sol percorre uma distância maior... Nesse caso, a luz azul se espalha muito antes mesmo de chegar até nós. Assim, quando a luz do sol chega até a gente, percebemos mais os tons alaranjados... É bonito, não é?!

Todos concordaram.

— Hmm... E os objetos? Por que os objetos têm cores diferentes? — questionou Luís, instantes depois de todos ficarem em silêncio.

— Vocês têm algum palpite? — falou Aurora, incentivando os jovens a criarem suas teorias.

Todos ficaram calados, até que Juliana decidiu falar o que passou por sua cabeça:

— **Eu acho que a cor é algo dos objetos... Tipo, eles simplesmente são coloridos.**

— Então seria diferente da cor do céu? Que no caso a cor do céu depende da luz, né?! As cores que o céu tem *não são dele*. Vem dessa explicação do senhor Newton.

— Mas o céu muda de cor, os objetos não. — falou Juliana. — Então deve ser diferente mesmo. — concluiu depois de pensar um pouco.

Depois dessa conversa, Newton continuou em silêncio por alguns segundos, olhando para a frente, para o lago e o céu. Então, sem desviar o olhar da paisagem, disse:

— **Uma coisa interessante que percebi é que as cores dos objetos que observamos depende da luz que é refletida por um objeto...** — o cientista estava pensativo. **A conversa das meninas era muito interessante e essas dúvidas também já passaram pela sua cabeça.**

— Como assim? — perguntou Juliana.

Isaac Newton se virou para os jovens, pegou seu caderninho nas mãos e explicou:

— **As folhas de papel desse meu caderno são brancas, certo?! Isso acontece porque a luz branca incide sobre as folhas e as folhas *refletem* todas as cores que compõem a cor branca... azul, amarelo, vermelho... e por aí vai. Mas seu vestido é vermelho. — falou Newton, apontando para o vestido que Juliana estava usando a contra gosto. — Seu vestido é vermelho porque a luz do Sol incide sobre ele e esse tecido reflete apenas a luz vermelha que compõe a luz branca...**

— E o que acontece com a luz das outras cores? — questionou Eduardo, entrando na conversa.

— **Elas são absorvidas! Se um objeto *absorve* todas as cores da luz branca, então esse objeto será preto! Por não refletir luz de nenhuma cor! — Newton deu uma pausa e continuou — As cores do céu e de objetos não são de composições diferentes, mas se dão por fenômenos diferentes. No céu, a luz é espalhada. Nos objetos, ela é refletida e/ou absorvida! (10)**

— Então a cor preta é a mistura de todas as cores que são absorvidas? — Elisa perguntou.

— Não, não... O preto é dado pela *ausência* de cores. As cores que percebemos existem a partir da *reflexão* e das luzes coloridas que compõem a luz

**branca. Para a ciência, o branco e o preto não são considerados cores! Quando percebemos o preto é porque não teve reflexão de nenhuma luz colorida que compõe a luz branca, ou seja, não observamos cor alguma. Vemos preto. E o branco é apenas a existência de luz...**

— Que interessante... — concluiu Elisa.

Apesar de estar triste, Aurora resolve entrar novamente na conversa, perguntando aos jovens:

— Vocês sabiam que só conseguimos enxergar por causa da luz? Se não houvesse luz, não conseguiríamos enxergar nada...

— Valha... Verdade. Quando estou no escuro não consigo ver nada. — falou Juliana. Ela nunca tinha parado para pensar nisso *cientificamente*. Ela só sabia que odiava o escuro. Apesar de ser corajosa, não gostava de lugares totalmente escuros. Dormia sempre com uma pequena luminária acesa dentro do seu quarto.

Aurora voltou a questionar:

— E se só enxergamos se tiver luz em um ambiente, como vocês acham que a luz interage com a gente para que a gente consiga enxergar? De onde ela sai e para onde vai?

Eles passaram um tempo pensando na pergunta, enquanto Newton observava a interação entre eles. Eduardo foi quem respondeu primeiro, dizendo:

**— Acho que para a gente ver a luz sai de nossos olhos e chega até o que enxergamos... Tipo, ela sai de meu olho e vai até vocês e aí eu consigo ver vocês.**

**Luís pensou um pouco e formulou outra explicação:**

**— Acho que é o contrário. A luz sai do objeto e vem até nossos olhos.**

Dessa vez as meninas ficaram ouvindo. Elas não tinham nenhum palpite. Aurora escuta os dois e questiona mais uma vez:

— **O que são fontes de luz?**

— **Objetos que emitem a luz que produzem.** — respondeu Luís.

— **Então o que faz com que tenha luz em um ambiente?**

— **Ter fontes de luz que geram luz...?** — ele respondeu novamente.

— **Isso mesmo. Então se enxergamos por causa da luz e a luz é emitida apenas por fontes primárias de luz, o que isso significa?**

— Sei lá. — falou Eduardo em tom de brincadeira. Todos riram e Aurora continuou:

— Vamos lá... Nossos olhos são fontes de luz?

— Não. — Eduardo respondeu dessa vez.

— E os objetos que estão à nossa volta?

— Também não... — respondeu novamente.

Todos ficaram pensativos até que Luís falou:

— Aaa entendi... Se nem nossos olhos e nem os objetos produzem luz, então quer dizer que nem eu e nem Eduardo estamos certos quanto a visão...

— Isso... Na verdade, várias pessoas há um tempo pensavam como vocês. Essas já foram teorias aceitas por um determinado período... Mas, como vimos, a luz é produzida e emitida por uma fonte primária de luz, como o Sol. A luz do sol está incidindo em todos nós. Essa luz que bate na gente reflete em todas direções, inclusive na direção dos nossos olhos. E é isso que permite que a gente enxergue o que está ao nosso redor.

— É muito legal entender essas coisas... Apesar de não ser muito fácil. — Juliana comentou, risonha.

Newton decidiu voltar para a conversa:

— Segundo Kepler, nossa visão acontece assim: a imagem que é formada no nosso olho não é exatamente igual ao que conseguimos observar de fato... Nosso olho funciona como uma câmara escura.

— Nós vemos tudo de cabeça para baixo? — Elisa se apressou em perguntar, lembrando da viagem desastrosa a Giovanni.

— Isso. A luz passa pelo nosso olho e forma uma imagem invertida dentro dele... Eu não escrevi muito sobre isso porque não dediquei muito meus estudos a entender como nossa visão funciona, mas acredito que conseguimos ver tudo normal por causa de alguma função do nosso cérebro... De inversão dessa imagem.

Os quatro jovens ficaram pensando nisso. Era muita informação. Era muito interessante também. Apesar de terem interesses diferentes, eles estavam gostando muito de saber dessas coisas - e imagina... isso definitivamente daria vantagem a eles na escola, quando fossem estudar esses conteúdos.

Assim que parou de falar com os jovens, Aurora tinha voltado a ficar pensativa e distraída ao pensar em Cinzento. Estava tão dispersa que esqueceu que já estavam a muito tempo conversando com Newton. Quando acordou de seus devaneios, percebeu que já havia escurecido. Como sempre, agradeceu ao cientista por toda a atenção e voltou para o laboratório junto com os jovens. Finalmente conseguiram fazer uma viagem no espaço-tempo tranquila, mas infelizmente foi a última por pelo menos um bom tempo.

## Capítulo 11. Apagando as luzes.

### **Carambolas - Brasil.**

Os jovens voltaram muito animados para Carambolas. Estavam com várias ideias de experimentos para fazer e sabiam que iam conseguir tirar nota boa na feira de ciências. Além disso, tinham finalmente conhecido Newton e ele era *super* legal. E mais... Finalmente tinham conseguido ir e voltar sem ninguém ver nada nem dar nada errado! Observando a animação dos quatro amigos, Aurora se sentiu um pouco melhor e falou:

— Eu fico muito feliz que vocês tenham gostado de tudo que fizemos e mais ainda por estarmos todos seguros! Acredito que vocês viram o suficiente para fazer ótimos projetos, sabiam?! Então a gente pode parar com as viagens por aqui e saibam que podem sempre vir aqui para que eu ajude vocês a melhorarem o que for necessário!

— Mas já terminamos? — perguntou Eduardo, surpreso.

— Não tem mais nenhum cientistazinho na lista não? — questionou Luís, logo em seguida.

— Na verdade, até tem, mas podem ficar para um outro momento... Quem sabe? Vocês têm bastante material para trabalharem! — Aurora respondeu com um tom de voz descontraído.

— Sabe uma coisa que senti falta? — Juliana perguntou retoricamente. — Não conhecemos e nem falamos com nenhumaA cientistA em todas essas viagens... — ela enfatizou as palavras femininas, para que entendessem que ela achou estranho só terem conversado com homens em todas as viagens. — Aah... E cientistas negros também.

— Verdade. E nenhum brasileiro, também... Só gente de outros países... — complementou Elisa. — Mas não que a gente tenha que escolher quem vamos ver. — riu, envergonhada.

— Pois é... Na verdade, os estudos científicos no Brasil começaram a serem desenvolvidos beem depois que nos outros países que visitamos. Hoje a ciência

brasileira já está bem mais consolidada e com vários pesquisadores famosos, mas, infelizmente, poucos são reconhecidos mundialmente... Quem sabe alguns de vocês se tornem grandes cientistas e mude isso?

— E as mulheres? — perguntou Eduardo.

— Como Juliana falou, não encontramos e nem conversamos com nenhuma durante as viagens, mas elas foram muito importantes para a ciência mundial. Elas estiveram e estão sempre presentes na história das ciências, mas muitas coisas foram tiradas de nós... Por exemplo, durante bastante tempo, no Brasil e no mundo, somente os homens podiam estudar. Aos poucos fomos conquistando esse direito, mas as descobertas feitas por nós, mulheres, acabaram sendo atribuídas a outros ao longo do tempo... E com relação a pessoas negras, foi ainda pior. Tivemos escravidão no Brasil e no mundo... Exploração dos povos de origem africana e povos nativos de diversos locais... Infelizmente isso tudo reflete nos cientistas famosos que temos hoje. E esses nomes irão ajudá-los no trabalho da escola.

— Nossa, que triste... — falou Juliana, desanimada.

— É muito triste, mas felizmente as coisas estão mudando e vocês são o presente e o futuro de tudo isso.

— Por que você não revela essa máquina do tempo para o mundo? Aí teríamos seu nome juntos com o desses outros que conhecemos... — perguntou Luís.

— Essa é uma ferramenta muito importante e perigosa. Se for revelada a todos, pode ser usada para coisas ruins, então prefiro deixar a máquina escondida por enquanto...

Todos concordaram. Parecia ser a coisa mais inteligente a ser feita.

— Apesar da gente não ter conhecido nenhuma cientista nessas viagens do espaço-tempo, nós conhecemos você. — Elisa afirmou, com contentamento.

Logo após, os jovens voltaram para a casa de Elisa. Eles continuaram trabalhando no primeiro projeto por mais uma semana, indo à escola, se reunindo em casa e passando na biblioteca para pedirem ajuda a Aurora e continuarem mantendo contato com ela. Faltando duas semanas para a feira de ciências, eles começaram outros dois projetos: *uma câmara escura* (8) e um arco-íris utilizando um CD (11). Eles tiveram mais dificuldades com o segundo experimento, já que precisaram de mais materiais e tiveram que observar de vários ângulos se estava aparecendo o fenômeno

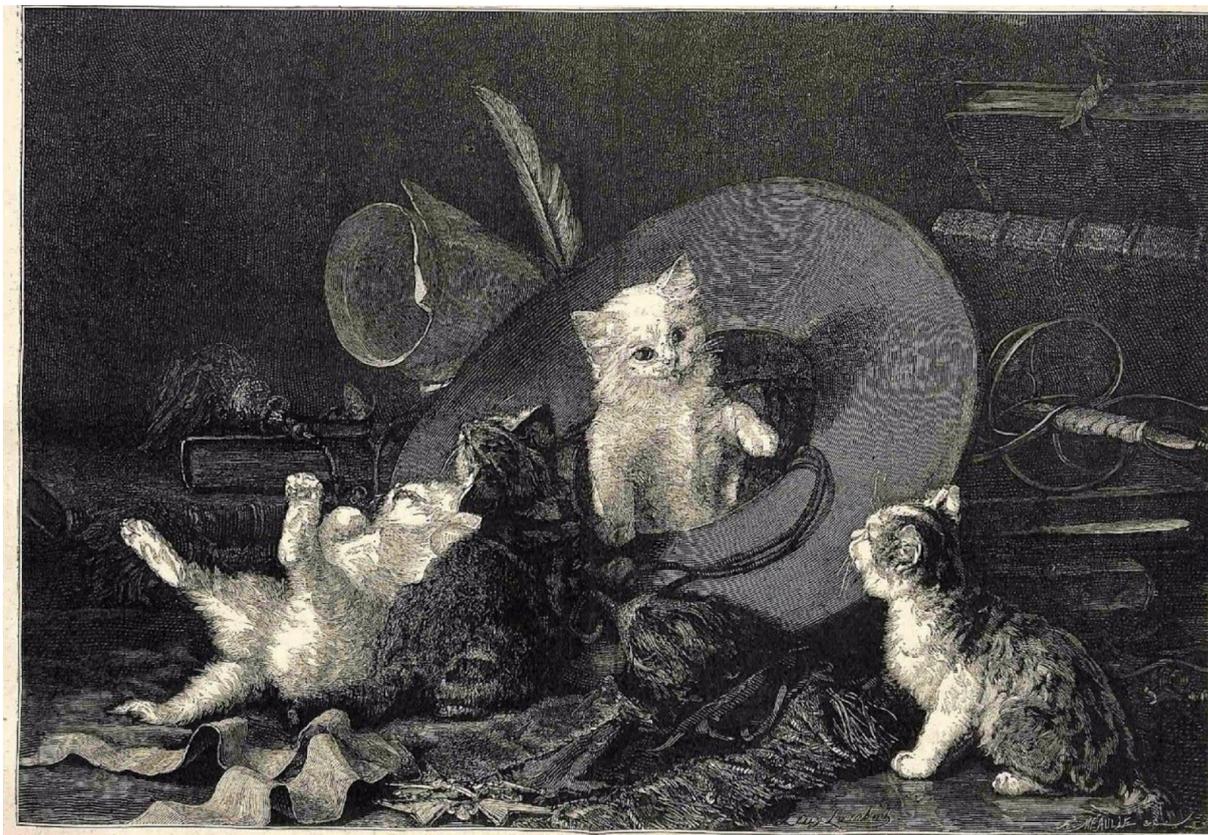
esperado. Todos eles ficavam cada vez mais aflitos com receio de não conseguirem terminar os projetos a tempo. Com paciência, eles conseguiram superar todas as dificuldades, inclusive a do tempo - ou, no caso, a falta dele. Exatamente após um mês desde que a feira tinha sido anunciada, Juliana, Elisa, Luís e Eduardo estavam em sua banquinha no pátio da escola, com seus três projetos expostos. Eles explicaram para todos que passavam sobre o funcionamento da câmara escura e sua evolução até as máquinas fotográficas, como o espalhamento da luz poderia formar as cores no céu e como a luz do Sol influenciava para a formação das fases da Lua, dos eclipses e dos dias e das noites. Ao final da tarde, o grupo ganhou o prêmio simbólico de melhor apresentação da feira. Apesar de muito cansados, todos eles ficaram extremamente felizes, compartilhando essa felicidade com outros amigos, seus pais e, claro, com Aurora.

Quem diria que de uma feira de ciências esses quatro amigos teriam vivido as melhores e mais loucas experiências de todas as suas vidas?

### **Algumas semanas depois...**

Os jovens estavam de férias e cada um foi se divertir com seus familiares. Aurora estava andando pela biblioteca onde fica seu laboratório, enquanto bebia um chocolate quente. Carambolas não era uma cidade de clima frio, mas às vezes as temperaturas baixavam um pouquinho - as temperaturas não chegavam nem perto de serem baixas, mas já era o suficiente para todos os moradores se agasalharem e prepararem um chocolate quente. Como de costume, a biblioteca estava vazia. A cientista pegou alguns livros, os colocou em cima de uma mesa e sentou em uma cadeira para poder ler o que havia separado. Ela queria ler um pouco mais sobre as outras épocas e séculos. Queria aprender sobre os costumes, hábitos, novas descobertas... Aurora tinha costume de fazer isso por dois motivos: para descobrir novos locais e épocas que gostaria de visitar e para saber como agir caso deseje ir a algum desses lugares.

Ela passou horas lendo, folheando vários livros, analisando imagens... Até que ela se deparou com algo que a deixou extremamente feliz: uma pintura intitulada “Cardinal Richelieu e seus gatos”.



Ela podia jurar que seu gatinho Cinzento está pintado nessa figura! Pesquisando mais sobre a pintura, encontrou que se tratava de um político francês do século XVII que tinha 15 gatos. Ele era muito influente e apaixonado por seus bichinhos de estimação. Alguns dos animais que ele tinha haviam sido comprados e outros foram adotados das ruas. O cardeal serviu até de inspiração para obras importantes da Literatura!!

“Esse gatinho cinza só pode ser ele!”. Aurora voltou a utilizar a máquina do tempo pela primeira vez depois de todas aquelas viagens, apagou as luzes do laboratório e partiu em busca de seu gato.

---

## Referências

---

BRITANNICA, The Editors of Encyclopaedia. Giambattista della Porta: Italian philosopher. In: ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Philosophers**. [S. l.], 31 jan. 2021. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Giambattista-della-Porta>. Acesso em: 5 jan. 2021.

CAMARGO, Daniela Bueno de. **O conceito de éter nos trabalhos de Isaac Newton**. Orientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Alfonso-Goldfarb. 2018. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/21828>. Acesso em: 11 fev. 2021.

ROSSATTI, C.; MANTOVANI, M. S. M.; MURAMATSU, M. Oficina de fotografias com câmara escura: uma atividade multidisciplinar. **Revista de Cultura e Extensão USP**, [S. l.], v. 2, p. 33-39, 2009. DOI: 10.11606/issn.2316-9060.v2i0p33-39. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rce/article/view/440>. Acesso em: 5 jan. 2021.

ESTEVE, Maria Rosa Massa. Introducción. In: COMMANDINO, Federico. **Aristarco de Samos: Sobre los tamaños y las distancias del sol y la luna**. Espanha: UCA - Universidad de Cádiz, 2007. cap. 1, p. 13-32. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=Yjfg6eiKIEoC&lpg=PA10&ots=wOs9yyycNw&dq=%22aristarco%20de%20samoss%22&lr&hl=pt-BR&pg=PA1#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 3 out. 2020.

FIGUEIRA, Adriano Jorge. **Eclipses e os movimentos dos astros: uma abordagem histórica**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2007. 64 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/8191>. Acesso em: 6 out. 2020.

FILANGIERI, Giovanni Rossi; CIRIELLO, Anna. GIOVANBATTISTA DELLA PORTA E L'ACCADEMIA DEI SEGRETI. In: FILANGIERI, Giovanni Rossi; CIRIELLO, Anna. **ESSERE ALTROVE**. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://www.esserealtrove.it/contenuti/napoli/giovanbattista-della-porta-e-l-accademia-dei-segreti/>. Acesso em: 5 jan. 2021.

FINOCCHIARO, Maurice A. Mito 8: Que Galileu foi preso e torturado por defender o copernicanismo. In: NUMBERS, Ronald L. **Terra plana, Galileu na prisão e outros mitos de ciência e religião**. Tradução: Aline Marques Kaehler. 1. ed. Rio de Janeiro: Thomas Nelson Brasil, 2020. p. 41-45. ISBN 9788571671713.

GALILEI, Galileu. **Ciência e Fé: cartas de Galileu sobre o acordo do sistema copernicano com a Bíblia**. Tradução: Carlos Arthur R. do Nascimento. 2. ed. rev. e

aum. São Paulo: Unesp, 2009. 143 p. ISBN 978-85-7139-939-6. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dnnl6frC7rsC&oi=fnd&pg=PA9&dq=galileu+galilei&ots=WCtizq95AY&sig=7uTP\\_n2cFPPvOuselqmVBepKHyw&redir\\_esc=y#v=onepage&q=galileu%20galilei&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dnnl6frC7rsC&oi=fnd&pg=PA9&dq=galileu+galilei&ots=WCtizq95AY&sig=7uTP_n2cFPPvOuselqmVBepKHyw&redir_esc=y#v=onepage&q=galileu%20galilei&f=false). Acesso em: 11 fev. 2021.

GALILEI, Galileu. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano**. Tradução: Pablo Rubén Mariconda. 3. ed. São Paulo: 34, 2011. 888 p. ISBN 978-85-7326-470-8.

JÚNIOR, Dulcídio Braz. O que são manchas solares?. In: EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO. **Você sabia?**. [S. l.], 28 out. 2014. Disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/infantil/voce-sabia/2014/10/o-que-sao-manchas-solares>. Acesso em: 11 fev. 2021.

KISHI, Kátia. Cecilia Payne, astrônoma que descobriu a composição do Sol. In: GOLOÁ JOURNAL. **Ciência**. [S. l.], [21-?]. Disponível em: <https://galoa.com.br/blog/cecilia-payne-astronoma-que-descobriu-composicao-do-sol>. Acesso em: 11 fev. 2021.

LOPES, Maria Helena Oliveira; LOPES, Wilson. Aplicações da Astronomia e da Geometria na Grécia Antiga. **Integração**: ensino, pesquisa, extensão., São Paulo, ed. 66, p. 46-48, 2014. Disponível em: <https://www.usjt.br/prppg/revista/integracao/assets/pdf/66/ri-2014-art8-lobes.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2021.

MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle Celestino. As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, ed. 4, out./dez. 2015. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173731817>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172015000400202&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000400202&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 11 fev. 2021.

PAPROCKI, Jorge. Nicolaus Copernicus: médico e astrônomo polonês. **Revista Médica de Minas Gerais**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 239-245, 13 set. 2010. Disponível em: <http://www.rmmg.org/artigo/detalhes/108#>. Acesso em: 11 fev. 2021.

RICCI, Saverio. Della Porta, Giovan Battista. In: **Il Contributo italiano alla storia del Pensiero**. [S. l.], 2012. Disponível em: [https://www.treccani.it/enciclopedia/della-porta-giovan-battista\\_%28Il-Contributo-italiano-alla-storia-del-Pensiero:-Filosofia%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/della-porta-giovan-battista_%28Il-Contributo-italiano-alla-storia-del-Pensiero:-Filosofia%29/). Acesso em: 5 jan. 2021.

ROSENBLUM, Naomi et al. History of photography. In: ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Photography**. [S. l.], 3 dez. 2020. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/photography>. Acesso em: 5 jan. 2021.

SILVA, Alessandra Alves. **É só mais um click**: da câmara escura a era digital. Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Helenice Carvalho. 2009. 77 p. Monografia (Graduação em Comunicação Social: Habilitação em Relações Públicas.) - Universidade Federal do

Rio Grande do Sul., Porto Alegre, 2009. Disponível em:  
<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/22324>. Acesso em: 5 jan. 2021.  
SOUTO, Ana Lucia. Geocentrismo e heliocentrismo. In: KHAN ACADEMY. **História da astronomia e etnoastronomia**. [S. l.], 2018. Disponível em:  
<https://pt.khanacademy.org/science/9-ano/terra-e-universo-nosso-sistema-solar/historia-da-astronomia-e-etnoastronomia/a/geocentrismo-e-heliocentrismo>. Acesso em: 11 fev. 2021.

TOSSATO, Claudemir Roque. Apenas um lado do jogo: Kepler condicionado por seu tempo?. **Sci. stud.**, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 627 - 640, 2006. DOI  
<https://doi.org/10.1590/S1678-31662006000400007>. Disponível em:  
[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-31662006000400007](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662006000400007). Acesso em: 11 fev. 2021.

WITCHEMICHEN, Diego H. Por que existem as estações do ano?. In: GPET FÍSICA UNICENTRO. **Astronomia**. Paraná, 2 abr. 2018. Disponível em:  
<https://www3.unicentro.br/petfisica/2018/04/02/por-que-existem-as-estacoes-do-ano/#:~:text=Ent%C3%A3o%20o%20que%20explica%20as,assim%20as%20esta%C3%A7%C3%B5es%20do%20ano>. Acesso em: 11 fev. 2021.