

**INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE
CAMPUS NATAL CENTRAL
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 10**

Igor Vicente Caldas

História em quadrinho como ferramenta de ensino de astronomia: Uma proposta de sequência didática aplicada ao 1º ano do ensino médio.

Natal
2024

Igor Vicente Caldas

História em quadrinho como ferramenta de ensino de astronomia: Uma proposta de sequência didática aplicada ao 1º ano do ensino médio.

Dissertação apresentada ao Polo 10 – IFRN/RN do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Lustosa de Moura

Coorientador: Prof. Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto

Natal

2024

Caldas, Igor Vicente.

C145h História em quadrinhos como ferramenta de ensino de astronomia : proposta de sequência didática aplicada ao 1º ano do ensino médio / Igor Vicente Caldas. – 2025.
88 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2025.

Orientador(a): Dr. Bruno Lustosa de Moura.

Coorientador(a): Calistrato Soares da Câmara Neto.

1. Astronomia – Ensino médio. 2. História em quadrinhos – Ferramenta de apoio ao ensino. 3. Ensino de física. I. Título.

CDU 52:37(043.3)

Igor Vicente Caldas

História em quadrinho como ferramenta de ensino de astronomia: Uma proposta de sequência didática aplicada ao 1º ano do ensino médio.

Dissertação apresentada ao Polo 10 – IFRN/RN do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Ensino de Física.

Aprovada em 13 de março de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



BRUNO LUSTOSA DE MOURA
Data: 29/07/2025 09:31:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Bruno Lustosa de Moura – Orientador
Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Documento assinado digitalmente



ANTONIO MARQUES DOS SANTOS
Data: 31/07/2025 11:20:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antônio Marques dos Santos – Examinador(a) 1
Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Documento assinado digitalmente



PAULO VICTOR SANTOS SOUZA
Data: 31/07/2025 08:06:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Victor Santos Souza – Examinador(a) 2
Universidade Federal do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder a graça do dom da vida e por ter me dado saúde para focar neste projeto.

Agradeço profundamente à minha esposa, Francisca Naiara, pelo amor, compreensão e apoio incondicional durante este momento especial da minha trajetória acadêmica. À minha filha, Maria Sophia, minha fonte de energia e inspiração, que, com seu brilho e curiosidade, tem sido não só a mentora deste projeto, mas também o grande sonho de ver o futuro da ciência em suas mãos.

Aos meus pais, cuja dedicação e apoio foram fundamentais em minha formação, tanto formal quanto informal. Em especial, à minha mãe, que sempre foi minha fonte de inspiração e minha estrela guia, e ao meu pai, um brilhante matemático, de quem herdei não só a paixão pela ciência exata, mas também a busca incessante pelo conhecimento.

Ao meu coordenador, Dr. Bruno Lustosa de Moura, sou imensamente grato pelas valiosas orientações e pela generosidade ao compartilhar suas experiências na minha trajetória acadêmica. Agradeço também ao meu coorientador, Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto, pela paciência e pela orientação constante, que foram fundamentais ao longo de todo o meu percurso. Por fim, rendo homenagem ao professor Dr. Paulo Cavalcante da Silva Filho (in memoriam), cuja simplicidade, empatia e paixão pelo magistério marcaram profundamente minha jornada.

Aos colegas de turma, especialmente à senhora Candice Nóbrega Bernardino, pelo apoio e pelas trocas de experiências acadêmicas durante essa jornada.

Ao núcleo gestor, à comunidade escolar e aos alunos da Escola de Ensino Médio José Leopoldino da Silva Filho, por compreenderem a relevância do projeto e apoiarem a realização desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

RESUMO

O presente trabalho investiga o uso de histórias em quadrinhos (HQs) como recurso didático para o ensino de astronomia no ensino médio, buscando superar desafios frequentemente encontrados, como a dificuldade de abstração e a carência de materiais pedagógicos eficazes. A pesquisa desenvolveu e aplicou uma sequência didática estruturada, utilizando HQs de maneira lúdica e envolvente com alunos do primeiro ano do ensino médio. Fundamentada em teorias clássicas de aprendizagem, como as de David Ausubel e Jean Piaget, a sequência promoveu uma aprendizagem significativa, conectando novos conceitos a estruturas cognitivas existentes e ampliando a compreensão de temas como o sistema solar, fases da lua e constelações. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) embasa a proposta ao incentivar metodologias inovadoras que integrem conteúdos ao contexto dos estudantes. Os resultados indicam que o uso de HQs aumentou significativamente o interesse, a motivação e a assimilação dos alunos em relação aos conteúdos astronômicos. Além disso, a pesquisa reforça a importância de práticas pedagógicas que vão além da transmissão de informações, oferecendo experiências interativas que estimulam a curiosidade e o pensamento crítico. Assim, o trabalho destaca as HQs como uma ferramenta eficaz e versátil para o ensino de astronomia e sugere seu potencial para outras áreas do conhecimento científico.

Palavras-chave: astronomia; ensino de física; histórias em quadrinhos.

ABSTRACT

This study investigates the use of comic books as an educational resource for teaching astronomy in high school, addressing common challenges such as the difficulty of abstraction and the lack of effective pedagogical materials. The research involved developing and implementing a well-structured didactic sequence, incorporating comic books in an engaging and interactive manner with first-year high school students. Grounded in classical learning theories, such as those of David Ausubel and Jean Piaget, the sequence fostered meaningful learning by connecting new concepts to pre-existing cognitive structures and enhancing the understanding of topics like the solar system, moon phases, and constellations. The proposal aligns with the National Common Curricular Base (BNCC), which advocates for innovative methodologies that integrate content into students' contexts. The findings show that the use of comic books significantly increased students' interest, motivation, and content retention regarding astronomical concepts. Furthermore, the study highlights the importance of pedagogical practices that go beyond mere information delivery, offering interactive experiences that spark curiosity and critical thinking. Thus, the research underscores comic books as an effective and versatile tool for teaching astronomy and suggests their potential application in other scientific disciplines.

Keywords: astronomy; physics teaching; comic books.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	CONCEPÇÃO PEDAGÓGICA.....	15
2.1	CONSTRUTIVISMO DE PIAGET.....	17
2.2	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	18
2.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	20
2.4	A FERRAMENTA <i>STORYBOARD THAT</i>	22
3	GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.....	25
3.1	A TRAJETÓRIA HISTÓRICA DA GRAVITAÇÃO: NICOLAU COPÉRNICO E O MODELO HELIOCÊNTRICO.....	25
3.2	JOHANES KEPLER E AS LEIS DO MOVIMENTO PLANETÁRIO	26
3.3	PRIMEIRA LEI DE KEPLER OU A LEI DAS ÓRBITAS	28
3.4	SEGUNDA LEI DE KEPLER OU A LEI DAS ÁREAS	29
3.5	TERCEIRA LEI DE KEPLER OU A LEI DOS PERÍODOS.....	32
3.6	ISAAC NEWTON E A LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.....	34
4	ASTRONOMIA	37
4.1	A ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO	37
5	PERCURSO METODOLÓGICO.....	43
5.1	AS HQs COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA	43
5.2	PRODUTO EDUCACIONAL	44
5.2.2	Enredo.....	46
5.2.3	Roteiro.....	48
5.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	54
5.3.1	Primeira semana	55
5.3.2	Segunda semana	56
5.3.3	Terceira semana	57
5.3.4	Quarta semana	57
5.3.5	Quinta semana.....	58
5.3.6	Sexta semana	59
5.3.7	Avaliação e recursos.....	59
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
	REFERÊNCIAS	86

APÊNDICE A – Perguntas do pré-teste.....	89
APÊNDICE B – Perguntas do pós-teste	91
APÊNDICE C – Escala de Likert	93
APÊNDICE E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	94
APÊNDICE F – Produto educacional na íntegra.....	97

1 INTRODUÇÃO

A astronomia sempre foi motivo de fascínio para a sociedade. Desde os primórdios, as civilizações se dedicavam a observar o céu, buscando padrões que explicassem os fenômenos naturais e ajudassem a entender o seu lugar no universo. Assim, a observação dos astros e dos fenômenos celestes foi fundamental para as sociedades antigas, desempenhando um papel central em suas vidas e crenças.

No cenário atual da ciência moderna, os conhecimentos astronômicos avançaram significativamente, proporcionando respostas para muitas questões, mas, ao mesmo tempo, novas descobertas e mistérios continuam a impulsionar nosso desejo de explorar o universo e compreender nosso papel nele. A curiosidade e o deslumbramento em relação ao cosmos permanecem vivos, com a astronomia não apenas desempenhando um papel científico, mas também filosófico, em nossa compreensão do mundo.

No campo educacional, o estudo da astronomia oferece aos alunos uma perspectiva única sobre o universo, desenvolve habilidades valiosas e promove a conexão com nossa história, cultura e meio ambiente. A astronomia é uma disciplina que vai além da simples transmissão de fatos; ela envolve a capacidade de lidar com conceitos complexos, como escalas imensas de tempo e espaço, que muitas vezes desafiam a compreensão dos alunos. Nesse sentido, Lima (2018) e Almeida e Menezes (2020) afirmam que é uma das áreas do conhecimento que mais atrai o interesse dos estudantes, devido aos conteúdos fascinantes que aborda e que estão relacionados à imensidão do cosmos e aos fenômenos que acontecem no céu.

Apesar de sua importância e fascínio, vários estudos apontam as dificuldades no ensino e aprendizagem de astronomia ao longo da vida escolar. Entre essas dificuldades, podem-se destacar a deficiência na formação dos professores para trabalhar o conteúdo, a falta de propostas metodológicas que promovam a abstração e auxiliem na aprendizagem, as concepções alternativas que os alunos mantêm sem esclarecimento científico e o mau uso ou a ausência de recursos didáticos e pedagógicos. Em resumo, existe uma lacuna entre o interesse espontâneo dos alunos por astronomia e a efetividade das

metodologias de ensino utilizadas nas escolas. O maior desafio apontado nesta pesquisa é a abstração dos conceitos astronômicos, que, por estarem frequentemente afastados da realidade cotidiana dos estudantes, tornam sua assimilação mais difícil.

Nesse sentido, a pesquisa de Marchi *et al.* (2013) teve como objetivo classificar as principais dificuldades encontradas pelos professores ao abordar conteúdos de astronomia. Essas dificuldades foram categorizadas e analisadas.

Dentre os principais desafios, evidenciam-se a falta de formação específica e a abstração dos conteúdos, considerados distantes da realidade dos alunos, ambos mencionados em nove citações. Além disso, os professores expressam preocupações e angústias relacionadas ao ensino da disciplina.

Outra dificuldade relatada está na compreensão dos conteúdos, que nem sempre são evidentes no cotidiano dos estudantes, tornando desafiador para o professor elaborar estratégias metodológicas que favoreçam a abstração e facilitem o aprendizado.

A escassez de recursos materiais também é apontada como um obstáculo. Muitos professores não possuem preparo suficiente para enxergar o ambiente ao redor como um laboratório didático, o que poderia possibilitar a exploração de aspectos observacionais e ampliar as ferramentas disponíveis para o ensino.

Um desafio significativo, mencionado em quatro ocasiões, refere-se à questão religiosa. Discutir a origem do universo sob a perspectiva do Big Bang pode ser delicado, pois pode entrar em conflito com a crença bíblica da criação em sete dias. Nesse sentido, os docentes demonstram cautela para respeitar as diferentes concepções dos alunos, o que se mostra uma atitude positiva.

De forma geral, os professores reconhecem suas dificuldades e buscam aprimorar sua prática pedagógica. Embora essas barreiras sejam preocupantes e possam comprometer a qualidade do ensino, há um esforço contínuo para

abordar a Astronomia de maneira significativa, conforme evidenciado na Tabela 1.

Tabela 1 – Dificuldades dos professores

Origem	Dificuldades	Frequência
Materiais e Metodologia	Poucos recursos, falta de material concreto	5
	Livro didático muito distante do real	2
Conteúdo	Big Bang	2
	Abstração /conteúdo considerado distante do contexto dos alunos	9
	Escalas e dimensões incompreensíveis (tempo/espço)	4
	Aspectos observacionais (não conseguem explicar os fenômenos observados)	2
Formação do professor	Falta de formação específica	9
	Insegurança em trabalhar temas que não possuem domínio	3
Alunos	Imaturidade dos alunos em relação ao Conteúdo	1
	Não trazem curiosidades	3
	Falta de interesse	2
Outros	Muita demanda que adentra na escola	1
	Questão religiosa	4

Fonte: MARCHI *et al.* (2013).

Diante desse cenário, a presente pesquisa busca explorar uma solução pedagógica inovadora: o uso de histórias em quadrinhos (HQs), especificamente criadas por meio da ferramenta *Storyboard That*, como uma forma de facilitar a aprendizagem dos conceitos astronômicos. As histórias em quadrinhos são vistas aqui como uma estratégia para tornar os conteúdos mais acessíveis e

visualmente atraentes, promovendo uma compreensão mais significativa por parte dos alunos.

A escolha das HQs como ferramenta pedagógica justifica-se pela capacidade que esse formato tem de unir elementos visuais e textuais, criando uma narrativa que pode facilitar a compreensão de conteúdos abstratos. Além disso, as HQs se destacam como um meio lúdico e envolvente, capaz de captar a atenção dos estudantes e estimular o interesse pela ciência. Para Freire (1996), o uso de recursos pedagógicos que dialoguem com a realidade dos estudantes é fundamental para a construção de uma aprendizagem significativa, e é justamente nesse ponto que as HQs se apresentam como um recurso inovador.

A relevância desta pesquisa reside no fato de que ela propõe uma metodologia de ensino diferenciada em um campo que enfrenta desafios significativos. Ao oferecer aos professores uma sequência didática fundamentada no uso de histórias em quadrinhos, o estudo visa fornecer um recurso prático e acessível para melhorar o ensino de astronomia, além de contribuir para a superação dos problemas identificados por Marchi *et al.* (2013) em relação à abstração dos conteúdos.

Este estudo se concentra no contexto do ensino médio, mais especificamente nas turmas de 1º ano de uma escola pública. A pesquisa se utiliza de histórias em quadrinhos no ensino de conteúdos astronômicos, se estendendo a tópicos mais avançados de física ou matemática relacionados à astronomia. Além disso, o uso de HQs como recurso pedagógico será avaliado a partir de sua aplicação prática em sala de aula, o que implica que as conclusões refletem um contexto escolar específico e podem não ser generalizáveis para todos os cenários educacionais.

Minha experiência como docente no ensino de física foi essencial para a escolha deste tema. Ao longo de minha trajetória, constatei que o ensino de astronomia, embora fascinante, muitas vezes se apresenta como um desafio significativo para alunos e professores. A dificuldade de traduzir os conceitos complexos do universo em algo tangível para os estudantes me levou a buscar alternativas que fossem, ao mesmo tempo, atraentes e eficazes. O uso de histórias em quadrinhos surgiu como uma possibilidade viável e inovadora, fruto

de minha constante busca por metodologias que promovam a aprendizagem significativa e estimulem o protagonismo dos alunos.

Este trabalho está dividido em sete capítulos. O Capítulo 2 aborda a concepção pedagógica que fundamenta o estudo, explorando o construtivismo de Piaget, a Teoria da Aprendizagem Significativa e a elaboração de sequências didáticas, além de uma introdução à ferramenta *Storyboard That*. O Capítulo 3 explora a gravitação universal. Já o Capítulo 4 trata especificamente da astronomia no ensino médio, destacando os principais aspectos a serem considerados. O Capítulo 5 descreve o percurso metodológico adotado, com foco no uso de histórias em quadrinhos como ferramenta pedagógica e no produto educacional desenvolvido para esta pesquisa. O Capítulo 6 detalha as etapas da sequência didática proposta, divididas em semanas de implementação. Por fim, o Capítulo 7 apresenta as considerações finais, discutindo os resultados obtidos e propondo possíveis desdobramentos para futuras pesquisas.

2 CONCEPÇÃO PEDAGÓGICA

Ao tratar de ensino e aprendizagem, é essencial discutir a concepção pedagógica que orienta as estratégias didáticas adotadas. Neste trabalho, a fundamentação teórica baseia-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que pontua a aprendizagem com significado para a construção de conhecimento, e no construtivismo de Jean Piaget, que entende o conhecimento como um processo ativo, no qual o aluno constrói sua compreensão a partir de experiências e interações com o meio. Essas abordagens valorizam o protagonismo do estudante, promovendo uma aprendizagem significativa por meio da resolução de problemas e da experimentação.

Para favorecer a construção do conhecimento de forma gradual e significativa, o uso de recursos pedagógicos que estabeleçam conexões entre os conteúdos e o conhecimento prévio dos alunos é de fundamental importância. A aplicação dessa teoria ocorre por meio de uma sequência didática organizada em etapas progressivas, facilitando o aprendizado de maneira eficaz. Nesse processo, a ferramenta Storyboard That surge como um recurso dinâmico e visual, que permite a criação de histórias em quadrinhos para explorar conceitos de astronomia de forma lúdica e envolvente, promovendo a aprendizagem significativa e alinhada aos princípios do construtivismo.

Assim, as histórias em quadrinhos (HQs) tornam-se uma ferramenta valiosa para potencializar a assimilação e a retenção dos conteúdos, tornando o aprendizado mais atrativo e contextualizado. Essa estratégia inovadora busca engajar os estudantes, dando sentido à aprendizagem e tornando o ensino de astronomia mais próximo e significativo para os alunos.

Conforme destacado por Leite (2015), as histórias em quadrinhos no contexto educacional estimulam a imaginação e a criatividade, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades de interpretação e análise. Além disso, ao representar conceitos de forma visualmente concreta, as HQs facilitam a compreensão e a memorização dos conteúdos.

Dessa maneira, as histórias em quadrinhos emergem como um material pedagógico potencialmente significativo, capaz de promover a assimilação de

conhecimentos de forma lúdica e envolvente. Ao unir a teoria de Ausubel ao potencial educativo das histórias em quadrinhos, é possível proporcionar um ambiente favorável à assimilação de conhecimentos de maneira significativa.

Segundo Ausubel (2000), a aprendizagem significativa ocorre quando o indivíduo consegue relacionar a nova informação a conceitos relevantes já existentes em sua estrutura cognitiva, os chamados "subsunçores". Essa conexão entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento permite que a informação seja ancorada de forma mais sólida na memória, favorecendo sua evocação e utilização em contextos diversos.

No contexto escolar, isso está relacionado ao aprendizado de novos significados para o educando, a partir da utilização de materiais potencialmente significativos, elaborados de forma organizada para possibilitar a interação entre as informações do conteúdo a ser aprendido e os aspectos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Então, são necessárias ferramentas que potencializem uma aprendizagem significativa. Neste sentido, Ausubel afirma que

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material (Ausubel, 2000, p. 1).

Portanto, o processo de ensino-aprendizagem deve promover a interação entre novos significados potenciais e as ideias ancoradas já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa forma, as ferramentas de ensino utilizadas para apresentar o conteúdo devem incluir aspectos lúdicos que despertem a curiosidade dos discentes e ofereçam condições que os motivem a aprender. É fundamental que a metodologia de ensino associada aos recursos didáticos instigue a participação do estudante no desenvolvimento das

atividades, pois os discentes devem ser protagonistas na construção do seu conhecimento.

2.1 CONSTRUTIVISMO DE PIAGET

O construtivismo de Jean Piaget é uma das teorias mais influentes no campo da educação, oferecendo uma visão inovadora sobre como o conhecimento é construído ao longo da vida. Piaget propôs que a aprendizagem ocorre por meio de processos ativos de construção, em que o indivíduo organiza e reorganiza suas estruturas cognitivas à medida que interage com o ambiente. Essa construção do conhecimento, segundo Piaget, é gradual e se dá por estágios, cada um caracterizado por capacidades cognitivas específicas. Como afirma o próprio Piaget (1970, p. 21), “o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas o resultado de interações ativas entre o sujeito e o mundo”.

De acordo com Piaget, o desenvolvimento cognitivo passa por quatro estágios principais: o sensório-motor, o pré-operacional, o operacional concreto e o operacional formal. No ensino médio, onde este trabalho se insere, os estudantes geralmente encontram-se no estágio das operações formais, caracterizado pelo pensamento abstrato e lógico. Neste estágio, segundo Piaget (1976, p. 115), “o indivíduo é capaz de lidar com proposições hipotéticas e raciocinar sobre conceitos abstratos”, o que é fundamental no estudo de disciplinas como a astronomia, que requer a compreensão de fenômenos distantes do cotidiano do aluno.

A teoria construtivista valoriza a aprendizagem como um processo ativo, no qual o erro e a experiência desempenham papéis centrais. Em suas palavras, Piaget (1970, p. 45) destaca que “o erro é um motor de construção do conhecimento”, pois através da correção e da reformulação o indivíduo aprimora suas estruturas cognitivas. Para Piaget, a assimilação e a acomodação são processos-chave no desenvolvimento cognitivo: enquanto a assimilação se refere à incorporação de novas informações em estruturas cognitivas já existentes, a acomodação implica a modificação dessas estruturas para se ajustarem às novas informações. Essas adaptações permitem que o aluno

desenvolva uma compreensão mais complexa e abrangente dos conteúdos ao longo do tempo.

O construtivismo também rompe com as abordagens tradicionais de ensino que enfatizam a memorização de conteúdos, promovendo, em vez disso, a autonomia do estudante no processo de aprendizado. Como explica Coll *et al.* (2014), "no construtivismo, o aluno é visto como um sujeito ativo, que constrói seu próprio conhecimento a partir da interação com o ambiente". Para Piaget, essa construção ocorre por meio de "desequilíbrios cognitivos", que surgem quando o aluno se depara com novos desafios ou informações que não se encaixam em suas estruturas cognitivas atuais.

Essa abordagem construtivista é altamente compatível com o ensino de astronomia, uma área que exige abstração e frequentemente apresenta desafios na compreensão dos fenômenos celestes. O uso de metodologias ativas, como histórias em quadrinhos, por meio de ferramentas como o Storyboard That, oferece aos alunos oportunidades de construir o conhecimento de maneira criativa e significativa, alinhando-se aos princípios de Piaget. Como reforça Libâneo (2013, p. 73), "ao criar situações de desequilíbrio, o professor possibilita que o aluno reorganize suas estruturas de pensamento", promovendo, assim, uma aprendizagem mais profunda e engajada, que vai além da simples transmissão de informações.

Ao incentivar a exploração, a formulação de hipóteses e a resolução de problemas, o construtivismo, segundo Piaget (1976, p. 152), "não apenas permite, mas exige que o aluno seja ativo na construção do próprio conhecimento". Desta forma, o trabalho com astronomia, associado a ferramentas visuais e criativas, promove o desenvolvimento cognitivo e o engajamento do estudante, proporcionando uma compreensão mais sólida dos conceitos complexos da disciplina.

Na próxima subseção, falaremos acerca da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel (2000), destaca a importância de conectar novas informações a conhecimentos

pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo Ausubel (2000), a aprendizagem é mais efetiva quando o indivíduo consegue relacionar novos conceitos a aqueles que já possui, facilitando assim a retenção e a evocação do conhecimento. Ele afirma que “não há aprendizagem significativa sem a presença de conceitos pré-existentes que atuem como âncoras” (Ausubel, 2000, p. 54).

Ausubel diferencia entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. A primeira envolve a integração de novas informações com o conhecimento já existente, promovendo um entendimento mais profundo e duradouro. Já a aprendizagem mecânica se refere a uma memorização sem compreensão, que tende a ser rapidamente esquecida. Essa distinção é fundamental para a prática pedagógica, pois implica que os educadores devem se esforçar para criar conexões significativas entre os conteúdos ensinados e o conhecimento prévio dos alunos.

Para promover a aprendizagem significativa, Ausubel sugere que os educadores utilizem materiais que sejam potencialmente significativos, ou seja, que tenham a capacidade de se relacionar com os conhecimentos prévios dos estudantes. Isso implica na escolha de recursos didáticos que não apenas apresentem a informação de forma direta, mas que também incentivem a exploração e a reflexão. Segundo o autor, “o papel do professor é o de facilitar a aquisição de conceitos, ajudando o aluno a descobrir e relacionar suas próprias ideias” (Ausubel, 2000, p. 75).

A metodologia de ensino, conforme a teoria de Ausubel, deve ser centrada no aluno. Os professores são incentivados a promover um ambiente de aprendizagem que estimule a participação ativa dos discentes. Isso pode ser alcançado por meio de atividades que fomentem a interação e o diálogo entre os alunos, permitindo que compartilhem suas ideias e experiências. O autor enfatiza que “a aprendizagem é um processo ativo e não um mero receptáculo de informações” (Ausubel, 2000, p. 81).

Além disso, Ausubel introduz o conceito de "subsunção", que se refere a conceitos pré-existentes que servem como suporte para a nova informação a ser adquirida. Para que a aprendizagem significativa ocorra, é crucial que os alunos possuam subsunções adequados que lhes permitam ancorar os novos

conhecimentos de forma eficaz. Quando esses subsunçores estão presentes, a assimilação das novas informações ocorre de maneira mais fluida e coerente.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel é amplamente aplicada em diversos contextos educacionais e fornece um embasamento teórico sólido para práticas pedagógicas que visam a promoção de uma educação mais eficaz e relevante. O foco na construção do conhecimento por meio da conexão com o que já se sabe permite que os alunos desenvolvam um aprendizado mais duradouro e aplicável a diferentes situações da vida cotidiana. Como afirma Libâneo (2013), “a aprendizagem significativa favorece a construção de saberes que se articulam e se relacionam de forma contextualizada” (Libâneo, 2013, p. 120).

Em suma, a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel enfatiza a importância das conexões entre o conhecimento novo e o conhecimento prévio. Para que isso ocorra, é necessário que os educadores utilizem estratégias que promovam a interação e a reflexão, favorecendo assim um aprendizado que vá além da mera memorização. Ao adotar essa abordagem, os professores podem contribuir para a formação de alunos mais críticos e conscientes de seu processo de aprendizagem. No ensino de astronomia, essa teoria se mostra especialmente poderosa, pois, ao conectar novos conceitos a noções já familiares aos estudantes, como observações sobre o céu, os planetas e as estrelas, é possível promover um entendimento mais profundo e duradouro dos fenômenos astronômicos, transformando o aprendizado em uma experiência pessoal e relevante para a vida dos alunos.

A seguir, falaremos sobre sequência didática.

2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática é um recurso pedagógico que visa organizar e estruturar o ensino de forma a promover uma aprendizagem significativa e contextualizada. De acordo com a proposta de sequência didática, os conteúdos são apresentados em uma lógica que permite ao aluno construir o conhecimento de maneira progressiva e articulada. Segundo Pimenta e Lima (2010), “uma sequência didática é um conjunto de atividades pedagógicas planejadas de forma a orientar o aluno em seu processo de aprendizagem, levando em

consideração suas experiências anteriores e seu contexto” (Pimenta; Lima, 2010, p. 89).

O conceito de sequência didática foi amplamente discutido por diferentes autores, sendo que um dos mais relevantes na área é o educador Pierre Meirieu. Ele defende que as sequências didáticas devem partir do conhecimento prévio dos alunos, respeitando seu ritmo e suas particularidades. Meirieu (1996) afirma que “o ensino deve ser uma construção coletiva, onde o educador atua como mediador, e a sequência didática deve favorecer essa construção” (Meirieu, 1996, p. 67). Assim, o papel do professor é fundamental para guiar os alunos na descoberta e na elaboração de novas aprendizagens.

Para a elaboração de sequências didáticas, é necessário considerar alguns elementos-chave, como os objetivos de aprendizagem, o conteúdo a ser trabalhado, as atividades propostas e a avaliação. Segundo Silva e Gatti (2018), “uma boa sequência didática deve ter objetivos claros e definidos, que guiem todo o processo de ensino e aprendizagem” (Silva; Gatti, 2018, p. 45). Os objetivos devem ser elaborados de forma que promovam a reflexão e a problematização, permitindo que os alunos se tornem protagonistas de sua aprendizagem.

As atividades que compõem uma sequência didática devem ser variadas e diversificadas, buscando atender às diferentes necessidades e estilos de aprendizagem dos alunos. Santos (2017) enfatiza que “é essencial que as atividades sejam significativas e contextualizadas, para que os alunos possam relacionar o conteúdo com suas vivências e experiências” (Santos, 2017, p. 112). Nesse sentido, o uso de recursos didáticos, como histórias em quadrinhos, vídeos e jogos, pode enriquecer a proposta pedagógica, tornando a aprendizagem mais envolvente e dinâmica.

A avaliação também é um aspecto importante nas sequências didáticas. Segundo Libâneo (2013), “a avaliação deve ser contínua e formativa, permitindo ao professor acompanhar o desenvolvimento dos alunos e ajustar suas intervenções pedagógicas conforme necessário” (Libâneo, 2013, p. 134). A avaliação não deve ser vista apenas como um momento final, mas como parte

integrante do processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para a reflexão e o aprimoramento contínuo.

A implementação de sequências didáticas requer planejamento e reflexão por parte dos educadores, que devem estar abertos a revisar e adaptar suas estratégias com base nas respostas e no envolvimento dos alunos. Como afirma Lima (2018), “o planejamento de sequências didáticas deve ser um processo dinâmico, onde o educador se torna um pesquisador de sua própria prática” (Lima, 2018, p. 78). Essa abordagem permite que o ensino se torne mais flexível e responsivo às necessidades dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Em suma, as sequências didáticas são uma ferramenta poderosa no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando uma estrutura que favorece a construção do conhecimento de forma ativa e participativa. Ao considerar os conhecimentos prévios dos alunos, diversificar as atividades e realizar uma avaliação formativa, os educadores podem contribuir para um ambiente de aprendizagem mais rico e significativo.

No próximo capítulo, falaremos acerca da *storyboard that*.

2.4 A FERRAMENTA *STORYBOARD THAT*

O uso de ferramentas digitais na educação tem se tornado cada vez mais relevante, proporcionando novos métodos para o ensino e a aprendizagem. Uma dessas ferramentas é o *Storyboard That*, um site de criação de *storyboards* que permite a construção visual de histórias, conceitos e ideias. Sua aplicação no contexto educacional é promissora, pois promove a criatividade e a expressão dos alunos, facilitando a compreensão de conteúdos complexos.

De acordo com Boller (2016), “as ferramentas de *storyboard* são projetadas para permitir que educadores e alunos visualizem ideias e narrativas, o que pode aumentar a compreensão e a retenção de informações” (Boller, 2016, p. 67). Essa capacidade de visualização é especialmente importante no ensino de disciplinas que exigem a compreensão de processos, como a ciência, a física

e a matemática, uma vez que o *Storyboard That* permite a representação gráfica de sequências e interações.

O *Storyboard That* oferece uma ampla gama de recursos que podem ser utilizados em diferentes contextos pedagógicos. Os alunos podem criar quadrinhos, infográficos e *storyboards* que ilustram narrativas ou explicações de conceitos. Essa ferramenta oferece uma interface intuitiva e fácil de usar, o que a torna acessível tanto para alunos quanto para professores. Segundo o site oficial do *Storyboard That*, “a plataforma permite que os usuários escolham entre uma variedade de personagens, cenários e itens que podem ser arrastados e soltos em um espaço de trabalho virtual” (*Storyboard That*, 2024).

Além disso, o uso do *Storyboard That* no ensino promove a colaboração entre os alunos. Os educadores podem criar projetos em grupo onde os alunos colaboram na criação de *storyboards*, o que favorece a interação e o trabalho em equipe. Como mencionado por Wiggins e McTighe (2011), “a colaboração em projetos não só melhora as habilidades de comunicação dos alunos, mas também os incentiva a compartilhar ideias e a aprender uns com os outros” (Wiggins; Mctighe, 2011, p. 153).

A implementação do *Storyboard That* na sala de aula pode ocorrer de diversas maneiras. Uma aplicação comum é a criação de *storyboards* que resumem histórias literárias, permitindo que os alunos visualizem a sequência dos eventos e os personagens envolvidos. Segundo Marzano (2007), “a representação gráfica de informações complexas pode ajudar os alunos a entenderem melhor o conteúdo e a reter informações por um período mais longo” (Marzano, 2007, p. 112).

Outra aplicação eficaz é no ensino de conceitos científicos. Os alunos podem criar *storyboards* que representam experimentos, etapas de processos ou ciclos, facilitando a compreensão de informações que, de outra forma, poderiam ser abstratas. De acordo com a pesquisa de Berrett (2019), “as representações visuais ajudam os alunos a processarem e organizar

informações, tornando-se uma ferramenta essencial no aprendizado ativo” (Berrett, 2019, p. 78).

No próximo capítulo, apresentaremos uma discussão do conteúdo de gravitação universal.

3 GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

A evolução do conhecimento sobre a gravitação universal representa um marco na história da ciência. Desde a formulação do modelo heliocêntrico por Nicolau Copérnico até a Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton, os avanços nesse campo transformaram a compreensão da dinâmica celestial e abriram caminho para diversas aplicações tecnológicas. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe uma abordagem interdisciplinar e histórica, que pode ser utilizada para explorar esse tema de forma didática no ensino médio. Este capítulo analisa a trajetória da gravitação e discute como ela pode ser integrada à BNCC, destacando suas contribuições pedagógicas e epistemológicas.

3.1 A TRAJETÓRIA HISTÓRICA DA GRAVITAÇÃO: NICOLAU COPÉRNICO E O MODELO HELIOCÊNTRICO

Nikolaus Copérnico viveu em um período de intensas mudanças que promoveram inovações em diversos campos e questionaram antigas autoridades. As grandes navegações exigiam informações mais precisas e revelaram erros na geografia de Ptolomeu, levantando dúvidas sobre outros aspectos de sua obra. Além disso, a necessidade de reformar o calendário devido a erros acumulados ao longo dos séculos demandava avanços na astronomia.

A ideia de um sistema heliocêntrico, com o Sol no centro das órbitas circulares em vez da Terra, já havia sido proposta pelos gregos (Aristarco de Samos no século III a.C). Segundo essa teoria, a Terra giraria em torno de seu eixo, explicando o movimento diário aparente das estrelas, e também ao redor do Sol em uma órbita circular. Contudo, a ausência de paralaxe estelar observável levou os gregos a rejeitarem essa teoria, já que não se imaginava que as estrelas estivessem tão distantes que esse efeito fosse imperceptível a olho nu – algo que só foi detectado em 1838, com telescópios.

No tratado *Sobre as Revoluções das Esferas Celestes*, publicado em 1543, Copérnico resgatou e aprimorou a ideia heliocêntrica. Sua principal contribuição foi demonstrar que esse modelo simplificava a descrição dos

movimentos celestes, eliminando complexidades como os equantes do modelo de Ptolomeu. No sistema heliocêntrico, os movimentos planetários eram descritos de forma mais próxima ao ideal platônico de perfeição.

Por exemplo, no caso de Vênus, Copérnico mostrou que a órbita da Terra em torno do Sol substituíria o "deferente" de Ptolomeu, e a órbita de Vênus ao redor do Sol, o "epiciclo". De forma análoga, para planetas externos como Júpiter, os papéis do epiciclo e do deferente eram invertidos. Além disso, no modelo heliocêntrico, períodos associados aos deferentes e epiciclos eram iguais ao ano solar, explicação que não fazia sentido no sistema geocêntrico.

Uma inovação importante foi a determinação da escala relativa das órbitas planetárias. Enquanto no modelo geocêntrico as distâncias eram arbitrárias, Copérnico usou o raio médio da órbita da Terra (a unidade astronômica, U.A.) como referência para calcular as distâncias relativas de outros planetas. Ele observou que os planetas internos, como Mercúrio e Vênus, permanecem próximos ao Sol, dentro de um ângulo máximo observado da Terra. Isso permitiu calcular as razões entre os raios orbitais de planetas internos e externos com precisão surpreendente para a época, baseando-se nas observações da antiguidade.

Finalmente, o modelo heliocêntrico de Copérnico também explicou fenômenos como a eclíptica e as estações do ano, devido à inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano de sua órbita, oferecendo uma base mais sólida para a compreensão do sistema solar.

3.2 JOHANES KEPLER E AS LEIS DO MOVIMENTO PLANETÁRIO

A obra de Copérnico, baseada em dados da Antiguidade, deu novo impulso à astronomia observacional. No final do século XVI, o dinamarquês Tycho Brahe fez contribuições significativas no seu observatório em Uraniborg. Embora seus instrumentos fossem rudimentares – em relação aos telescópios inexistentes na época –, eles eram mais precisos e habilmente calibrados. Utilizando apenas a observação a olho nu, Tycho atingiu uma precisão cerca de duas vezes superior à dos melhores dados antigos. Ele dedicou sua vida a registrar meticulosamente os movimentos planetários.

Tycho propôs um modelo intermediário entre Ptolomeu e Copérnico: os planetas, exceto a Terra, orbitariam o Sol, que por sua vez orbitava a Terra. No entanto, ele não percebeu que essa abordagem era essencialmente equivalente ao modelo heliocêntrico, apenas alterando o sistema de referência.

Johannes Kepler, assistente de Tycho e seu sucessor no observatório, combinava uma visão platônico-pitagórica do universo como estruturado matematicamente com grande respeito pelos dados experimentais. Para Kepler, qualquer modelo astronômico deveria se ajustar perfeitamente às observações. Desde o início de sua carreira, ele foi movido pela ideia de que as órbitas planetárias poderiam ser explicadas geometricamente, utilizando os cinco sólidos platônicos (tetraedro, cubo, octaedro, dodecaedro e icosaedro). Em sua obra *Mysterium Cosmographicum*, Kepler tentou relacionar esses sólidos com as distâncias orbitais dos planetas descritas por Copérnico, mas os resultados não foram satisfatórios.

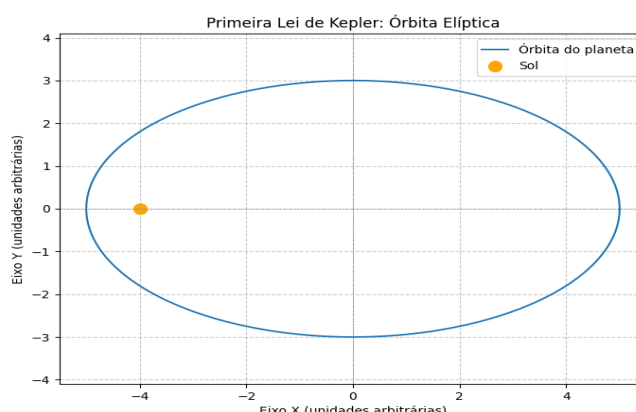
Para aprimorar sua teoria, Kepler questionou a localização do centro das órbitas planetárias. Ele considerou se o Sol deveria ocupar a posição central, como Copérnico inicialmente sugeriu, e decidiu trabalhar com Tycho para obter dados mais precisos. Após apenas um ano de colaboração, Tycho faleceu, deixando suas valiosas observações a Kepler, que levou quatro anos para corrigir o modelo de Copérnico, demonstrando que a adoção de um Sol central proporcionava melhores resultados.

Kepler enfrentou um desafio particular ao estudar a órbita de Marte, que apresentava um desvio de 8 minutos de arco – pequeno, mas incompatível com a precisão dos dados de Tycho. Convencido da confiabilidade dessas medições, Kepler afirmou: "Construirei uma teoria do universo baseada nesta discrepância de 8 minutos de arco." Ele abandonou a ideia de movimentos circulares perfeitos e reavaliou a órbita de Marte. Após dois anos de trabalho, descobriu que Marte seguia uma órbita elíptica, com o Sol em um de seus focos. Essa descoberta, posteriormente aplicada aos outros planetas, levou à formulação da primeira das três leis de Kepler.

3.3 PRIMEIRA LEI DE KEPLER OU A LEI DAS ÓRBITAS

As órbitas descritas pelos planetas em redor do Sol são elipses com o Sol num dos focos. Como é possível visualizar na Figura 1, na primeira Lei de Kelper “os planetas descrevem orbitas elípticas e Sol está em um dos focos de Elipse”. Nela, temos uma ilustração da primeira Lei de Kepler plotada no python: A elipse é desenhada no gráfico com a cor azul. Marcando o Sol no gráfico: O Sol é representado como um ponto amarelo (em $c,0$) no gráfico. Portanto, o gráfico com a elipse representando a órbita do planeta, o Sol é marcado como um ponto amarelo em um dos focos da elipse.

Figura 1 – Primeira Lei de Kepler



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

As variáveis que descrevem o comportamento de elipse: o semieixo maior “a” (representa a maior distância do centro ao ponto mais distante na elipse) , o semi-eixo menor “b” (representando a menor distância do centro à borda da elipse) , a semi distância focal “c” que estão localizados em $(c,0)$ e $(-c,0)$ com $c = \sqrt{a^2 - b^2}$, e a excentricidade “e” (indica o grau de alongamento da órbita e calculada como a razão $e=c/a$). Por conseguinte, a equação da elipse no plano cartesiano, com o centro na origem e os focos ao longo do eixo x, é dada por:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (\text{Equação 1})$$

A partir das variáveis, utiliza-se a equação paramétrica da elipse para calcular os pontos da elipse e plotar o gráfico. A equação paramétrica de uma elipse é baseada no seu semieixo maior “a”, semieixo menor “b” menor ($b = a \cdot \sqrt{1 - e^2}$), θ que é o parâmetro angular (variando entre 0 e 2π). No sistema de coordenadas cartesianas, a equação paramétrica é:

$$x = a \cdot \cos(\theta)$$

$$y = b \cdot \sin(\theta)$$

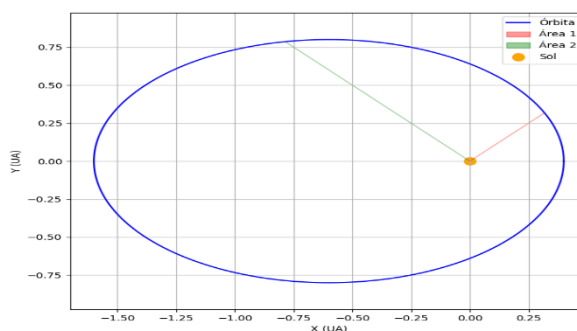
Essas equações descrevem os pontos (x,y) da elipse conforme o ângulo θ varia. Se a elipse está deslocada ou rotacionada, a fórmula precisa ser ajustada para refletir esses deslocamentos.

Dessa forma, na Figura 1, pode-se observar a trajetória elíptica dos planetas e sol ocupando um dos focos da elipse. Essa lei marcou uma ruptura com o modelo clássico de órbitas circulares perfeito do universo aristotélico e ptolemaico, introduzindo uma descrição mais precisa do movimento planetário.

3.4 SEGUNDA LEI DE KEPLER OU A LEI DAS ÁREAS

O segmento de reta que conecta um planeta ao Sol varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais, como é retratado na Figura 2 em que temos a Segunda Lei de Kepler, com “o segmento de reta que une o planeta ao Sol, varre áreas iguais em intervalo de tempo iguais”.

Figura 2 – A Segunda Lei de Kelper



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em outras palavras, a quantidade de área varrida pelo raio vetor durante um intervalo de tempo específico é constante, independentemente de onde o planeta esteja em sua órbita. Isso implica que o planeta se move mais rapidamente quando está mais próximo do Sol (periélio) e mais lentamente quando está mais distante do Sol (afélio).

Esta lei pode ser interpretada como uma consequência da conservação do momento angular do planeta em sua órbita, o que reflete a natureza conservativa da força gravitacional que age sobre ele.

A formalização matemática da segunda lei de Kepler está relacionada à conservação da área varrida pelo raio vetor. Consideremos o movimento de um planeta em uma órbita elíptica com o Sol em um dos focos. Seja o vetor posição do planeta em relação ao Sol denotado por $\vec{r}(t)$, onde t é o tempo. Assim, a área varrida pelo vetor $\vec{r}(t)$ em um intervalo de tempo infinitesimal dt é dada por:

$$dA = \frac{1}{2} |\vec{r}(t) \times d\vec{r}(t)|$$

Onde: dA é a área infinitesimal varrida, $\vec{r}(t)$ é o vetor posição do planeta e $d\vec{r}(t)$ é o vetor diferencial da posição (a mudança no vetor posição).

A equação acima nos diz que a área infinitesimal varrida é dada pela magnitude do produto vetorial entre o vetor posição $\vec{r}(t)$ e o vetor diferencial de posição $d\vec{r}(t)$, que é proporcional ao seno do ângulo entre esses dois vetores. Essa fórmula reflete a geometria do movimento planetário, levando em consideração a mudança na posição do planeta e o tempo durante esse deslocamento.

Já em relação a taxa de variação da área, a segunda lei de Kepler afirma que a taxa de variação da área varrida é constante. Ou seja, a área A varrida pelo raio vetor durante um intervalo de tempo dt é tal que a razão entre a área e o tempo é constante:

$$\frac{dA}{dt} = \text{constante} \quad \text{Equação (2)}$$

Essa constante é a mesma para todos os planetas que orbitam o Sol, e ela está diretamente relacionada ao momento angular do planeta. Matematicamente, a constante de varredura da área é dada por:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} |\vec{r}(t) \times \vec{v}(t)|$$

Onde $\vec{v}(t)$ é o vetor velocidade do planeta. A expressão acima implica que a velocidade com que o planeta varre a área depende da magnitude do produto vetorial entre o vetor posição $\vec{r}(t)$ e o vetor velocidade $\vec{v}(t)$, sendo que a área varrida é maior quando o planeta está mais próximo do Sol e menor quando está mais distante.

A segunda lei de Kepler é diretamente relacionada à conservação do momento angular. O momento angular L de um planeta é dado por:

$$L = m\vec{r}(t) \times \vec{v}(t) \quad \text{Equação (3)}$$

Onde: m é a massa do planeta, $\vec{r}(t)$ é o vetor posição do planeta, $\vec{v}(t)$, é o vetor velocidade do planeta.

A conservação do momento angular implica que:

$$\frac{dL}{dt} = 0$$

O momento angular do planeta se mantém constante ao longo de sua órbita. Isso implica que, como a distância r do planeta ao Sol varia, a velocidade v do planeta também varia de modo a manter a área varrida constante em intervalos de tempo iguais.

A principal consequência da segunda lei de Kepler é a variação da velocidade do planeta ao longo de sua órbita. O planeta se move mais rapidamente quando está mais próximo do Sol (periélio) e mais devagar quando está mais distante (afélio). Essa variação da velocidade pode ser formalizada através da equação para a área varrida.

Kepler publicou as duas primeiras leis em 1609, no livro *Astronomia Nova*. No entanto, somente anos depois, em 1618, ele formulou sua terceira lei. Desde jovem, Kepler tentou relacionar as órbitas planetárias por meio de alguma regra que conectasse os raios médios das órbitas com seus períodos de revolução. Após inúmeras tentativas frustradas, ele finalmente descobriu a relação que procurava, consagrada como sua terceira lei.

3.5 TERCEIRA LEI DE KEPLER OU A LEI DOS PERÍODOS

Os períodos de revolução de dois planetas quaisquer estão relacionados aos cubos de suas distâncias médias ao Sol.

A terceira lei de Kepler é expressa matematicamente:

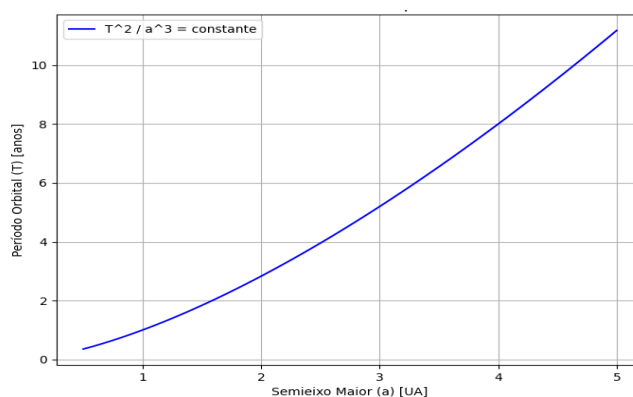
$$T^2 \propto a^3$$

Logo, o quadrado do período é proporcional ao cubo do semieixo maior da órbita. Em termos de uma constante, a relação pode ser escrita como:

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{constante} \quad \text{Equação (4)}$$

Na Figura 3, vemos a Terceira Lei de Kepler, mostrando a relação entre o semieixo maior de uma órbita e o período orbital. A fórmula $T^2 / a^3 = \text{constante}$ e plotar os períodos orbitais em função dos semieixos maiores.

Figura 3 – Terceira Lei de Kepler



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Essa constante depende da massa do corpo central, que no caso do movimento planetário é o Sol. A constante é a mesma para todos os planetas que orbitam o Sol.

Uma observação bastante instigante é que a partir da terceira lei de Kepler pode-se derivar da Lei da Gravitação Universal de Newton. Assim, a força gravitacional entre o planeta e o Sol é dada por:

$$F_g = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2}$$

Nesse modelo idealizando considera-se que a sistema planeta e Sol tenha uma trajetória circular com velocidade constante. Desta forma, o

sistema está em movimento circular e uniforme. Por conseguinte, o sistema possui uma força em direção ao centro da trajetória, a denominada força centrípeta, cujo módulo é dado por:

$$F_{Cp} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

De tal forma, que a força gravitacional é igual a força centrípeta, logo:

$$F_g = F_{Cp}$$

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Mas, realizada manipulações matemáticas, pode-se determinar que:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

Desta forma, pela equação da cinemática, temos que:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2\pi \cdot R}{\Delta t} \Rightarrow v^2 = \left(\frac{2\pi \cdot R}{T}\right)^2$$

Lembra-se de que T é tempo necessário para completar uma volta completa, ou seja, o período. Já, $2\pi \cdot R$ é espaço percorrido, justamente é comprimento da circunferência de raio R. Desta forma, substituindo na equação de v^2 e isolando em função de T^2 , concluir-se que:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot M}$$

Por conseguinte, os termos $(4\pi^2 / GM)$ é constante. Desta forma, a equação acima se reduz à $T^2 \propto a^3$. Isso demonstra que o período T é relacionado ao cubo do semieixo maior com uma constante proporcional ao produto da constante gravitacional G e a massa do Sol M.

A formulou três leis fundamentais que descrevem a dinâmica de movimentos dos planetas ao redor do Sol. Desta forma, no ensino de física pode ser observado conforme descreve na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na competência geral 5, a importância do pensamento científico, crítico e criativo para compreender a realidade. As leis de Kepler exemplificam como o pensamento matemático pode ser aplicado para descrever e prever fenômenos naturais, constituindo um exemplo central para o desenvolvimento dessa competência no ensino médio.

3.6 ISAAC NEWTON E A LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Isaac Newton nasceu em 1642, no dia de Natal, sendo filho póstumo de um fazendeiro. Para custear sua educação, trabalhou enquanto estudava e, com o auxílio de um tio, conseguiu ingressar na Universidade de Cambridge em 1661. Após concluir o bacharelado em 1665, seu professor de matemática, Isaac Barrow, o incentivou a permanecer na universidade.

Naquela época, Londres enfrentava sérios problemas de poluição e saneamento. O livro *Fumifugium*, de John Evelyn, publicado em 1661, descrevia o ar poluído da cidade, dizendo que era possível reconhecê-la pelo cheiro antes mesmo de avistá-la. Em 1665, Londres foi devastada pela peste, que matou cerca de 70.000 pessoas, representando um sétimo da população. Um ano depois, o Grande Incêndio destruiu dois terços da cidade.

Com o fechamento da universidade devido à peste, Newton se refugiou na fazenda de sua família em Woolsthorpe. Anos mais tarde, ele relatou suas descobertas feitas nesse período, quando estava "na flor da idade para invenções". Em 1665, Newton desenvolveu o método para aproximar séries e o binômio de Newton, além do método das tangentes de Gregory e Slusius. No mesmo ano, formulou o cálculo diferencial, chamado por ele de método direto das fluxões. No início de 1666, avançou na teoria das cores, estudando a decomposição da luz branca através de prismas, e em maio daquele ano estabeleceu os princípios do cálculo integral, ou método inverso das fluxões. Ainda em 1666, começou a desenvolver ideias sobre a gravidade, relacionando-a à órbita da Lua e deduzindo, a partir das leis de Kepler, que a força que mantém os planetas em suas órbitas varia inversamente com o quadrado da distância até seus centros.

Essas descobertas notáveis foram realizadas por Newton entre os 23 e 24 anos, durante os dois anos de isolamento causados pela peste. Seus trabalhos pioneiros nesse período incluíram fundamentos que o tornariam um dos maiores gênios da história.

A Lei da Gravitação Universal, formulada por Isaac Newton, é um dos fundamentos da mecânica clássica e fornece a base para compreender os

movimentos celestes e as interações gravitacionais entre corpos. Ela afirma que dois corpos com massa exercem forças de atração gravitacional um sobre o outro, cuja intensidade é diretamente proporcional ao produto de suas massas (m_1 e m_2) e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separam (r^2).

Matematicamente, a Lei da Gravitação Universal é expressa por:

$$F_g = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde: F_g é a força gravitacional entre os corpos (N), G é a constante gravitacional universal ($6,674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$), m_1 e m_2 são as massas dos corpos em interação (kg), r é a distância entre os centros de massa dos dois corpos (m). A direção da força é ao longo da linha que conecta os centros de massa dos dois corpos, e a força é sempre atrativa.

Em termos vetoriais, a força gravitacional

$$\vec{F}_{12} = \frac{-G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \hat{r} \quad \text{Equação (6)}$$

Onde: $\hat{r}$ é o vetor unitário que aponta da posição do corpo 1 para a posição do corpo 2, e o sinal negativo indica que a força é atrativa. A força que o corpo 2 exerce sobre o corpo 1 é de mesma magnitude, mas em direção oposta, obedecendo à Terceira Lei de Newton ($\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$).

A proporcionalidade inversa ao quadrado da distância reflete o enfraquecimento da força com o aumento da separação entre os corpos, enquanto a dependência direta do produto das massas destaca a importância da inércia gravitacional, conforme ilustrado na Figura 4, em que o eixo x representa a distância entre os corpos (em km) e o eixo y representa a força gravitacional (em Newtons). Como a força gravitacional diminui conforme $1/r^2$. O gráfico tem uma curva que decai conforme a distância aumenta.

Figura 4 – Relação entre distância e força gravitacional



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A lei de Newton não apenas confirmou as leis empíricas de Kepler, mas também permitiu avanços significativos no campo da ciência. Essa lei permanece altamente eficaz em escalas não relativísticas, sendo amplamente utilizada em aplicações práticas e em muitos contextos científicos. Por exemplo, satélites artificiais, missões espaciais e sistemas de navegação global, como o GPS, dependem diretamente da compreensão das interações gravitacionais para planejar trajetórias e ajustar órbitas.

Em relação ao ensino de física, a BNCC, destaca-se a competência específica 6 da área de Ciências da Natureza, que propõe compreender e aplicar leis e princípios científicos para interpretar fenômenos naturais e resolver problemas. O entendimento da síntese newtoniana exemplifica a integração de diferentes áreas do conhecimento científico para explicar a realidade, alinhando-se diretamente com essa competência.

O estudo das leis de Kepler e da gravitação universal de Newton permite uma compreensão mais profunda da natureza e do funcionamento do universo, enquanto proporciona um rico contexto para o desenvolvimento de competências e habilidades previstas na BNCC. Além disso, destaca a relevância da ciência como construção histórica, interdisciplinar e em constante evolução. Ao abordar essas temáticas em sala de aula, os professores têm a oportunidade de fomentar nos estudantes não apenas o aprendizado de conteúdos científicos, mas também a valorização do pensamento crítico e reflexivo.

4 ASTRONOMIA

A astronomia é uma das ciências mais antigas da humanidade, sendo fundamental para o desenvolvimento de várias culturas e sociedades ao longo da história. Desde os tempos antigos, a observação dos astros e dos fenômenos celestes desempenhou um papel crucial na forma como as civilizações se organizavam e compreendiam o mundo ao seu redor. Segundo Mark (2017, p. 12), "a astronomia era uma ferramenta essencial para a agricultura, a religião e a organização social das civilizações antigas". Nesse sentido, a astronomia sempre esteve entrelaçada com questões de natureza prática e filosófica.

Desse modo, neste capítulo trataremos dos principais aspectos do conteúdo de astronomia no contexto educacional do ensino médio, apontando sua importância para a formação do pensamento científico entre os jovens.

4.1 A ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

A astronomia no ensino médio aborda uma série de conceitos fundamentais que ajudam os alunos a compreenderem a estrutura e os fenômenos do universo. Esses conceitos são parte essencial da ciência e integram áreas como a física e a matemática, desafiando os estudantes a pensar criticamente sobre o cosmos e o lugar da Terra nele.

Um dos primeiros tópicos tratados em astronomia no ensino médio é a estrutura do universo. Os alunos aprendem que o universo é composto por galáxias, sistemas estelares, planetas, e outros corpos celestes. Uma galáxia, como a Via Láctea, é um enorme conjunto de estrelas, planetas, poeira e gás mantidos unidos pela gravidade. De acordo com os modelos aceitos pela cosmologia moderna, o universo está em expansão, resultado do Big Bang, um evento que ocorreu há aproximadamente 13,8 bilhões de anos e marca o início do espaço e do tempo como os conhecemos. (Hawking, 2001).

Outro conceito fundamental é o movimento dos corpos celestes. Esse movimento inclui tanto o movimento de rotação, como o da Terra em torno de seu próprio eixo, quanto o movimento de translação, como o da Terra ao redor do Sol. A rotação da Terra é responsável pela alternância entre o dia e a noite,

enquanto a translação resulta nas estações do ano devido à inclinação do eixo terrestre.

Além do movimento terrestre, os alunos estudam o movimento dos planetas em torno do Sol. Johannes Kepler, em seu trabalho com a órbita dos planetas, desenvolveu as Leis de Kepler, que descrevem as órbitas elípticas dos planetas e a relação entre o tempo de translação e a distância do planeta em relação ao Sol. A aplicação das leis de Kepler é essencial para compreender a mecânica orbital no sistema solar (Kepler, 1619).

A astronomia no ensino médio também introduz os alunos às leis da gravitação de Isaac Newton. A Lei da Gravitação Universal, desenvolvida por Isaac Newton, afirma que "todo corpo atrai outro corpo com uma força diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles" (Newton, 1687, p. 115). Esse princípio é fundamental para entender a interação entre a Terra, a Lua e o Sol, além de ser aplicado para explicar as órbitas planetárias e o movimento de satélites.

Um exemplo simples é a interação gravitacional entre a Terra e a Lua, que gera as marés nos oceanos. Da mesma forma, a gravidade é responsável por manter a Terra e os demais planetas em órbita ao redor do Sol. Esse conceito conecta os alunos com fenômenos que eles podem observar diretamente, como o movimento das marés e os eclipses.

As fases da Lua são um conceito importante, representando as diferentes aparências da Lua ao longo de seu ciclo de aproximadamente 29,5 dias. As fases são resultado da mudança na posição da Lua em relação à Terra e ao Sol. No ensino médio, os alunos aprendem a identificar as quatro fases principais: lua nova, quarto crescente, lua cheia e quarto minguante, além das fases intermediárias (Galileu, 1610).

Os eclipses lunares e solares também são fenômenos fascinantes que os alunos aprendem a entender em astronomia. Um eclipse solar ocorre quando a Lua passa entre a Terra e o Sol, bloqueando total ou parcialmente a luz solar. Já o eclipse lunar ocorre quando a Terra se posiciona entre o Sol e a Lua,

projetando uma sombra sobre a Lua (Simon, 2018). Esses eventos astronômicos têm sido observados e documentados por várias culturas ao longo da história.

O Sistema Solar é outro componente essencial no currículo de astronomia do ensino médio. O Sol, uma estrela de tamanho médio, ocupa o centro do sistema e exerce gravidade sobre os planetas, asteroides, cometas e outros objetos que orbitam ao seu redor. Os alunos aprendem sobre os diferentes planetas do Sistema Solar, incluindo suas características físicas, composições e distâncias relativas ao Sol.

Os planetas são divididos em planetas rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) e planetas gasosos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) (Tyson, 2017). A Terra é, naturalmente, o ponto focal, pois é o único planeta conhecido até agora que abriga vida. No entanto, a exploração recente de Marte e os estudos sobre as luas de Júpiter e Saturno trazem novas discussões sobre a possibilidade de vida em outros lugares do Sistema Solar.

O estudo das estrelas e da sua evolução é uma parte importante do ensino dessa área. As estrelas são imensas esferas de plasma que produzem energia através de processos de fusão nuclear, convertendo hidrogênio em hélio em seus núcleos (Brown, 1998). O Sol, por exemplo, está atualmente em uma fase chamada sequência principal, que é a fase mais longa e estável da vida de uma estrela.

Ao final de suas vidas, as estrelas passam por transformações dramáticas. Estrelas de grande massa podem explodir como supernovas, deixando para trás buracos negros ou estrelas de nêutrons. Já estrelas menores, como o Sol, terminarão suas vidas como anãs brancas, após passarem pela fase de gigante vermelha. Esses processos são importantes para a formação dos elementos que constituem o universo, incluindo aqueles que compõem a Terra e os seres vivos (Carroll e Ostlie, 2017).

No ensino médio, os alunos também são introduzidos à cosmologia, que é o estudo da origem, estrutura e evolução do universo. O modelo do Big Bang é o mais aceito atualmente e sugere que o universo teve um início há cerca de

13,8 bilhões de anos a partir de um estado extremamente quente e denso, seguido de uma expansão contínua (Gamow, 1948).

Os discentes aprendem que a radiação de fundo em micro-ondas e o desvio para o vermelho das galáxias são evidências observacionais que apoiam a teoria do Big Bang. Além disso, os conceitos de matéria escura e energia escura são introduzidos como áreas de pesquisa em aberto, ainda não completamente compreendidas pela ciência, mas que desempenham um papel crucial na estrutura e na dinâmica do universo.

A astronomia oferece uma perspectiva única sobre o universo, estimulando a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes. Ela conecta várias disciplinas científicas e tecnológicas, além de promover o desenvolvimento de habilidades analíticas e de resolução de problemas. Estudar astronomia no ensino médio também encoraja uma apreciação pela ciência e pela natureza do conhecimento humano.

Além disso, como explica Sagan (1997, p. 12), "a astronomia é uma disciplina que nos lembra da nossa insignificância cósmica e, ao mesmo tempo, nos oferece uma visão grandiosa do universo em que estamos inseridos". A capacidade de olhar para além da Terra e refletir sobre a imensidão do espaço pode ter um impacto profundo na maneira como os estudantes percebem a ciência, a Terra e a própria humanidade.

É perceptível, que no contexto educacional contemporâneo, a astronomia tem um grande potencial de fascinar e envolver os alunos, oferecendo oportunidades de aprendizagem que vão além da simples memorização de conceitos. Ela permite o desenvolvimento de habilidades analíticas e o cultivo da curiosidade científica. De acordo com Almeida (2020, p. 34), "a astronomia apresenta uma capacidade singular de estimular a curiosidade e o raciocínio crítico, ao mesmo tempo que promove a integração de diversas áreas do conhecimento, como a física, a matemática e a história".

No ensino médio, a astronomia pode atuar como um meio de desenvolver um pensamento científico nos estudantes, ligando-os aos grandes mistérios do universo e incentivando a busca por respostas sobre questões fundamentais da existência. Como aponta Lima (2018, p. 48), "ao abordar fenômenos

astronômicos, os alunos são incentivados a questionar a sua relação com o universo, o que promove um interesse natural pelo aprendizado científico".

Entretanto, o ensino de astronomia no Brasil enfrenta diversos desafios, principalmente relacionados à formação docente e à escassez de recursos pedagógicos adequados. Conforme Marchi et al. (2013, p. 23), "os professores enfrentam dificuldades em abordar conteúdos astronômicos, em grande parte, devido à falta de formação específica e ao acesso limitado a materiais didáticos apropriados". Essa limitação afeta diretamente a maneira como o conteúdo é apresentado aos alunos, resultando em um processo de ensino-aprendizagem muitas vezes fragmentado e desmotivador.

Para superar as barreiras na aprendizagem de astronomia, é crucial que os professores utilizem recursos didáticos que facilitem a abstração dos conteúdos e tornem o ensino mais concreto e envolvente. Segundo Leite (2015, p. 15), "recursos visuais, como modelos tridimensionais e simulações computacionais, têm o poder de transformar conceitos abstratos em experiências mais tangíveis, facilitando a compreensão dos alunos". A utilização de histórias em quadrinhos e outras ferramentas visuais no ensino de astronomia é uma alternativa inovadora para aproximar os alunos de conceitos complexos de forma lúdica e eficaz.

Ainda nesse contexto, Lima (2018, p. 49) sugere que "o uso de diferentes mídias no ensino de astronomia pode contribuir para a superação das dificuldades de abstração enfrentadas pelos alunos, tornando o aprendizado mais significativo e envolvente". Dessa forma, a adoção de uma metodologia diversificada, que inclui recursos visuais e interativos, pode promover um ambiente de aprendizado mais dinâmico e acessível.

A astronomia desempenha um papel essencial na formação do pensamento científico dos estudantes. Ao abordar conceitos como o movimento dos planetas, a gravidade, as fases da Lua e as escalas de tempo e espaço, os alunos são expostos a uma variedade de conceitos interdisciplinares que contribuem para o desenvolvimento de uma visão crítica e questionadora sobre o universo. Conforme destacam Coll et al. (2014, p. 28), "a educação científica

deve estimular a capacidade de questionar, observar e analisar fenômenos naturais, e a astronomia é uma disciplina particularmente eficaz nesse sentido".

Além disso, o estudo da astronomia ajuda os estudantes a compreenderem melhor a história da ciência e as contribuições de grandes cientistas, como Galileu Galilei, Johannes Kepler e Isaac Newton, cujas descobertas revolucionaram nossa compreensão do universo. Segundo Ribeiro (2020, p. 52), "introduzir os alunos à história da ciência através da astronomia é uma forma de conectar o aprendizado científico com o desenvolvimento histórico e cultural da humanidade".

Em suma, a astronomia não apenas fascina os estudantes, mas também desempenha um papel importante no desenvolvimento de habilidades científicas e críticas. No entanto, para que seu ensino seja eficaz, é necessário superar os desafios relacionados à formação docente e à disponibilização de recursos pedagógicos adequados. Como apontado por Lima (2018) e Almeida (2020), a integração de ferramentas didáticas inovadoras, como histórias em quadrinhos e simulações, pode transformar o ensino de astronomia em uma experiência mais acessível, envolvente e significativa para os estudantes.

No próximo capítulo, traçaremos o percurso metodológico empregado para alcançar os objetivos desta pesquisa.

5 PERCURSO METODOLÓGICO

O presente capítulo tem como objetivo detalhar o percurso metodológico adotado para o desenvolvimento deste trabalho, que utiliza histórias em quadrinhos como ferramenta pedagógica no ensino de física. Além de descrever o produto educacional criado, será apresentada a sequência didática que guiou a aplicação em sala de aula, com foco na construção de enredos, elaboração de roteiros e uso da ferramenta digital *Storyboard That*. Também será discutida a avaliação das atividades e os recursos empregados para garantir o engajamento e a eficácia do aprendizado.

5.1 AS HQs COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA

A utilização de recursos pedagógicos inovadores e envolventes é fundamental no processo de ensino e aprendizagem, especialmente em disciplinas como a astronomia, que muitas vezes desafiam a compreensão dos alunos. Nesse contexto, as histórias em quadrinhos (HQs) surgem como uma valiosa ferramenta educacional, capaz de estimular o interesse dos estudantes e facilitar a assimilação de conteúdo. De acordo com Will Eisner (2010), considerado um dos maiores teóricos das histórias em quadrinhos, essa linguagem visual é uma forma de "arte sequencial", que combina imagens e texto para criar uma narrativa envolvente, tornando-a particularmente eficaz para fins educacionais. Eisner destaca que o apelo das HQs está em sua capacidade de atrair a atenção e, ao mesmo tempo, transmitir mensagens complexas de maneira acessível (Eisner, 2010).

A astronomia, por ser uma ciência que envolve conceitos abstratos e fenômenos muitas vezes distantes do cotidiano dos alunos, pode se beneficiar grandemente do uso de HQs. Ao transformar esses conceitos em narrativas visuais, as HQs oferecem uma ponte entre o conteúdo teórico e o mundo dos estudantes, facilitando a compreensão e o aprendizado. Para McCloud (2005), as HQs promovem uma experiência cognitiva que integra pensamento visual e linguístico, auxiliando na retenção de informações (McCloud, 2005).

O uso de HQs como recurso pedagógico, especialmente no ensino de astronomia, também tem o potencial de fomentar o desenvolvimento de

habilidades de leitura crítica e interpretação visual nos alunos. Segundo Ramos e Santos (2018), as histórias em quadrinhos estimulam o pensamento crítico e a interpretação de símbolos, permitindo que os alunos interajam com o conteúdo de maneira mais ativa e reflexiva (Ramos; Santos, 2018). Isso é particularmente relevante em disciplinas como astronomia, em que a visualização de fenômenos e a interpretação de dados são fundamentais.

Dessa forma, foi elaborada uma sequência didática baseada em pesquisa bibliográfica e prática pedagógica, com o intuito de conciliar o conteúdo astronômico aos objetivos do currículo do ensino médio. Cada história em quadrinhos foi criada para abordar um conceito ou fenômeno astronômico específico, proporcionando uma abordagem lúdica e acessível aos alunos. A proposta baseia-se na ideia de que, ao relacionar o conhecimento científico à vida dos jovens, o aprendizado torna-se mais significativo e prazeroso. Para Zanini e Silva (2020), o uso de HQs no ensino de ciências promove a contextualização dos conteúdos, aproximando o conhecimento científico do cotidiano dos alunos, o que facilita a aprendizagem e a retenção do conteúdo (Zanini; Silva, 2020).

Por fim, acredita-se que o uso de HQs como ferramenta pedagógica no ensino de astronomia pode contribuir significativamente para a formação de alunos mais críticos, reflexivos e engajados com a ciência, proporcionando uma educação mais contextualizada e atrativa. Como conclui Eisner (2010), o poder das histórias em quadrinhos está em sua habilidade de "comunicar com eficiência em um mundo visual", e essa eficiência pode ser aproveitada para transformar o ensino de conteúdos complexos em uma experiência mais envolvente e enriquecedora para os estudantes (Eisner, 2010, p. 13).

5.2 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional proposto em nossa pesquisa é uma sequência didática que utiliza histórias em quadrinhos (HQs) como ferramenta para o ensino de astronomia em uma turma de primeiro ano do ensino médio. A elaboração das HQs, desenvolvida no âmbito do programa do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), visa resolver a dificuldade de abstração dos conteúdos e a limitação de recursos didáticos no ensino de astronomia.

As histórias em quadrinhos foram criadas utilizando a ferramenta *Storyboard That*, uma plataforma versátil e prática que facilita o processo de construção de narrativas visuais, oferecendo recursos gráficos e textuais que ajudam a tornar as histórias visualmente atraentes e envolventes. Dessa forma, foi possível desenvolver HQs que serão empregadas na implementação da sequência didática, potencializando o engajamento e a compreensão dos alunos sobre os temas astronômicos.

Na próxima subseção, falaremos sobre a plataforma que utilizamos para a construção de nossa História em Quadrinhos que foi empregada durante o curso dessa pesquisa.

5.2.1 A plataforma *Storyboard that*

O *Storyboard That* é uma ferramenta útil para ajudar na criação de histórias em quadrinhos devido às suas diversas funcionalidades e recursos. Esta ferramenta é uma plataforma fácil de usar e com elementos visuais prontos que tornam o processo de criação mais rápido e acessível, mesmo para pessoas que não têm habilidades avançadas em design gráfico.

O seu acesso é online e gratuito com algumas restrições, mas permite aos usuários criarem histórias em quadrinhos com apresentações visuais e planos de histórias de forma simples e intuitiva. Assim, os usuários podem adicionar cenas, personagens, objetos e configurar: objetos e balões de fala para dar vida a história.

Devido à facilidade da criação de histórias em quadrinhos esta plataforma pode ser utilizada na educação tornando-se um excelente recurso didático. Nesse sentido, os professores podem usar esta ferramenta para ensinar conceitos complexos de uma forma mais visual e interativa, envolvendo assim os alunos na aprendizagem, por meio de:

- Biblioteca de personagens e cenários: possui uma vasta biblioteca de personagens, cenários, objetos e cenas que podem ser inseridos diretamente nas tirinhas, economizando tempo e esforço na criação de elementos visuais do zero.

- Customização: Além de oferecer uma ampla variedade de elementos pré-existent, a ferramenta permite personalizar os personagens e cenários de acordo com as necessidades do usuário, como alterar cores, posições e expressões faciais.
- Sequenciamento visual: O ambiente é composto por uma série de quadros, o que permite aos criadores planejarem a sequência da história e organizarem os eventos de forma visualmente coerente e cativante.
- Textos e balões de fala: A ferramenta permite adicionar texto aos quadrinhos por meio de balões de fala, narração ou descrição de cenas, essenciais para o desenvolvimento da narrativa e diálogos entre personagens.
- Fluxo de trabalho colaborativo: Para projetos em grupo ou colaborativos, oferece opções para compartilhar e editar histórias com outras pessoas, facilitando o trabalho em equipe e feedback conjunto.
- Pré-visualização e revisão: permite visualizar a história conforme é desenvolvida, facilitando a identificação de possíveis ajustes e melhorias antes da versão final.
- Uso educacional: professores e educadores podem utilizar o *Storyboard That* como uma ferramenta pedagógica, ajudando os alunos a desenvolverem habilidades de escrita, criatividade e compreensão de histórias (LLC, 2023).

Nessa plataforma, criamos o conjunto de histórias sobre a protagonista Maria Sophia, que conduzirá os alunos pelas curiosidades sobre a astronomia. A seguir, detalhamos a construção dos enredos de cada quadrinho.

5.2.2 Enredo

As Histórias em Quadrinhos (HQs) combinam narrativas visuais e textuais, oferecendo uma forma de comunicação altamente envolvente. Por meio de ilustrações e balões de fala, as HQs conseguem transmitir informações complexas de maneira clara e acessível, facilitando a compreensão de conceitos astronômicos abstratos de forma mais concreta. Segundo Eisner (2005, p. 15),

“a narrativa gráfica utiliza símbolos visuais e textuais que proporcionam um impacto imediato, tornando a aprendizagem mais dinâmica e atrativa”.

Uma das primeiras e mais importantes etapas na criação de uma HQ é o design dos personagens, que são os primeiros elementos observados pelo leitor. No caso desta HQ, intitulada "As Aventuras de Sophia: Os Mistérios da Natureza", a protagonista é uma menina chamada Maria Sophia (nome que significa "sabedoria pura") e seu pai, um professor de física aposentado. Ao longo dos episódios, a história explora de forma lúdica diversos princípios astronômicos, através de conversas e discussões entre Sophia e seu pai sobre o desenvolvimento dessa ciência.

Os episódios são fundamentados em conhecimentos científicos, e as histórias abordam dez temas principais: história da astronomia antiga, telescópios, constelações, fases da Lua, eclipses, sistema solar, Sol, heliocentrismo, gravitação e Leis de Kepler. A dramatização oferece discussões que incentivam a reflexão sobre os fenômenos astronômicos, com o objetivo de aprofundar os conceitos de forma lúdica. Além disso, a protagonista Sophia é retratada como agente ativa na construção do conhecimento, desafiando o estereótipo de que os cientistas são predominantemente homens, uma visão ainda recorrente no imaginário social. É válido ressaltar que alguns personagens foram pensados em nomes de astrofísicos, como o diretor Eddington, a professora Jocelyn Bell e alguns nomes importantes para astronomia, como Galileu Galilei, Isaac Newton e Albert Einstein.

O primeiro enredo narra uma conversa entre Sophia e seu pai durante uma caminhada à noite, sob um céu estrelado à beira do mar. Herdeira da paixão de seu pai pela astronomia, Sophia questiona o papel da astronomia na sociedade, a importância de estudá-la e as contribuições dos povos antigos para o desenvolvimento dessa ciência.

No segundo episódio, Sophia recebe de presente seu primeiro telescópio, dado por seu avô João. Junto com seu pai, ela embarca em uma jornada de conhecimento numa viagem para um vale montanhoso, onde são apresentadas as principais características do telescópio e sua relevância para a sociedade moderna.

Ainda no vale montanhoso, no terceiro episódio, Sophia e seu pai discutem o conceito de constelações, sua importância para a sociedade ao longo da história e detalham algumas constelações visíveis naquele local. Ao final desta jornada, no quarto episódio, Sophia explica com clareza o fenômeno das fases da Lua.

No quinto episódio, Sophia participa da feira de ciências de sua escola, onde é responsável por apresentar o sistema solar. Durante sua explicação, ela aborda o conceito de planeta, a composição do sistema solar, as razões pelas quais Plutão deixou de ser considerado um planeta e discute a hipótese moderna de formação do sistema solar, destacando porque essa teoria é amplamente aceita pela comunidade científica.

No sexto episódio, Sophia diferencia os fenômenos dos eclipses solar e lunar, consolidando ainda mais sua participação como agente ativo no processo de ensino-aprendizagem.

No sétimo episódio de "As Aventuras de Sophia: Os Mistérios da Natureza" traz Sophia e seus primos, Isis e Artur, passando um fim de semana no sítio de seu avô, chamado Malocas dos Caldas. Nesse cenário, os personagens discutem as características do Sol, a estrela central do sistema solar.

No oitavo episódio, vemos de modo simples como o Heliocentrismo surgiu e mudou nossa visão do universo, com três personagens discutindo a importância das descobertas de Copérnico e Galileu.

No nono episódio, há uma introdução às Leis de Kepler, mostrando como os planetas se movem ao redor do Sol.

E, por fim, no último episódio, discorremos de modo introdutório e lúdico acerca da Lei da Gravitação Universal, explicando como a gravidade funciona em diferentes contextos e como ela mantém o universo em equilíbrio, encerrando a saga com mais uma rica reflexão sobre os fenômenos astronômicos.

5.2.3 Roteiro

Foi desenvolvida uma sequência de ensino e aprendizagem para aplicação do produto educacional. Cada encontro equivale a duas aulas de 50

minutos cada. A presente proposta será realizada no total de 6 aulas interativa conforme a descrição abaixo na Tabela 2.

Tabela 2 - Cronograma de Aula

Encontros	Objetivo	Descrição
1º Encontro	Apresentar a proposta e metodologia de ensino, além de diagnosticar os conhecimentos prévios sobre a história da astronomia.	Apresentação da metodologia de intervenção: Explicar a abordagem adotada para o processo de ensino-aprendizagem, destacando a importância dos quadros como recurso didático. Introdução aos conceitos iniciais sobre astronomia: Apresentar os fundamentos básicos da astronomia para contextualizar o conteúdo. Exploração dos conceitos históricos da astronomia antiga: Abordar as principais descobertas e teorias astronômicas de civilizações antigas, relacionando-as com o conhecimento atual. Desenvolvimento de um esquema conceitual baseado em perguntas: Estruturar um esquema visual ou conceitual para auxiliar na compreensão dos tópicos, estimulando a reflexão através de questões.

		Apresentação de situações-problema relacionadas à primeira parte da HQ: Utilizar situações-problema extraídas da primeira parte da história em quadrinhos para promover a aplicação prática dos conceitos aprendidos.
2º Encontro	Abordar telescópios e constelações a partir de situações-problemas (parte 2 e 3 da HQ).	Introdução aos telescópios e constelações: Apresentar os conceitos essenciais sobre telescópios e constelações, contextualizando-os dentro do conteúdo da HQ. Discussão das partes 2 e 3 da HQ: Analisar as partes 2 e 3 da história em quadrinhos, destacando os conceitos astronômicos relevantes e como eles são abordados na narrativa. Promoção de atividades colaborativas: Estimular a troca de ideias e negociações de significados entre os alunos, focando na superação de obstáculos conceituais e no aprofundamento do entendimento. Trabalho coletivo de resolução de situações-problemas: Organizar atividades em grupo para a resolução das situações-problemas apresentadas nas partes 2 e 3 da HQ,

		permitindo que os alunos apliquem os conceitos discutidos de forma prática.
3º Encontro	Explorar as fases da Lua e os eclipses a partir de situações-problemas, utilizando as partes 4 e 5 da HQ.	Introdução às fases da Lua e eclipses: Apresentar os conceitos sobre as fases da Lua e os eclipses, explicando os fenômenos envolvidos. Discussão das partes 4 e 5 da HQ: Analisar as partes 4 e 5 da história em quadrinhos, destacando os conceitos e fenômenos astronômicos representados, com foco no entendimento dos eclipses e das fases da Lua. Desenvolvimento de atividades colaborativas: Estimular a colaboração entre os alunos para resolver situações-problemas, promovendo diálogos construtivos e a troca de ideias para a construção de soluções em equipe. Apoio na superação de desafios conceituais: Auxiliar os alunos a superarem dificuldades na compreensão dos fenômenos astronômicos, proporcionando explicações e esclarecimentos durante o processo de aprendizado.
4º Encontro	Introduzir conceitos sobre o sistema solar	Introdução ao sistema solar e ao Sol:

	e o Sol a partir das partes 6 e 7 da HQ.	Apresentar os conceitos fundamentais sobre o sistema solar e o Sol, contextualizando os principais elementos e suas interações. Análise das partes 6 e 7 da HQ: Estudar as partes 6 e 7 da história em quadrinhos, destacando os conceitos centrais relacionados ao sistema solar e ao Sol, com foco na sua representação visual e conceitual. Proposição de dinâmicas coletivas: Propor atividades colaborativas para a resolução de problemas, incentivando a organização e a construção conjunta do conhecimento entre os alunos. Facilitação do entendimento por meio da interação: Estimular a interação entre alunos e professor, proporcionando um ambiente de aprendizado ativo, onde dúvidas são esclarecidas e os conceitos são aprofundados de maneira colaborativa.
5º Encontro	Discutir o heliocentrismo, as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal a partir das	Introdução ao heliocentrismo, Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal: Apresentar os conceitos fundamentais sobre o heliocentrismo, as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal,

	partes 8, 9 e 10 da HQ.	contextualizando sua importância na história da astronomia. Exploração das partes 8, 9 e 10 da HQ: Analisar as partes 8, 9 e 10 da história em quadrinhos, destacando os principais conceitos e fenômenos relacionados ao heliocentrismo e às leis que regem o movimento planetário. Promoção de atividades colaborativas e dinâmicas: Propor atividades em grupo para organizar o conhecimento adquirido, incentivando a troca de ideias e a construção conjunta de soluções e explicações. Apoio ao entendimento e à aplicação prática dos conceitos: Facilitar o entendimento dos conceitos discutidos, proporcionando exemplos práticos e orientando os alunos na aplicação do conhecimento adquirido em situações concretas.
6º Encontro	Realizar considerações finais e avaliar a proposta.	Apresentação dos resultados da aplicação da proposta: Expor os resultados obtidos a partir da implementação da proposta, destacando os principais achados. Avaliação do processo de internalização de conceitos:

		Analisar o grau de compreensão e assimilação dos conceitos pelos alunos, avaliando como os conteúdos foram incorporados ao conhecimento deles. Aplicação de questionário avaliativo: Aplicar um questionário para medir a eficácia da metodologia adotada e entender a percepção dos alunos sobre o processo de ensino-aprendizagem. Discussão sobre o impacto da ferramenta e aprendizagens adquiridas: Refletir com os alunos sobre o impacto da ferramenta utilizada (HQ) e as aprendizagens adquiridas ao longo dos encontros, promovendo uma análise crítica do processo.
--	--	---

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A presente proposta tem como objetivo trabalhar o ensino da Astronomia nos conteúdos de história da astronomia, os telescópios, as constelações, as fases da Lua, os eclipses o sistema solar, o Sol, o heliocentrismo, as Leis de Kepler e a gravitação. Utilizando o recurso didático de história em quadrinho como ferramenta de ensino de astronomia serão apresentados os dez episódios, sendo cada um dos episódios será abordado um tema específico para discussão dos respectivos conceitos em sala de aula

5.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A elaboração de uma sequência didática bem-estruturada é fundamental para garantir a eficácia no processo de ensino e aprendizagem. Nesta sequência didática, propomos explorar a História em Quadrinhos como uma ferramenta criativa e envolvente para o ensino de Astronomia no 1º ano do Ensino Médio. A

ideia é unir a arte dos quadrinhos com conceitos astronômicos fundamentais, permitindo aos alunos uma abordagem lúdica e interativa para aprender sobre o universo.

Público-alvo: 1º Ano do ensino médio.

Disciplina: Física

Quantidade de Aulas: 6 aulas (cada aula com duração de 50 minutos).

Duração da Sequência Didática: Aproximadamente 4 semanas.

Tema: Astronomia: história da astronomia, os telescópios, as constelações, as fases da Lua, os eclipses o sistema solar, o Sol, o heliocentrismo, as Leis de Kepler e a gravitação.

Apresentação: Trabalhar a descrição dos fenômenos astronômicos (história da astronomia, os telescópios, as constelações, as fases da Lua, os eclipses, o sistema solar, o Sol, o Heliocentrismo, a Lei de Kepler e a Lei da Gravitação Universal) em sala de aula por meio da utilização de histórias em quadrinhos.

Objetivos específicos:

- Introduzir conceitos básicos de Astronomia, como o Sistema Solar, as estrelas, os planetas e outros corpos celestes.
- Apresentar a História em Quadrinhos como uma forma de expressão artística e educacional.
- Estimular o interesse dos alunos pela Astronomia.
- Promover uma aprendizagem significativa.

A seguir, apresentamos as principais etapas da sequência didática, destacando os objetivos de cada uma e os métodos pedagógicos empregados para facilitar a compreensão de temas como o sistema solar, fases da lua, eclipses, constelações, entre outros.

5.3.1 Primeira semana

- Apresentação do projeto aos alunos;
- Exposição de obras de quadrinhos que abordam temáticas astronômicas, como "O Guia do Mochileiro das Galáxias" e "Astronauta".

- Realização de uma sondagem para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema Astronomia e seus interesses em Histórias em Quadrinhos.
- Introdução das principais características da história da Astronomia na antiguidade.

Atividades realizadas

- a. Apresentar a metodologia do projeto de intervenção.
- b. Expor as principais características das histórias em quadrinhos.
- c. Distribuir o primeiro enredo – Astronomia Antiga - da história em quadrinho desenvolvida para os discentes.
- d. As histórias em quadrinhos serão distribuídas com os balões vazios do quadrinho para responder a respectiva pergunta. Atividade avaliativa do conhecimento prévios do aluno
- e. Divisão da turma em grupos para eles discutirem suas respectivas respostas e apresentar uma resposta para o grupo.
- f. Apresentação dos conceitos abordados dos episódios pelo professor. Neste momento cada grupo irá expor a sua resposta para reflexões e discussões.
- g. Atividade avaliativa – pós teste.
- h. Por fim apresentação do espelho do quadrinho.

5.3.2 Segunda semana

- Realização de uma sondagem para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema Astronomia: os telescópios e as constelações.
- Introdução das principais características da temática abordada nos episódios do quadrinho 2 e 3.

Atividades realizadas

- a. Distribuir a segunda (os telescópios) e terceira (as constelações) história em quadrinho desenvolvida para os discentes.
- b. As histórias em quadrinhos serão distribuídas com os balões vazios do quadrinho para responder a respectiva pergunta. Atividade avaliativa do conhecimento prévios do aluno

- c. Divisão da turma em grupos para eles discutirem suas respectivas respostas e apresentar uma resposta para o grupo.
- d. Apresentação dos conceitos abordados nos episódios pelo professor. Neste momento cada grupo irá expor a sua resposta para reflexões e discussões.
- e. Atividade avaliativa – pós teste.
- f. Por fim apresentação do espelho do quadrinho.

5.3.3 Terceira semana

- Realização de uma sondagem para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema Astronomia: as fases da Lua e o sistema solar.
- Introdução das principais características da temática abordada nos episódios do quadrinho 4 e 5.

Atividades realizadas

- a. Distribuir a quarta (as fases da Lua) e quinta (o sistema solar) história em quadrinho desenvolvida para os discentes.
- b. As histórias em quadrinhos serão distribuídas com os balões vazios do quadrinho para responder a respectiva pergunta. Atividade avaliativa do conhecimento prévios do aluno
- c. Divisão da turma em grupos para eles discutirem suas respectivas respostas e apresentar uma resposta para o grupo.
- d. Apresentação dos conceitos abordados nos episódios pelo professor. Neste momento cada grupo irá expor a sua resposta para reflexões e discussões.
- e. Atividade avaliativa – pós teste.
- f. Por fim apresentação do espelho do quadrinho.

5.3.4 Quarta semana

- Realização de uma sondagem para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema Astronomia: os eclipses e o Sol.
- Introdução das principais características da temática abordada nos episódios do quadrinho 6 e 7.

Atividades realizadas

- a. Distribuir a sexta (Os eclipses) e a sétima (O Sol) história em quadrinho desenvolvida para os discentes.
- b. As histórias em quadrinhos serão distribuídas com os balões vazios do quadrinho para responder a respectiva pergunta. Atividade avaliativa do conhecimento prévios do aluno
- c. Divisão da turma em grupos para eles discutirem suas respectivas respostas e apresentar uma resposta para o grupo.
- d. Apresentação dos conceitos abordados nos episódios pelo professor. Neste momento cada grupo irá expor a sua resposta para reflexões e discussões.
- e. Atividade avaliativa – pós teste.
- f. Por fim apresentação do espelho do quadrinho.

5.3.5 Quinta semana

- Realização de uma sondagem para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema Astronomia: Heliocentrismo, Lei de Kepler e Lei da Gravitação Universal.
- Introdução das principais características da temática abordada nos episódios do quadrinho 8, 9 e 10.

Atividades realizadas

- g. Distribuir a oitava (Heliocentrismo), nona (Lei de Kepler) e décima (Lei da Gravitação Universal) história em quadrinho desenvolvida para os discentes.
- h. As histórias em quadrinhos serão distribuídas com os balões vazios do quadrinho para responder a respectiva pergunta. Atividade avaliativa do conhecimento prévios do aluno
- i. Divisão da turma em grupos para eles discutirem suas respectivas respostas e apresentar uma resposta para o grupo.
- j. Apresentação dos conceitos abordados nos episódios pelo professor. Nesse momento, cada grupo irá expor a sua resposta para reflexões e discussões.

- k. Atividade avaliativa – pós teste.
- l. Por fim apresentação do espelho do quadrinho.

5.3.6 Sexta semana

- Realização das considerações finais
- Aplicação atividade avaliativa da proposta: História em quadrinho como ferramenta de ensino de astronomia.

Atividades realizadas

- a. Recapitulação dos conceitos astronômicos que foram discutidos.
- b. Apresentar os resultados parciais da proposta.
- c. Aplicação da atividade avaliativa da proposta.

5.3.7 Avaliação e recursos

A avaliação será contínua, observando a participação e envolvimento dos alunos durante todo o processo da sequência didática. Além disso, serão considerados os conhecimentos adquiridos sobre Astronomia e a capacidade de expressão dos conceitos por meio das Histórias em Quadrinhos.

Os recursos utilizados foram:

- Material didático sobre Astronomia.
- Obras em quadrinhos relacionadas à Astronomia.
- Recursos audiovisuais, imagens e vídeos.
- Materiais artísticos para criação das HQs.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa foi aplicada durante 5 semanas com alunos de uma turma da 1ª série do ensino médio, turno vespertino, na EEM José Leopoldino da Silva Filho, localizada na periferia de Fortaleza - CE. A turma é composta por 44 alunos matriculados, entre 15 e 17 anos, dos quais 44 alunos frequentam regularmente as aulas.

No período em que foi aplicada a pesquisa constatou-se a participação de 34 a 38 alunos. A carga horária semanal para disciplina de física corresponde a 2 horas/aula, de 50 minutos cada. A EEM José Leopoldino da Silva Filho foi construída há 35 anos e conta atualmente com aproximadamente 600 alunos entre os turnos manhã, tarde. A escola possui uma infraestrutura básica, apresentando: 10 salas de aula, 01 auditório com capacidade para no máximo 50 pessoas, 01 laboratório de informática com 20 computadores, 01 laboratório improvisado de ciências que comporta no máximo 15 alunos, 01 biblioteca (centro de multimeios) e 01 quadra poliesportiva. Atualmente, escola está passando por reformas. Será construída uma unidade de ensino terá três pavimentos, quatro laboratórios, duas quadras esportivas, auditório para 120 pessoas, biblioteca e 12 salas de aula climatizadas. A previsão de entrega é para junho de 2025.

Ao todo tivemos seis encontros. No primeiro foi apresentado a proposta de intervenção pedagógica, aplicado o pré-teste, discutida a temática do primeiro quadrinho – Astronomia, realizada a leitura do quadrinho e a equipe anotava os principais pontos apresentado no enredo da história e sistematizado as principais situações problemas proposto no primeiro encontro.

O primeiro episódio dos quadrinhos teve os seguintes pontos trabalhados: concepções da astronomia antiga, astronomia como ciência, a importância da astronomia para civilização (responsável pela marcação do tempo, agricultura, grandes navegações), a visão da astronomia dos povos não ocidental (maias, incas, astronomia do povo indígena), desafios da astronomia moderna.

Os resultados obtidos com o questionário pré-teste (disponível para visualização no apêndice A) aplicado às turmas do primeiro ano do ensino médio

antes da aplicação do produto educacional indicam um panorama desafiador em relação ao conhecimento prévio dos estudantes sobre Astronomia Física. O questionário, composto por perguntas de múltipla escolha, abrangeu tópicos fundamentais da área e foi projetado para avaliar a compreensão básica dos alunos.

Os dados coletados mostram que, em todas as questões do questionário, nenhum aluno conseguiu selecionar a alternativa correta. As perguntas abordavam temas centrais, como modelos astronômicos, fenômenos astronômicos, instrumentos e conceitos técnicos, fases e movimentos celestes, modelo heliocêntrico e leis de Kepler, análise e interpretação. A ausência de respostas corretas em um questionário composto por temas básicos e amplamente abordados nos currículos escolares sugere uma lacuna significativa no aprendizado dos estudantes em relação à Astronomia Física. Esses resultados podem ser interpretados sob diferentes perspectivas. Consideramos, por exemplo, que a baixa compreensão dos tópicos pode refletir uma insuficiente abordagem da Astronomia no ensino fundamental ou mesmo no início do ensino médio. Essa área, apesar de essencial, muitas vezes não é trabalhada com a profundidade necessária. Além disso, o ensino de Astronomia pode não estar sendo apresentado de forma significativa e relacionada às experiências diárias dos estudantes, dificultando a retenção e o entendimento.

A dificuldade em responder perguntas que exigem conhecimentos específicos também pode estar relacionada à falta de competências de leitura e interpretação de questões científicas, além de uma possível resistência inicial ao aprendizado de conceitos complexos. Esses resultados reforçam a necessidade de intervenções pedagógicas específicas que visem a introdução e a consolidação dos tópicos abordados no questionário, utilizando estratégias que tornem o aprendizado mais significativo e participativo.

No segundo encontro, foram revisados os temas abordados no primeiro, introduzindo discussões sobre os telescópios e as constelações. Foram explorados conceitos como o que são constelações, os motivos pelos quais as antigas tinham formatos de figuras épicas, como ursos e caçadores, e a importância da astronomia no período das grandes navegações. Também se discutiram constelações famosas, como Órion e suas Três Marias, e o Cruzeiro

do Sul. No campo dos telescópios, foram apresentados os telescópios refratores e refletores, com suas principais características, os limites ópticos, como nitidez e deformação atmosférica, e aspectos relacionados à luz como onda eletromagnética, incluindo seu espectro. Além disso, foram destacados os telescópios espaciais, como o Hubble e o James Webb, e a importância de outros tipos de telescópios, como os de ondas de rádio, raios X e infravermelhos. Na Figura 5, podemos observar a aplicação da atividade no dia desse encontro.

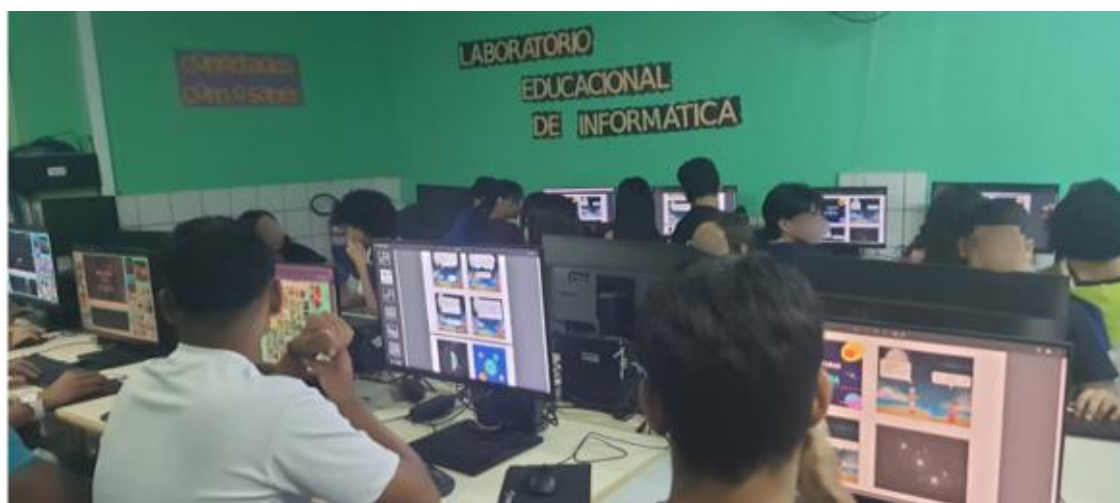
Figura 5 – Aplicação dos quadrinhos no segundo encontro



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No terceiro encontro, retratado na Figura 6, o foco foi nas fases da Lua e nos eclipses. Iniciou-se com a contextualização do que havia sido abordado anteriormente e passou-se a discutir o que é a Lua, a teoria sobre sua formação, sua importância como marcadora de tempo e seu papel para a Terra. Foram analisados tópicos como o lado escuro da Lua, o motivo de sempre vermos a mesma face iluminada, o processo que gera suas fases, e o que caracteriza um eclipse. Também foram abordadas as percepções históricas dos eclipses, o primeiro registro correto de previsão desse fenômeno, as diferenças entre sombra e penumbra, e as principais características dos eclipses lunar e solar. A ligação entre as fases da Lua e os eclipses, bem como as condições necessárias para que eles ocorram, foi um ponto de destaque.

Figura 6 – Aplicação dos quadrinhos no terceiro encontro



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O quarto encontro concentrou-se no sistema solar, no Sol e no Heliocentrismo. Após uma revisão do encontro anterior, discutiu-se a formação do Sol, suas camadas, a geração de energia solar e o futuro do astro. Também foi abordada a formação do sistema solar, seus principais componentes, como planetas, planetas anões, os cinturões de Kuiper e de asteroides, além da definição de planeta segundo a União Internacional de Astronomia e os motivos para a reclassificação de Plutão. O encontro também abordou o Geocentrismo, destacando quem o propôs, os motivos de sua adoção pela Igreja, os dados observacionais relacionados e a contribuição de Ptolomeu com seus deferentes e epiciclos. Por fim, discutiu-se o Heliocentrismo, seu desenvolvimento por Nicolau Copérnico, a importância de Galileu nesse contexto, e as observações que sustentaram o modelo.

No quinto encontro, foram revisados os conceitos do encontro anterior e iniciadas discussões sobre as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal. Foram apresentados Tycho Brahe e Johannes Kepler, enfatizando a interpretação dos dados observacionais e as três leis de Kepler, além dos desafios enfrentados para formulá-las. Também foi explorado o papel de Isaac Newton, sua Lei da Gravitação Universal, a famosa lenda da maçã, e a importância dessas contribuições para consolidar o modelo heliocêntrico.

No sexto encontro, mostrado na Figura 7, foi realizada a aplicação de um questionário pós-teste com o objetivo de avaliar a compreensão e a assimilação dos conteúdos trabalhados nos encontros anteriores. O questionário incluiu perguntas relacionadas aos principais tópicos discutidos, como constelações, telescópios, fases da Lua, eclipses, sistema solar, heliocentrismo, leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal. Além de verificar o conhecimento adquirido, o pós-teste também buscou identificar possíveis lacunas de aprendizado, fornecendo dados que poderão subsidiar futuras revisões e aprimoramentos nas abordagens pedagógicas.

Figura 7 – Aplicação do pós-teste no sexto encontro



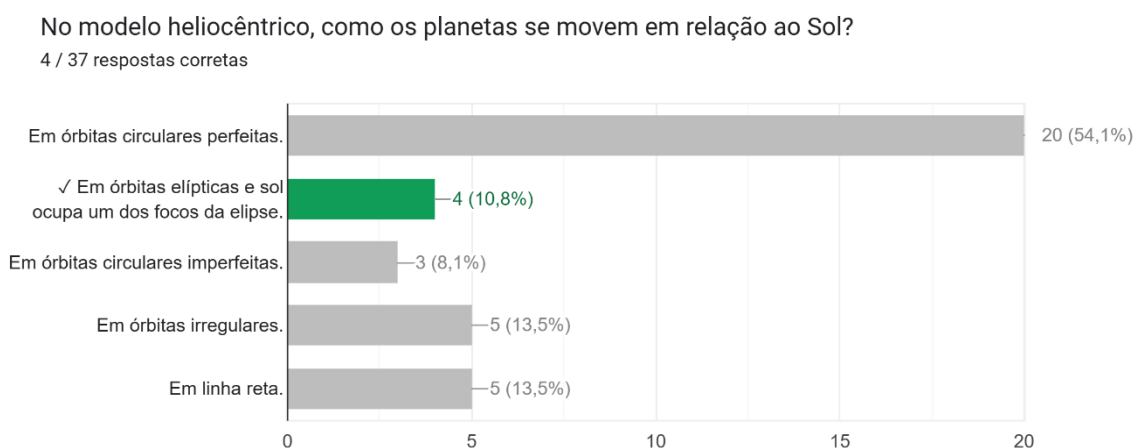
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Após a aplicação do produto educacional baseado em quadrinhos, foi realizado um novo questionário (disponível no Apêndice B) com perguntas semelhantes ao pré-teste, permitindo uma comparação semi-direta dos resultados. Os dados obtidos indicam uma melhora significativa no desempenho dos alunos.

Os resultados do pós-teste indicaram uma média de 25 acertos por pergunta, um contraste marcante em relação ao desempenho nulo observado no pré-teste. Esse avanço reflete um ganho de aprendizado significativo e evidencia a eficácia dos quadrinhos como ferramenta pedagógica para o ensino de conceitos de astronomia física.

A análise detalhada dos resultados permite identificar que os alunos demonstraram maior familiaridade com conceitos relacionados ao modelo heliocêntrico e às contribuições históricas de cientistas como Kepler e Newton, bem como conceitos como fases da Lua, eclipses e a alternância entre dia e noite foram bem assimilados, evidenciando o papel visual dos quadrinhos na explicação de eventos astronômicos. Houve também progresso na identificação de telescópios e na compreensão de suas utilizações, assim como nas descobertas de Galileu Galilei. Para exemplificar, mostraremos a seguir os gráficos 1 e 2 que comparam os resultados da aplicação pré-teste e os resultados da aplicação pós-teste.

Gráfico 1 – Resposta do pré-teste à pergunta sobre modelo heliocêntrico

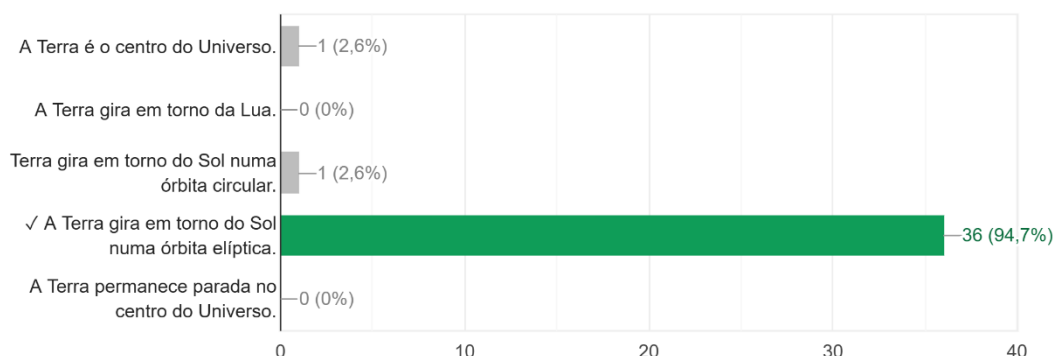


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Gráfico 2 – Resposta do pós-teste à pergunta sobre modelo heliocêntrico

O que o modelo heliocêntrico propõe sobre a órbita da Terra?

36 / 38 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

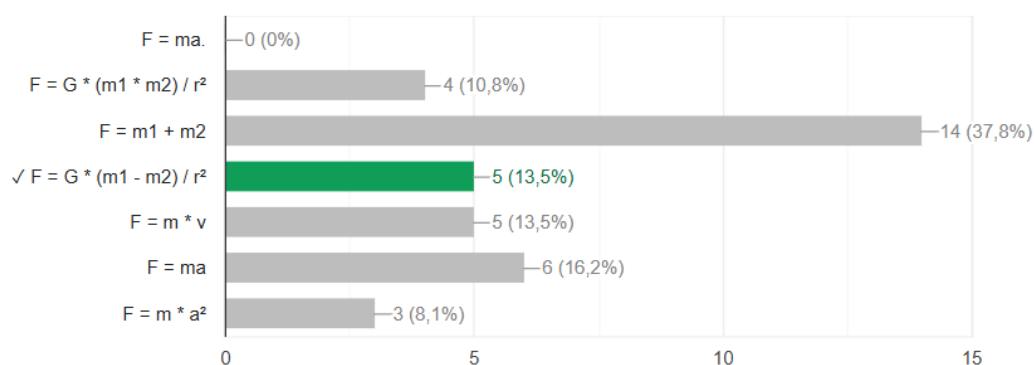
Esses resultados não apenas destacam o impacto positivo do uso de quadrinhos no ensino, mas também reforçam a importância de metodologias alternativas que dialoguem com a realidade dos estudantes. O avanço registrado entre o pré-teste e o pós-teste valida o produto educacional como uma abordagem eficaz e motivadora para o aprendizado de astronomia física. Assim, como observamos também nos Gráfico 3 e 4.

Gráfico 3 – Resposta do pré-teste à formulação da Lei da Gravitação Universal de Newton

Qual é a formulação da Lei da Gravitação Universal de Newton?

Copiar gráfico

5 / 37 respostas corretas



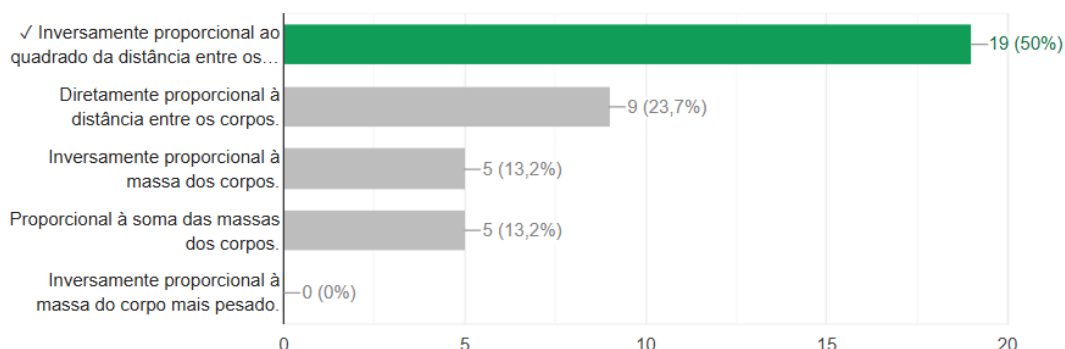
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Gráfico 4 – Resposta do pós-teste à formulação da Lei da Gravitação Universal de Newton

A Lei da Gravitação Universal de Newton afirma que a força gravitacional entre dois corpos é:

 Copiar gráfico

19 / 38 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os Gráficos 3 e 4 apresentados demonstram uma melhora significativa no desempenho dos alunos após a intervenção. No Gráfico 3, apenas 5 dos 37 participantes (13,5%) selecionaram corretamente a formulação da Lei da Gravitação Universal. Além disso, a alternativa mais escolhida (37,8%) foi " $F = m_1 + m_2$ ", o que sugere uma compreensão equivocada do conceito de força gravitacional, possivelmente confundindo-o com a soma das massas dos corpos envolvidos. Outras respostas erradas foram distribuídas entre equações relacionadas a diferentes leis do movimento, o que indica uma dificuldade na distinção entre os princípios físicos abordados.

Após a intervenção didática, observou-se um aumento expressivo no percentual de acertos. No Gráfico 4, 19 dos 38 alunos (50%) assinalaram corretamente que a força gravitacional entre dois corpos é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. Esse crescimento de 13,5% para 50% revela que a abordagem pedagógica adotada contribuiu significativamente para a construção do conhecimento sobre o tema.

No entanto, a análise dos padrões de erro ainda revela desafios persistentes. Um percentual considerável de estudantes (23,7%) escolheu a alternativa que indicava que a força gravitacional seria diretamente proporcional à distância entre os corpos, o que sugere que uma parte dos alunos ainda não compreende completamente a relação inversa entre essas grandezas. Além

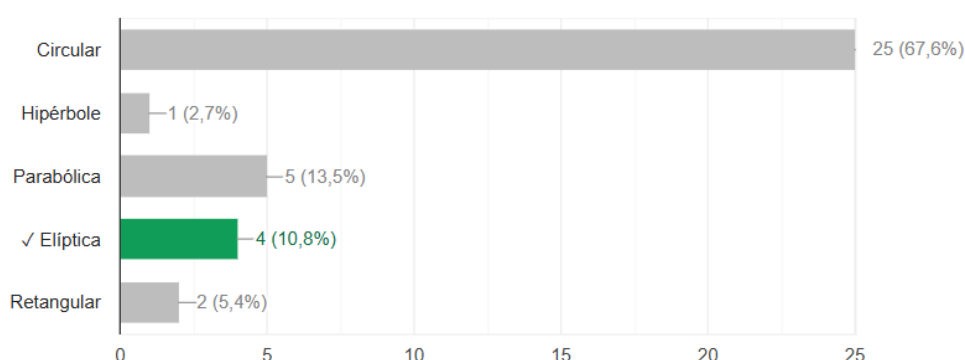
disso, 13,2% dos estudantes optaram por respostas que envolviam uma relação inversa com a massa dos corpos ou proporcionalidade à soma das massas, evidenciando possíveis dificuldades na interpretação conceitual do fenômeno gravitacional.

Gráfico 5 – Resposta do pré-teste à primeira Lei de Kepler

Qual é a forma da órbita dos planetas, segundo a primeira lei de Kepler?

[Copiar gráfico](#)

4 / 37 respostas corretas



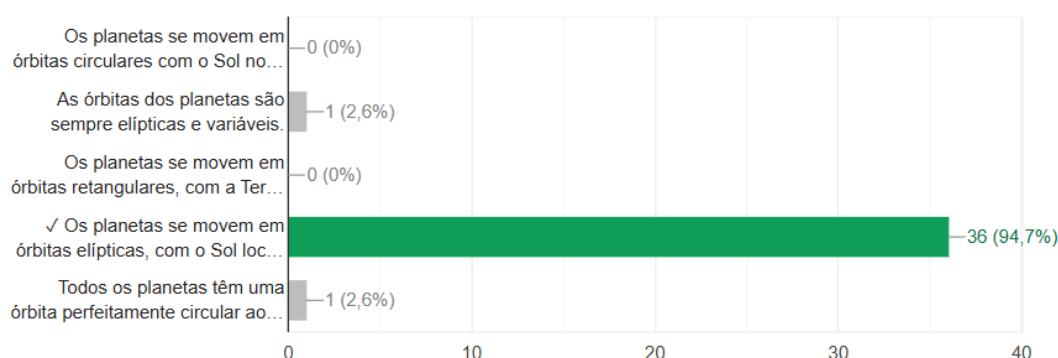
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Gráfico 6 – Resposta do pós-teste à primeira Lei de Kepler

O que afirma a primeira lei de Kepler, conhecida como Lei das Órbitas?

[Copiar gráfico](#)

36 / 38 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Já a análise dos Gráficos 5 e 6 envolveu a compreensão dos estudantes sobre a Primeira Lei de Kepler, que estabelece que os planetas se movem em órbitas elípticas ao redor do Sol. No Gráfico 5, apenas 4 dos 37 alunos (10,8%)

escolheram corretamente essa resposta, enquanto a alternativa mais selecionada foi "Circular", com 67,6% das respostas, demonstrando uma concepção errônea bastante difundida sobre a forma das órbitas planetárias.

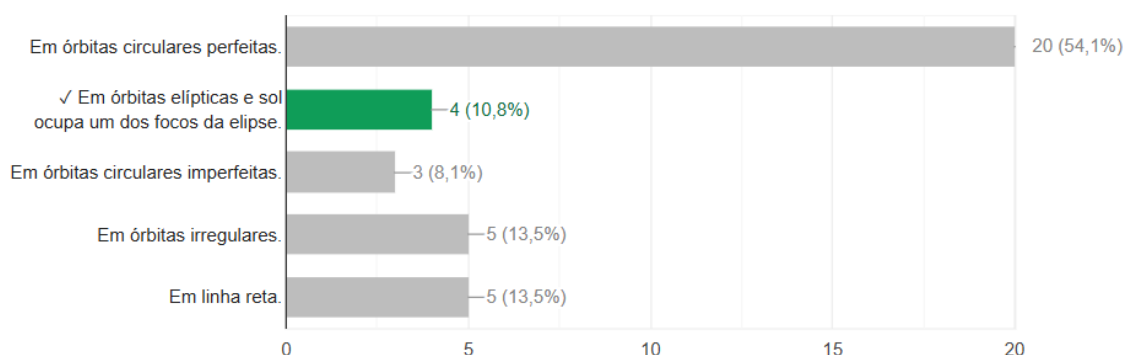
Após a intervenção didática, os resultados foram significativamente melhores. No Gráfico 6, 36 dos 38 estudantes (94,7%) assinalaram corretamente que os planetas se movem em órbitas elípticas com o Sol localizado em um dos focos. Isso representa um crescimento expressivo no percentual de acertos e evidencia a eficácia da metodologia adotada na correção de concepções alternativas equivocadas sobre o tema.

Gráfico 7 – Resposta do pré-teste ao modelo heliocêntrico

No modelo heliocêntrico, como os planetas se movem em relação ao Sol?

 Copiar gráfico

4 / 37 respostas corretas



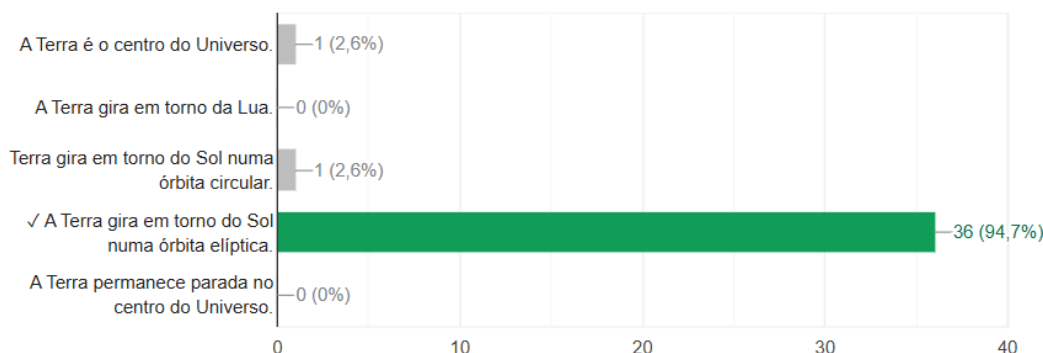
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Gráfico 8 – Resposta do pós-teste ao modelo heliocêntrico

O que o modelo heliocêntrico propõe sobre a órbita da Terra?

 Copiar gráfico

36 / 38 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

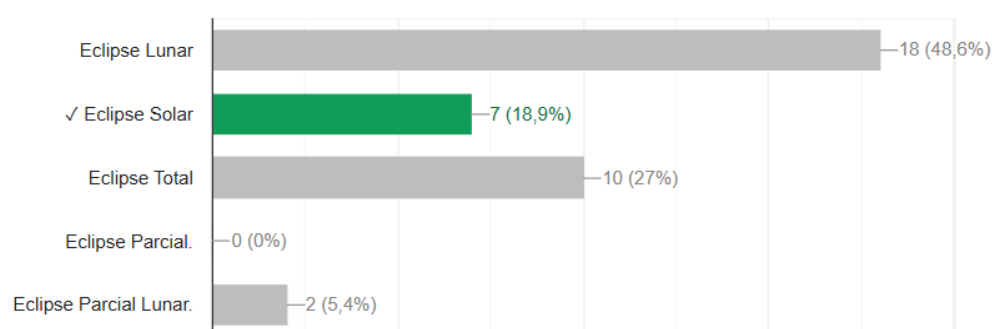
A comparação entre os Gráficos 7 e 8 reforça essa evolução. No Gráfico 7, referente ao primeiro momento da avaliação, apenas 10,8% dos alunos reconheceram corretamente que os planetas seguem órbitas elípticas, enquanto a maioria ainda acreditava em órbitas circulares. Já no Gráfico 8, após a intervenção didática, houve um acerto massivo (94,7%), evidenciando a efetividade da abordagem pedagógica na desconstrução do equívoco inicial.

Gráfico 9 – Resposta do pré-teste ao fenômeno do eclipse

Qual é o principal tipo de eclipse que ocorre quando a Lua passa entre a Terra e o Sol?

 Copiar gráfico

7 / 37 respostas corretas



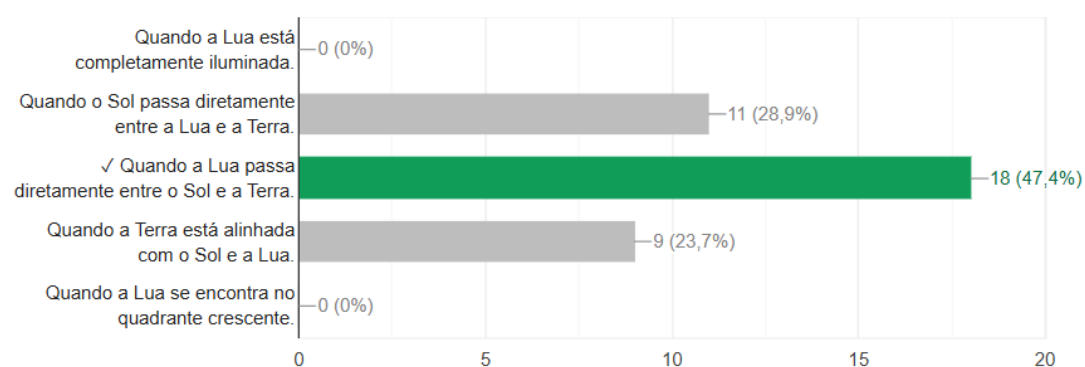
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Gráfico 10 – Resposta do pós-teste ao fenômeno do eclipse

Quando é possível observar um eclipse total solar?

 Copiar gráfico

18 / 38 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

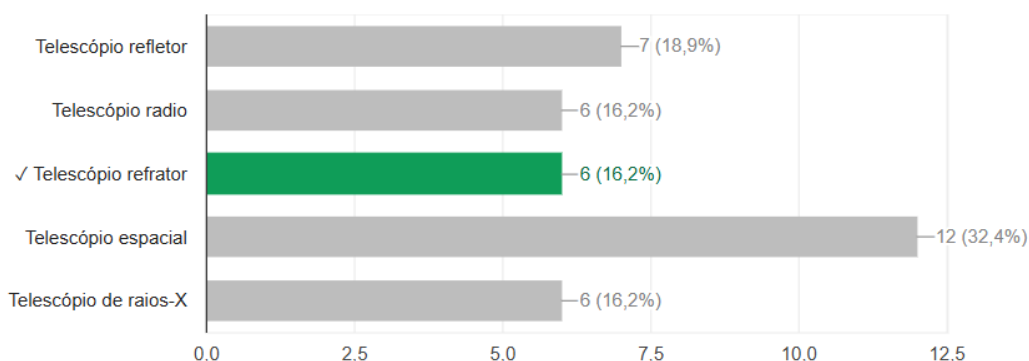
De forma semelhante, os Gráficos 9 e 10 demonstram a compreensão dos alunos sobre os eclipses. O Gráfico 9 revela que 48,6% dos estudantes selecionaram erroneamente "Eclipse Lunar" como resposta para a pergunta sobre o tipo de eclipse que ocorre quando a Lua passa entre a Terra e o Sol. Apenas 18,9% acertaram a resposta correta, "Eclipse Solar", evidenciando uma confusão conceitual entre os dois tipos de eclipses. Já no Gráfico 10, observa-se uma melhora significativa na compreensão, com 47,4% dos alunos acertando que um eclipse total solar ocorre quando a Lua passa diretamente entre o Sol e a Terra. No entanto, ainda há um número considerável de respostas incorretas, como os 28,9% que escolheram erroneamente a opção "Quando o Sol passa diretamente entre a Lua e a Terra".

Gráfico 11 – Resposta do pré-teste ao tipo de telescópio

Qual tipo de telescópio utiliza lentes para formar imagens?

 Copiar gráfico

6 / 37 respostas corretas

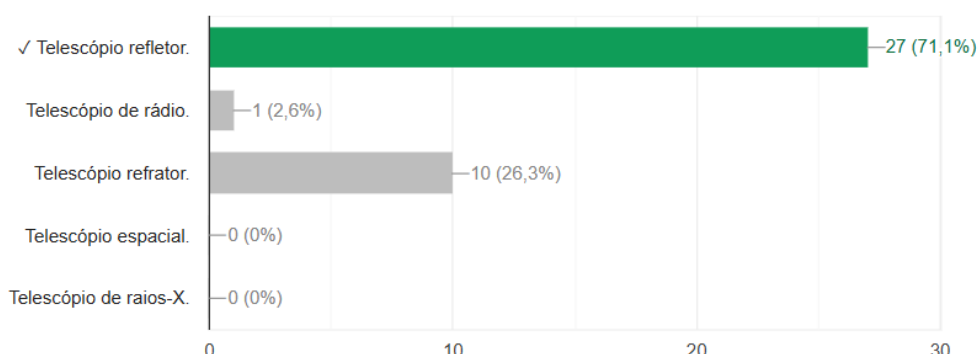


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Gráfico 12 – Resposta do pós-teste ao tipo de telescópio

Qual é o tipo de telescópio que usa espelhos para ampliar os objetos? Copiar gráfico

27 / 38 respostas corretas



Elaborado pelos autores (2025).

O Gráfico 11 mostra as respostas à pergunta sobre qual tipo de telescópio utiliza lentes para formar imagens. Apenas 16,2% dos alunos (6 de 37) selecionaram corretamente a opção "Telescópio refrator". A alternativa mais escolhida foi "Telescópio espacial", com 32,4% das respostas, o que indica que muitos alunos associam erroneamente a utilização de lentes à tecnologia de telescópios modernos enviados ao espaço.

Já o Gráfico 12 apresenta os resultados da questão sobre qual telescópio utiliza espelhos para ampliar objetos. Neste caso, 71,1% dos alunos (27 de 38) acertaram ao escolher "Telescópio refletor", evidenciando uma maior familiaridade com esse conceito. No entanto, 26,3% ainda confundiram essa categoria com os telescópios refratores, demonstrando uma lacuna na compreensão sobre a diferença entre os dois tipos de instrumentos ópticos.

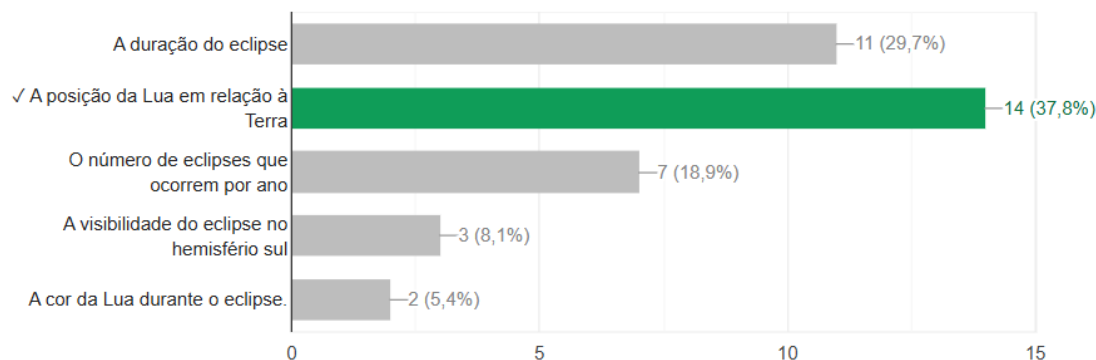
A comparação entre os dois gráficos revela que os alunos tiveram mais dificuldades em identificar corretamente o funcionamento dos telescópios refratores do que dos refletores. Esse padrão pode sugerir uma maior exposição aos telescópios refletores no ensino de astronomia ou uma confusão conceitual sobre o papel das lentes e dos espelhos na formação das imagens. Para aprimorar essa compreensão, recomenda-se o uso de atividades práticas, como demonstrações com lentes e espelhos, bem como o uso de simulações digitais para ilustrar o funcionamento dos diferentes tipos de telescópios.

Gráfico 13 – Resposta do pré-teste ao fenômeno do eclipse solar

Qual é a diferença entre um eclipse solar total e um eclipse solar parcial?

[Copiar gráfico](#)

14 / 37 respostas corretas



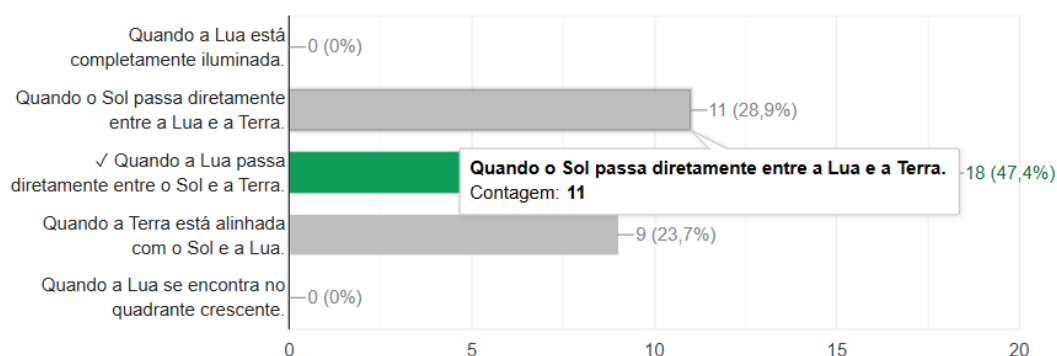
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Gráfico 14 – Resposta do pós-teste ao fenômeno do eclipse solar

Quando é possível observar um eclipse total solar?

[Copiar gráfico](#)

18 / 38 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A análise dos Gráficos 13 e 14 revela diferentes níveis de compreensão dos participantes sobre os eclipses solares. No Gráfico 13, que trata da diferença entre um eclipse solar total e um eclipse solar parcial, a alternativa correta ("A posição da Lua em relação à Terra") foi escolhida por 14 dos 37 participantes, representando 37,8% das respostas. No entanto, um número considerável de alunos, 11 ao todo (29,7%), marcou erroneamente a opção "A duração do eclipse", demonstrando certa dificuldade em distinguir os dois tipos de eclipse.

Já no Gráfico 14, que questiona quando é possível observar um eclipse solar total, a alternativa correta ("Quando a Lua passa diretamente entre o Sol e

a Terra") teve um índice de acerto maior, sendo escolhida por 18 dos 38 participantes, o que equivale a 47,4%. Ainda assim, uma quantidade significativa de alunos, 11 ao todo (28,9%), selecionou incorretamente a opção "*Quando o Sol passa diretamente entre a Lua e a Terra*", evidenciando alguma confusão sobre o alinhamento correto dos astros nesse fenômeno.

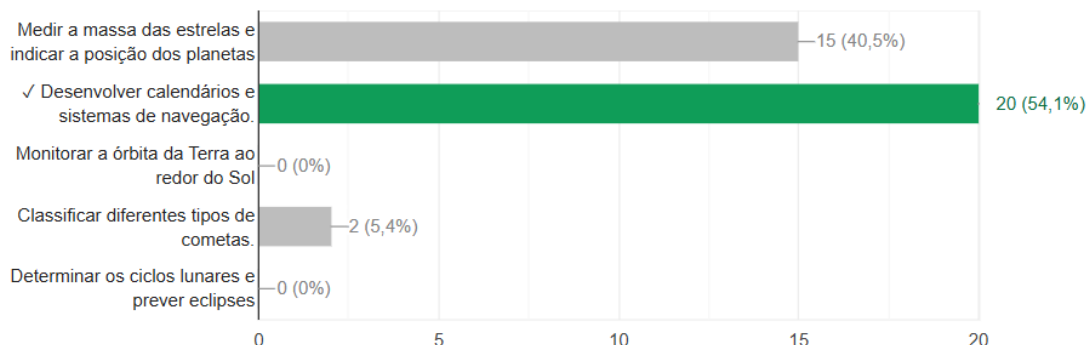
A comparação entre os dois gráficos sugere que os participantes demonstram um entendimento relativamente melhor sobre o momento exato em que ocorre um eclipse solar total do que sobre a diferença entre um eclipse total e um parcial. Esse resultado aponta para a necessidade de reforçar o ensino sobre as distinções entre os tipos de eclipse, possivelmente por meio de representações visuais ou atividades interativas que ilustrem como a sombra projetada pela Lua na Terra pode resultar em diferentes formas de eclipses.

Gráfico 15 – Resultado do pré-teste às constelações

As constelações foram utilizadas por civilizações antigas para:

 Copiar gráfico

20 / 37 respostas corretas

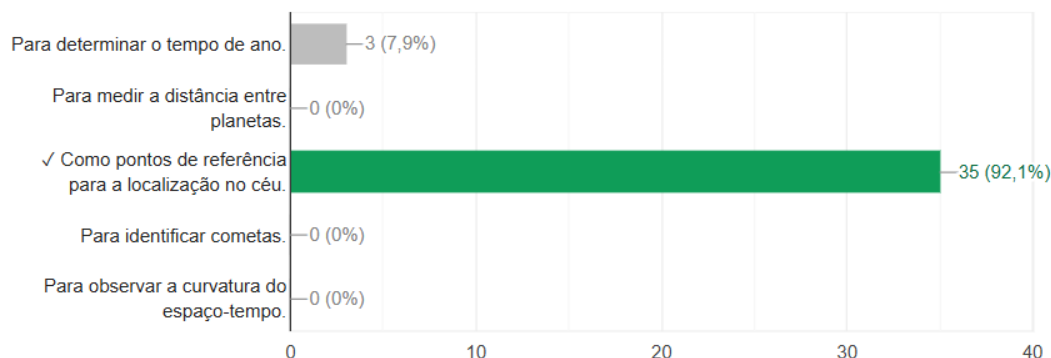


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Gráfico 16 – Resultado do pós-teste às constelações

Como as constelações são usadas na navegação?

35 / 38 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os Gráficos 15 e 16 abordam a importância das constelações para as civilizações antigas e sua utilização na navegação. No Gráfico 15, a maioria dos participantes (54,1%) reconheceu que as constelações eram usadas para desenvolver calendários e sistemas de navegação, enquanto 40,5% indicaram que serviam para medir a massa das estrelas e indicar a posição dos planetas. Já no Gráfico 16, a grande maioria (92,1%) acertou que as constelações são usadas como pontos de referência para a localização no céu, demonstrando um entendimento mais sólido sobre essa função específica. Apenas 7,9% associaram erroneamente as constelações à determinação do tempo do ano.

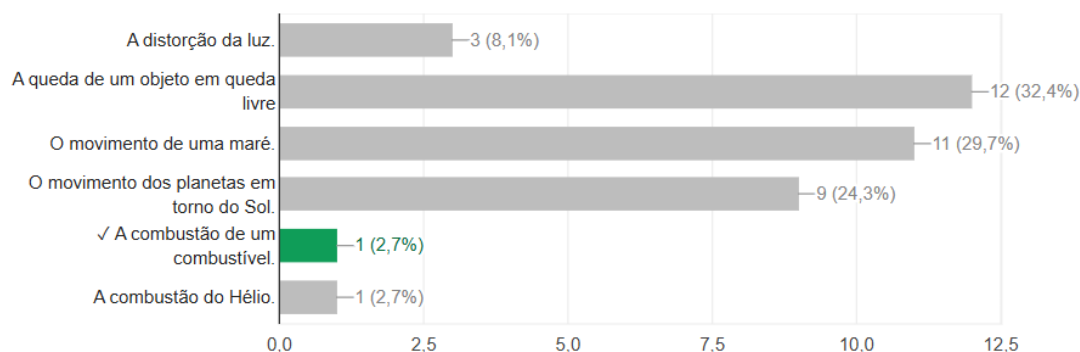
A comparação dos gráficos mostra que, embora muitos compreendam a relevância das constelações para a navegação, ainda há certa confusão sobre seus usos secundários. No Gráfico 15, a relação com calendários foi bem reconhecida, mas no Gráfico 16, a precisão da resposta correta foi ainda maior, sugerindo um entendimento mais consolidado sobre sua aplicação prática na navegação.

Gráfico 17 – Resposta do pré-teste à Lei da Gravitação Universal

Qual dos seguintes fenômenos não pode ser explicado pela Lei da Gravitação Universal?

 Copiar gráfico

1 / 37 respostas corretas



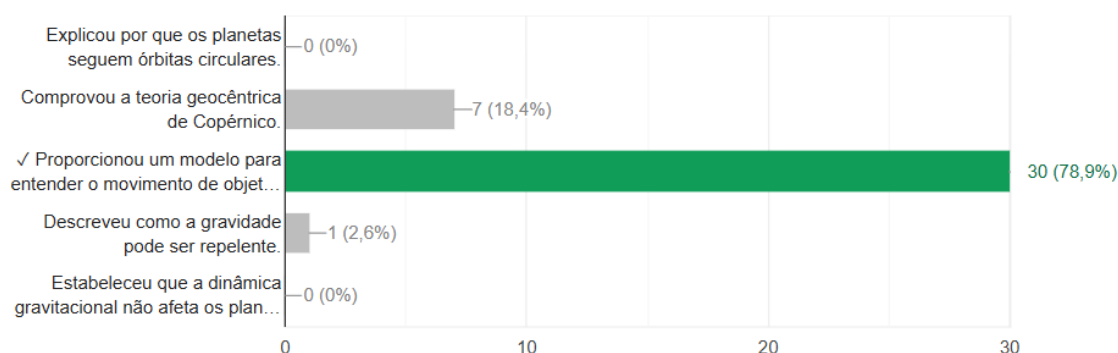
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Gráfico 18 – Resposta do pós-teste à Lei da Gravitação Universal

A Lei da Gravitação Universal de Newton foi importante porque:

 Copiar gráfico

30 / 38 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O Gráfico 17 apresenta as respostas à questão sobre qual dos fenômenos listados não pode ser explicado pela Lei da Gravitação Universal. Das 37 respostas, a alternativa correta, "A combustão de um combustível", foi escolhida apenas uma vez (2,7%). As respostas erradas foram distribuídas da seguinte forma: "A queda de um objeto em queda livre" teve 12 respostas (32,4%), "O movimento de uma maré" teve 11 respostas (29,7%), "O movimento dos planetas em torno do Sol" teve 9 respostas (24,3%), "A distorção da luz" teve 3 respostas (8,1%) e "A combustão do Hélio" teve 1 resposta (2,7%).

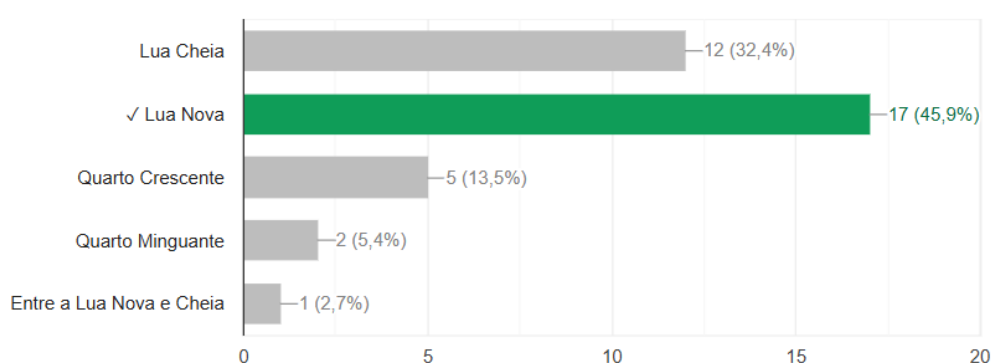
O Gráfico 18 analisa a importância da Lei da Gravitação Universal de Newton. Entre as 38 respostas, a maioria (30 respostas, ou 78,9%) escolheu corretamente a alternativa "Proporcionou um modelo para entender o movimento de objetos". Outras respostas foram: "Comprovou a teoria geocêntrica de Copérnico", com 7 respostas (18,4%); "Descreveu como a gravidade pode ser repelente", com 1 resposta (2,6%). Nenhum participante escolheu as alternativas "Explicou por que os planetas seguem órbitas circulares" ou "Estabeleceu que a dinâmica gravitacional não afeta os planetas".

Gráfico 19 – Resposta do pré-teste às fases da Lua

Qual fase da Lua ocorre quando a Lua está entre a Terra e o Sol?

[Copiar gráfico](#)

17 / 37 respostas corretas



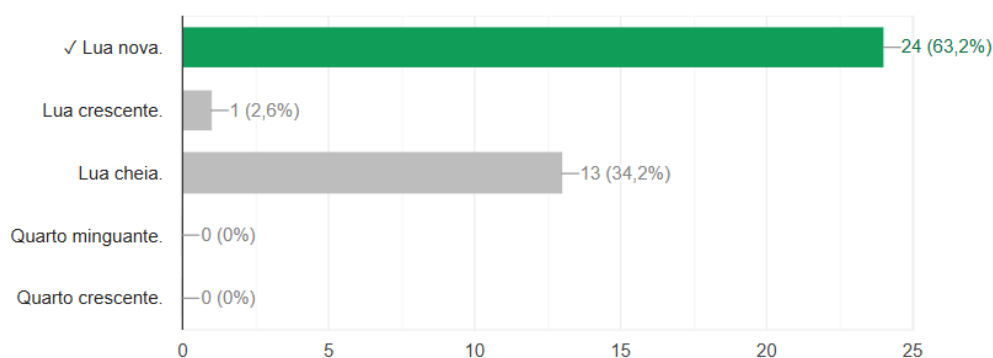
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Gráfico 20 – Resposta do pós-teste às fases da Lua

Qual das seguintes opções descreve corretamente a fase da Lua quando ela não está completamente iluminada?

[Copiar gráfico](#)

24 / 38 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

No Gráfico 19, a questão investiga qual fase da Lua ocorre quando ela está entre a Terra e o Sol. A resposta correta, "Lua Nova", foi escolhida por 45,9% (17 alunos), sendo a mais marcada. No entanto, uma quantidade significativa de alunos optou por "Lua Cheia" (32,4% - 12 alunos), demonstrando uma confusão conceitual. Isso sugere que muitos estudantes não compreendem que, na Lua Cheia, a Terra está entre a Lua e o Sol, e não o contrário.

Já no Gráfico 20, a questão buscava identificar corretamente uma fase da Lua que não está completamente iluminada. A resposta correta, "Lua Nova", foi assinalada por 63,2% (24 alunos), indicando um maior nível de compreensão. No entanto, 34,2% (13 alunos) escolheram "Lua Cheia", o que representa um erro conceitual significativo, uma vez que a Lua Cheia é justamente a fase em que ela está completamente iluminada.

A comparação entre os dois gráficos revela um padrão interessante: enquanto no Gráfico 19 muitos alunos confundem a posição da Lua na fase Nova com a fase Cheia, no Gráfico 20 há um grupo que erroneamente acredita que a Lua Cheia não é completamente iluminada. Esse erro pode decorrer de um ensino deficiente sobre a iluminação lunar ou de uma interpretação equivocada do conceito de "iluminação completa".

Além disso, a diferença percentual entre os acertos das duas questões sugere que os alunos têm uma noção um pouco mais clara sobre a ausência de iluminação na Lua Nova do que sobre a relação espacial entre os astros durante as fases lunares.

Para melhorar essa compreensão, seria interessante utilizar representações visuais (como simulações e modelos tridimensionais), além de experimentos práticos que mostrem como a luz do Sol incide sobre a Lua em diferentes posições orbitais.

Em resumo, os dois gráficos evidenciam que, apesar de um bom número de acertos, ainda há confusões persistentes sobre a dinâmica lunar, especialmente no que diz respeito à relação entre a posição da Lua e sua iluminação aparente.

Assim como na análise anterior, observa-se que a abordagem pedagógica foi determinante para a melhoria do desempenho dos alunos. Contudo, os equívocos iniciais demonstram a necessidade de reforçar conceitos fundamentais desde os anos iniciais da educação, utilizando recursos didáticos variados, como simulações, experimentos práticos e ilustrações interativas, a fim de garantir uma assimilação mais sólida dos conteúdos científicos.

A eficácia da intervenção didática fica evidente pela melhora nos resultados, mas a persistência de erros específicos indica a necessidade de um reforço pedagógico complementar. Recomenda-se a implementação de novas estratégias didáticas, como experimentos práticos, simulações computacionais e atividades interativas, que possam reforçar a compreensão dos conceitos fundamentais da gravitação. Dessa forma, será possível consolidar o aprendizado dos alunos e minimizar equívocos conceituais remanescentes.

A análise desses resultados encontra respaldo na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que enfatiza a importância de novos conhecimentos serem integrados à estrutura cognitiva dos alunos de maneira organizada e significativa. Os quadrinhos utilizados como ferramenta educacional desempenham um papel fundamental nesse processo, ao apresentar conceitos astronômicos de forma visual, concreta e contextualizada, facilitando a assimilação e a retenção dos conteúdos pelos estudantes.

Jean Piaget, em sua teoria do desenvolvimento cognitivo, também oferece uma base sólida para a interpretação dos resultados. Segundo Piaget, alunos do ensino médio encontram-se predominantemente na fase operatória formal, caracterizada pela capacidade de pensar abstratamente e resolver problemas complexos. No entanto, para que esses alunos alcancem um entendimento mais aprofundado, é essencial que os conceitos abstratos, como os da astronomia, sejam apresentados inicialmente por meio de representações concretas e intuitivas, como os quadrinhos. Essa abordagem respeita o processo de construção ativa do conhecimento, central na teoria piagetiana.

Além das fundamentações teóricas, os resultados dialogam com os documentos normativos e teóricos relacionados ao ensino de astronomia no Brasil, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC destaca a necessidade de promover competências como o pensamento crítico, a resolução

de problemas e a compreensão do universo como um sistema integrado. O uso de quadrinhos como recurso pedagógico está alinhado com essas diretrizes, ao fomentar o interesse dos alunos e facilitar o entendimento de conteúdos complexos.

Outros documentos, como as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, reforçam a importância de abordagens interdisciplinares e inovadoras para a promoção de aprendizagens significativas. A utilização de quadrinhos atende a essa recomendação, ao integrar elementos de arte, história e ciência, oferecendo uma experiência de aprendizado rica e motivadora.

Portanto, os resultados obtidos no pós-teste não apenas refletem a eficácia do produto educacional, mas também ilustram como metodologias baseadas em fundamentos teóricos e alinhadas aos documentos normativos podem transformar o ensino de astronomia, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa evidenciou que, apesar do acesso à informação e das abordagens pedagógicas utilizadas no ensino de astronomia no ensino médio, ainda há lacunas significativas na compreensão dos fenômenos que nos rodeiam.

A elaboração de uma sequência didática estruturada foi essencial para o sucesso do processo de ensino e aprendizagem na turma do primeiro ano do ensino médio, evidenciado pelos resultados positivos obtidos. Este capítulo busca consolidar as principais contribuições deste trabalho, destacando a relevância do uso de histórias em quadrinhos (HQs) como recurso pedagógico no ensino de astronomia.

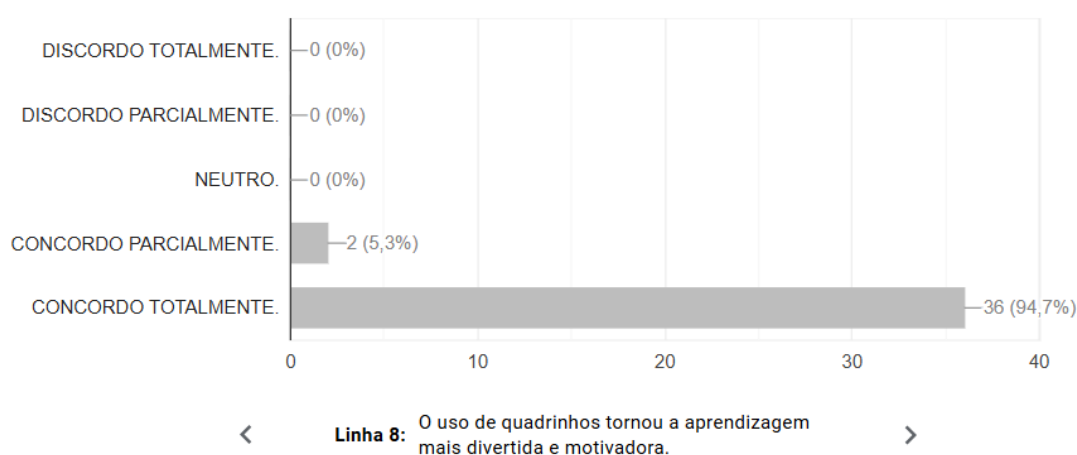
As etapas da sequência didática foram desenvolvidas com base em teorias clássicas da aprendizagem, como as de David Ausubel e Jean Piaget, aliadas às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Esse planejamento integrado buscou facilitar a compreensão de fenômenos astronômicos como o sistema solar, as fases da lua, eclipses e constelações. A adoção das HQs promoveu um aprendizado mais lúdico, estimulante e significativo, conforme apontaram os dados obtidos na escala Likert aplicada aos estudantes. As respostas majoritariamente positivas indicam que os alunos consideraram o uso das HQs eficaz na compreensão dos conteúdos, na conexão com suas vivências e no incentivo à participação ativa nas atividades.

A relação entre a aprendizagem significativa de Ausubel e o uso de HQs se mostrou central. As HQs facilitaram a assimilação de conceitos complexos de forma visual e narrativa, auxiliando na construção de esquemas mentais, como destacado por Piaget. Essa abordagem permitiu que os estudantes estabelecessem conexões entre os conteúdos e suas experiências prévias, potencializando o processo educativo.

Os resultados também reforçam a importância de práticas pedagógicas que dialoguem com o contexto e as necessidades dos alunos. O uso das HQs ampliou o interesse, a motivação e a compreensão dos estudantes, além de ter sido percebido como um recurso versátil, com potencial de aplicação em outras

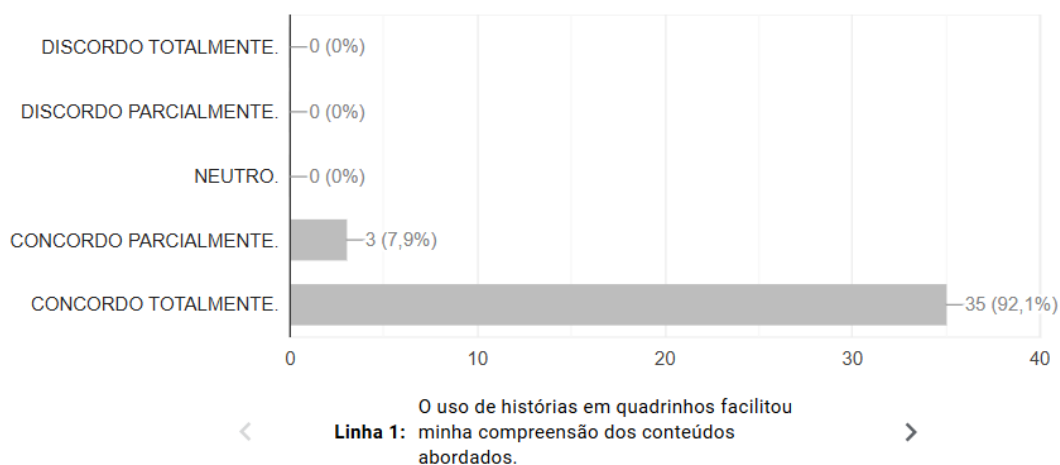
áreas do conhecimento. As respostas positivas na escala Likert, como é possível visualizarmos na Figuras 8, 9 e 10 refletem que o uso desse recurso contribuiu para tornar o aprendizado mais divertido, significativo e motivador.

Figura 8 – Resposta dos alunos na escala Likert parte 1



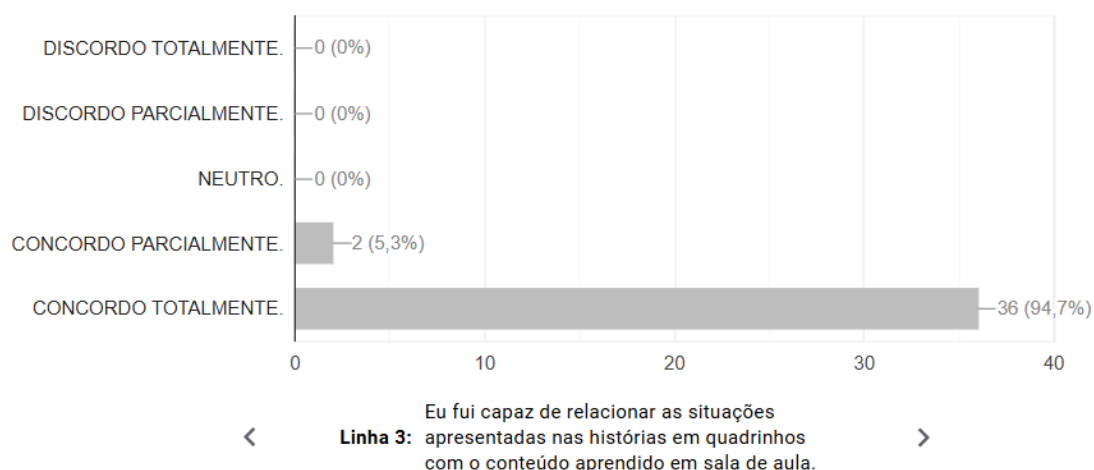
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 9 – Resposta dos alunos na escala Likert parte 2



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 10 – Resposta dos alunos na escala Likert parte 3



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os dados coletados por meio das questões analisadas revelaram padrões de erros que indicam concepções alternativas persistentes, como a confusão entre as fases lunar cheia e nova e a interpretação equivocada sobre a relação entre a gravitação e o movimento dos astros.

No que se refere à Lei da Gravitação Universal, observou-se que a maioria dos alunos compreendeu sua importância como modelo explicativo do movimento dos corpos celestes, mas uma parcela ainda apresenta dificuldades na diferenciação entre conceitos gravitacionais e modelos cosmológicos históricos. Esse resultado reforça a necessidade de metodologias ativas que promovam a construção do conhecimento de maneira mais significativa, utilizando, por exemplo, simulações interativas e experimentações didáticas que ilustrem os efeitos da gravidade. Além disso, a análise dos gráficos revelou que, embora a alternativa correta tenha sido majoritariamente escolhida, um percentual significativo de estudantes demonstrou concepções equivocadas, sugerindo que a internalização do conceito ainda não é completa e demanda intervenções pedagógicas mais aprofundadas.

Em relação às fases da Lua, os gráficos demonstraram que muitos estudantes ainda possuem dificuldades em relacionar a posição relativa entre a Terra, a Lua e o Sol com a iluminação observada da superfície lunar. A confusão entre as fases cheia e nova evidencia a necessidade de reforço conceitual, possivelmente por meio de atividades que envolvam modelos tridimensionais e observações diretas do céu. Além disso, os erros observados indicam que alguns

alunos interpretam as fases da Lua com base em percepções intuitivas, o que sugere a importância de estratégias que promovam o pensamento crítico e a experimentação prática para consolidar esses conhecimentos.

Dessa forma, os resultados obtidos nesta pesquisa apontam para a importância de repensar estratégias didáticas no ensino de astronomia. A utilização de abordagens visuais e interativas pode ser fundamental para mitigar dificuldades conceituais e proporcionar um aprendizado mais sólido e duradouro. A inclusão de atividades experimentais, como o uso de modelos físicos e simulações computacionais, pode favorecer a compreensão e evitar interpretações errôneas. Além disso, a investigação sugere que avaliações diagnósticas contínuas podem auxiliar na identificação de padrões de erro e na adaptação das práticas pedagógicas às necessidades específicas dos alunos.

Outro ponto relevante identificado na análise dos dados é a importância da contextualização do ensino de astronomia dentro da realidade dos alunos. A introdução de exemplos práticos e situações do cotidiano pode facilitar a assimilação dos conceitos, tornando-os mais próximos e compreensíveis. Projetos interdisciplinares, que integrem astronomia a outras disciplinas, como física e matemática, podem contribuir significativamente para um ensino mais abrangente e eficaz. Assim, a aprendizagem torna-se mais envolvente e conectada com outras áreas do conhecimento.

Além disso, a pesquisa destaca a necessidade de formação continuada para os docentes, possibilitando a adoção de metodologias mais dinâmicas e adaptáveis às dificuldades dos estudantes. Oficinas e cursos voltados para o aprimoramento das práticas pedagógicas podem fornecer ferramentas valiosas para que os professores explorem novas formas de ensino, incentivando uma participação mais ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Essa formação também poderia auxiliar na desconstrução de concepções errôneas e na elaboração de materiais didáticos mais acessíveis e eficazes.

Em síntese, este trabalho evidencia que metodologias inovadoras, como o uso de HQs no ensino de astronomia, têm o potencial de enriquecer a prática pedagógica. Os resultados obtidos não apenas validam a eficácia da sequência didática, como também oferecem subsídios para que outros educadores explorem abordagens semelhantes em seus contextos de ensino.

Por fim, recomendamos que futuras pesquisas explorem a relação entre diferentes abordagens didáticas e sua eficácia na superação dessas dificuldades conceituais, visando um ensino mais eficiente e acessível da astronomia nas escolas. A realização de estudos longitudinais poderia fornecer dados mais aprofundados sobre a evolução do aprendizado dos estudantes e a efetividade das metodologias aplicadas ao longo do tempo. Dessa maneira, será possível desenvolver estratégias educacionais cada vez mais alinhadas com as necessidades e desafios enfrentados no ensino de astronomia, garantindo uma formação científica mais consistente e significativa para os alunos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S.; MENEZES, M. C. F. A história da Astronomia nos livros de ciências naturais dos anos finais do ensino fundamental do PNLD 2017-2019. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.13, n. 2, p. 75-98, 2020.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Editora, 2000.
- BERRETT, D. **Active Learning Techniques: A Practical Guide for Educators**. 2. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2019.
- BOLLER, J. **The Future of Learning: Technologies and Strategies**. 1. ed. New York: Routledge, 2016.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 08 dez. 2024.
- BROWN, S. **The Sun: Our Nearest Star**. New York: HarperCollins, 1998. p. 62.
- CARROLL, B.; OSTLIE, D. **An Introduction to Modern Astrophysics**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. p. 501.
- COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; VALLS, E. **O construtivismo na sala de aula**. 10. ed. São Paulo: Ática, 2014.
- EISNER, W. **Quadrinhos e arte sequencial: princípios e práticas do lendário cartunista**; tradução BORGES, L. C; BOIDE, A. - 4ª.ed.- São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2010.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GALILEU, G. **Sidereus Nuncius**. Veneza: Tommaso Baglioni, 1610. p. 35.
- GAMOW, G. **The Origin of the Elements and the Separation of Galaxies**. Physical Review, v. 74, n. 4, 1948. p. 189.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Fundamentos de Física**. 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014, v. 2.
- HAWKING, S. **O Universo Numa Casca de Noz**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001. p. 21.
- KEPLER, J. **Harmonices Mundi**. Linz: Johann Planck, 1619. p. 42.

LEITE, L. H. **Histórias em Quadrinhos na Educação: Estimulando a Imaginação e a Criatividade**. São Paulo: Editora Educação Criativa, 2015.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIMA, B. S. L. **Astronomia no ensino de ciências: a construção de uma sequência didático-pedagógica a partir da análise dos livros didáticos de ciências**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, da Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

LLC, C. P. **Software Gratuito de Storyboard** — Criador de Storyboard Online | StoryboardThat. Disponível em: <<https://www.storyboardthat.com/pt>>. Acesso em: 30 jul. 2023.

MARCHI, S. E. G.; MAMAN, A. S. De; BORRAGINI, E. F.; KERBER, J. C.; HAETINGER, W. **Ensino de astronomia: cenários da prática docente no ensino fundamental**. 1 dez. 2013.

MARZANO, R. J. **The Art and Science of Teaching: A Comprehensive Framework for Effective Instruction**. 1. ed. Alexandria: ASCD, 2007.

McCLOUD, S. **Desvendando os quadrinhos**. 2. ed. São Paulo: M. Books do Brasil, 2005.

MEIRIEU, P. **A didática como uma arte de ensinar**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1996.

NEWTON, I. **Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica**. Londres: Royal Society, 1687. p. 115.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica**, v. 1: mecânica. 5. São Paulo: Blucher, 2013.

PIAGET, J. **A epistemologia genética**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1970.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PIMENTA, S. G.; LIMA, L. C. **O ensino e suas práticas**. São Paulo: Editora Cortez, 2010.

RAMOS, J.; SANTOS, H. **Histórias em quadrinhos no ensino de ciências: uma proposta pedagógica**. Porto Alegre: Edipucrs, 2018.

RIBEIRO, M. J. **História da ciência: uma abordagem interdisciplinar**. São Paulo: Editora Cultural, 2020.

SAGAN, C. **O Pálido Ponto Azul: Uma Visão do Futuro da Humanidade no Espaço**. Rio de Janeiro: Editora Record, 1997.

SANTOS, M. F. **Educação e prática pedagógica: desafios contemporâneos**. São Paulo: Editora Unesp, 2017.

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W. **Física II**. 12. ed., São Paulo: PEARSON, 2008, v. 2.

SILVA, C. M. & GATTI, B. F. **Práticas pedagógicas: saberes e fazeres**. São Paulo: Editora Papirus, 2018.

SIMON, M. **The Sun and its Phenomena**. Princeton: Princeton University Press, 2018. p. 87.

STORYBOARD THAT. **About Us**. Disponível em: [Storyboard That](#). Acesso em: 12 out. 2024.

WIGGINS, G. P. & MCTIGHE, J. **Understanding by Design**. 2. ed. Alexandria: ASCD, 2011.

TIPLER, P; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014, v 1.

TYSON, N. **Astrophysics for People in a Hurry**. New York: Norton, 2017. p. 45.

ZANINI, M.; SILVA, A. **HQs no ensino de ciências: práticas e possibilidades pedagógicas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2020.

APÊNDICE A – Perguntas do pré-teste

	E.E.M. JOSÉ LEOPOLDINO DA SILVA – UV4			
	Pesquisa Acadêmica	Física		
	Avaliação de Pré-teste			Gravitação
	NOME: _____ Nº: _____			
SÉRIE: 1º ANO. TURMA: _____ TURNO: _____		DATA: ____/____/____		

1. As constelações foram utilizadas por civilizações antigas para:

- A) Medir a massa das estrelas e indicar a posição dos planetas
- B) Desenvolver calendários e sistemas de navegação.
- C) Monitorar a órbita da Terra ao redor do Sol.
- D) Classificar diferentes tipos de cometas.
- E) Determinar os ciclos lunares e prever eclipses.

2. Quem foi o primeiro a propor um modelo heliocêntrico na antiguidade, antes de Copérnico?

- A) Platão.
- B) Aristóteles.
- C) ~~Hiparco~~ Hiparco.
- D) Arquimedes.
- E) Aristarco de Samos.

3. Qual fenômeno astronômico é responsável pela alternância entre dia e noite na Terra?

- A) A rotação da Terra em torno de seu eixo.
- B) A translação da Terra ao redor do Sol.
- C) As fases da Lua.
- D) A precessão dos equinócios.
- E) A gravidade das estrelas.

4. Quem foi o astrônomo que melhorou o telescópio e fez importantes descobertas, como as luas de Júpiter?

- A) Johannes Kepler.
- B) Galileu Galilei.
- C) Isaac Newton.
- D) Tycho ~~Brahe~~ Brahe.
- E) Edwin Hubble.

5. Qual tipo de telescópio utiliza lentes para formar imagens?

- A) Telescópio refletor.
- B) Telescópio radio.
- C) Telescópio refrator.
- D) Telescópio espacial.
- E) Telescópio de raios-X.

6. Na fase de Lua Cheia, como está a posição da Lua em relação à Terra e ao Sol?

- A) A Lua está entre a Terra e o Sol.
- B) A Lua está oposta ao Sol em relação à Terra.
- C) A Lua está acima do Sol.
- D) A Lua está abaixo da Terra.
- E) A Lua está em conjunção com Marte.

7. Qual fase da Lua ocorre quando a Lua está entre a Terra e o Sol?

- A) Lua Cheia.
- B) Lua Nova.
- C) Quarto Crescente.
- D) Quarto Minguante.
- E) ~~Lua Gibbosa~~ Lua Gibbosa.

8. Quais dos seguintes grupos incluem todos os planetas do sistema solar em ordem a partir do mais próximo do Sol?

- A) Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno.
- B) Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Netuno, Plutão.
- C) Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno, Plutão.
- D) Mercúrio, Vênus, Terra, Júpiter, Saturno, Plutão, Netuno.
- E) Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno, Vênus, Mercúrio.

9. Por que Plutão foi reclassificado como um "planeta anão" em 2006, deixando de ser considerado um planeta do sistema solar?

- A) Porque Plutão não possui luas.
- B) Porque Plutão não orbita o Sol.
- C) Porque Plutão não limpa a sua órbita de outros objetos.
- D) Porque Plutão não tem uma superfície sólida.
- E) Porque Plutão já era considerado um Planeta Anão pela comunidade astronômica.

10. Qual é a diferença entre um eclipse solar total e um eclipse solar parcial?

- A) A duração do eclipse.
- B) A posição da Lua em relação à Terra.
- C) O número de eclipses que ocorrem por ano.
- D) A visibilidade do eclipse no hemisfério sul.
- E) A cor da Lua durante o eclipse.

11. Qual é o principal tipo de eclipse que ocorre quando a Lua passa entre a Terra e o Sol?

- A) Eclipse Lunar.
- B) Eclipse Solar.
- C) Eclipse Total.
- D) Eclipse Parcial.
- E) Eclipse Parcial Lunar.

12. O que são manchas solares?

- A) Áreas mais quentes na superfície do Sol
- B) Fluxos de plasma
- C) Explosões solares
- D) Raios cósmicos
- E) Áreas mais frias na superfície do Sol

13. Qual das seguintes opções lista corretamente as camadas do Sol, da mais interna para a mais externa?

- A) Núcleo, Zona radiativa, Fotosfera, Zona convectiva, Coroa, Fotosfera.
- B) Fotosfera, Zona convectiva, Núcleo, Zona radiativa, Coroa.
- C) Núcleo, Zona radiativa, Zona convectiva, Fotosfera, Coroa.
- D) Coroa, Zona radiativa, Núcleo, Fotosfera, Zona convectiva
- E) Zona convectiva, Coroa, Fotosfera, Núcleo, Zona radiativa

14. Qual é a principal razão pela qual o modelo geocêntrico foi gradualmente abandonado?

- A) Não explicava as fases da Lua.
- B) Era muito complexo.
- C) Não considerava o movimento dos asteroides.
- D) Não era compatível com observações astronômicas.
- E) Não incluía a gravidade.

15. Qual dos seguintes cientistas desenvolveu as leis do movimento planetário que confirmaram o modelo heliocêntrico?

- A) Galileu Galilei
- B) Isaac Newton

C) Johannes Kepler.

D) Tycho Brahe.

E) Ptolomeu.

16. No modelo heliocêntrico, como os planetas se movem em relação ao Sol?

- A) Em órbitas circulares perfeitas.
- B) Em órbitas elípticas e Sol ocupa um dos focos da elipse.
- C) Em órbitas circulares imperfeitas.
- D) Em órbitas irregulares.
- E) Em linha reta.

17. Quem foi o principal cientista que utilizou as Leis de Kepler para desenvolver a teoria da gravitação universal?

- A) Galileu Galilei.
- B) Isaac Newton.
- C) Tycho Brahe.
- D) Nicolau Copérnico.
- E) Albert Einstein.

18. Qual é a forma da órbita dos planetas, segundo a primeira lei de Kepler?

- A) Circular.
- B) Hipérbole.
- C) Parabólica.
- D) Esfera.
- E) Elíptica.

19. Qual dos seguintes fenômenos não pode ser explicado pela Lei da Gravitação Universal?

- A) A distorção da luz.
- B) A queda de um objeto em queda livre.
- C) O movimento de uma maré.
- D) O movimento dos planetas em torno do Sol.
- E) A combustão de um combustível.

20. Qual é a formulação da Lei da Gravitação Universal de Newton?

- A) $F = ma$
- B) $F = G \cdot (m_1 \cdot m_2) / r^2$
- C) $F = m_1 + m_2$
- D) $F = G \cdot (m_1 - m_2) / r^2$
- E) $F = m \cdot v$

APÊNDICE B – Perguntas do pós-teste

	E.E.M. JOSÉ LEOPOLDINO DA SILVA – UV4			
	Pesquisa Acadêmica	Física		
	Avaliação após Aplicação			Gravitação
	NOME: _____ Nº: _____			
SÉRIE: 1º ANO. TURMA: _____ TURNO: _____		DATA: ____/____/____		

1. Quem foi o filósofo que propôs que a Terra estava no centro do universo (modelo geocêntrico)?
 - a) Aristóteles.
 - b) Copérnico.
 - c) Kepler.
 - d) Ptolomeu.
 - e) Galileu.
2. Como os antigos gregos explicavam a movimentação dos planetas?
 - a) Movimento aleatório.
 - b) Órbitas circulares com a Terra no centro.
 - c) Órbitas elípticas ao redor do Sol.
 - d) Movimentos erráticos sem explicação.
 - e) Sistemas solares com a Lua como centro.
3. A constelação de Órion é associada a qual característica?
 - a) A maior estrela do céu.
 - b) Uma nebulosa que forma uma estrela nova.
 - c) O centro do sistema solar.
 - d) Uma linha imaginária de equinócio.
 - e) A representação de um caçador mitológico.
4. Como as constelações são usadas na navegação?
 - a) Para determinar o tempo de ano.
 - b) Para medir a distância entre planetas.
 - c) Como pontos de referência para a localização no céu.
 - d) Para identificar cometas.
 - e) Para observar a curvatura do espaço-tempo.
5. Qual telescópio é usado para observar o céu sem ser afetado pela atmosfera terrestre?
 - a) Telescópio refrator.
 - b) Telescópio de raios gama.
 - c) Telescópio de rádio.
 - d) Telescópio espacial.
 - e) Telescópio raios-X.
6. Qual é o tipo de telescópio que usa espelhos para ampliar os objetos?
 - a) Telescópio refletor.
 - b) Telescópio de rádio.
 - c) Telescópio refrator.
 - d) Telescópio espacial.
 - e) Telescópio de raios-X.
7. Durante a fase da Lua chamada "Lua gibosa", qual das afirmações é verdadeira?
 - a) A Lua tem mais da metade iluminada, mas ainda não está cheia.
 - b) A Lua está entre a Terra e o Sol.
 - c) A Lua está completamente iluminada.
 - d) A Lua tem menos da metade iluminada.
 - e) A Lua não é visível da Terra.
8. Qual das seguintes opções descreve corretamente a fase da Lua quando ela não está completamente iluminada?
 - a) Lua nova.
 - b) Lua crescente.
 - c) Lua cheia.
 - d) Quarto minguante.
 - e) Quarto crescente.
9. O que ocorre durante um eclipse lunar?
 - a) A Lua bloqueia a luz do Sol.
 - b) A Terra bloqueia a luz do Sol para a Lua.
 - c) A Lua reflete a luz da Terra.
 - d) O Sol se oculta atrás da Lua.
 - e) A Terra passa entre a Lua e o Sol.
10. Quando é possível observar um eclipse total solar?
 - a) Quando a Lua está completamente iluminada.
 - b) Quando a Sol passa diretamente entre o Sol e a Terra.
 - c) Quando a Lua passa diretamente entre o Sol e a Terra.
 - d) Quando a Terra está alinhada com o Sol e a Lua.
 - e) Quando a Lua se encontra no quadrante crescente.
11. O que o modelo heliocêntrico propõe sobre a órbita da Terra?
 - a) Telescópio refletor.
 - b) Telescópio de rádio.
 - c) Telescópio refrator.
 - d) Telescópio espacial.
 - e) Telescópio de raios-X.

- a) A Terra é o centro do Universo.
- b) A Terra gira em torno da Lua.
- c) Terra gira em torno do Sol numa órbita circular.
- d) A Terra gira em torno do Sol numa órbita elíptica.
- e) A Terra permanece parada no centro do Universo.

12. A teoria heliocêntrica foi inicialmente rejeitada por quê?

- a) Não havia evidências suficientes e desafiava a visão religiosa dominante.
- b) Era incompatível com as observações de Galileu.
- c) O modelo geocêntrico já estava amplamente aceito na época.
- d) Devido ao movimento central da Terra.
- e) Não levava em conta a força gravitacional.

13. O que ocorre no núcleo do Sol?

- a) Fusão nuclear de hidrogênio em hélio.
- b) Fissão nuclear de hélio em hidrogênio.
- c) Reações químicas que produzem energia térmica.
- d) Processos químicos que formam gases pesados.
- e) Emissão de radiação por fenômenos geomagnéticos.

14. Qual camada do Sol é responsável pela produção da luz visível?

- a) Núcleo.
- b) Coroa.
- c) Cromosfera.
- d) Fotosfera.
- e) Zona convectiva.

15. O que é necessário para ocorrer um eclipse solar total?

- a) A Lua deve estar em sua fase crescente.
- b) A Lua deve estar em sua fase nova, com alinhamento perfeito entre a Terra, a Lua e o Sol.
- c) A Terra deve se mover para uma posição onde bloqueia completamente a luz do Sol.
- d) A Lua deve estar em sua fase cheia.
- e) O Sol deve estar em um estado de mínima atividade solar.

16. Qual é a diferença entre um eclipse solar e um eclipse lunar?

- a) No eclipse solar, a Terra bloqueia a luz do Sol; no eclipse lunar, a Lua bloqueia a luz da Terra.
- b) No eclipse solar, o Sol se esconde atrás da Terra; no eclipse lunar, a Lua se esconde atrás do Sol.
- c) No eclipse solar, o Sol se move em direção à Lua; no eclipse lunar, a Lua se move em direção à Terra.
- d) No eclipse solar, a Terra fica na frente do Sol; no

eclipse lunar, a Lua fica entre o Sol e a Terra.
e) No eclipse solar, a Lua bloqueia a luz do Sol; no eclipse lunar, a Terra bloqueia a luz da Lua.

17. O que afirma a primeira lei de Kepler, conhecida como Lei das Órbitas?

- a) Os planetas se movem em órbitas circulares com o Sol no centro.
- b) As órbitas dos planetas são sempre elípticas e variáveis.
- c) Os planetas se movem em órbitas retangulares, com a Terra no centro.
- d) Os planetas se movem em órbitas elípticas, com o Sol localizado em um dos focos.
- e) Todos os planetas têm uma órbita perfeitamente circular ao redor do Sol.

18. A segunda lei de Kepler, ou Lei das Áreas, implica que:

- a) Os planetas se movem com velocidade constante em suas órbitas.
- b) A velocidade de um planeta varia dependendo da sua distância do Sol, movendo-se mais rapidamente quando está no afélio.
- c) Os planetas se movem mais devagar à medida que se aproximam do Sol.
- d) A linha que conecta o planeta à estrela de seu sistema varre áreas desiguais.
- e) A linha que conecta um planeta ao Sol varre a mesma área em intervalos de tempo iguais.

19. A Lei da Gravitação Universal de Newton afirma que a força gravitacional entre dois corpos é:

- a) Inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os corpos.
- b) Diretamente proporcional à distância entre os corpos.
- c) Inversamente proporcional à massa dos corpos.
- d) Proporcional à soma das massas dos corpos.
- e) Inversamente proporcional à massa do corpo mais pesado.

20. A Lei da Gravitação Universal de Newton foi importante porque:

- a) Explicou por que os planetas seguem órbitas circulares.
- b) Comprovou a teoria geocêntrica de Copérnico.
- c) Proporcionou um modelo para entender o movimento de objetos em queda livre.
- d) Descreveu como a gravidade pode ser repelente.
- e) Estabeleceu que a dinâmica gravitacional não afeta os planetas.

APÊNDICE C – Escala de Likert

	E.E.M. JOSÉ LEOPOLDINO DA SILVA – UV4		
	Pesquisa Acadêmica	Física	
	Escala de Likert	Gravitação	
	NOME: _____ Nº: _____		
SÉRIE: 1º ANO. TURMA: _____ TURNO: _____		DATA: ____/____/____	

1 - O uso de histórias em quadrinhos facilitou minha compreensão dos conteúdos abordados.

- 1 - Discordo totalmente.
- 2 - Discordo parcialmente.
- 3 - Neutro.
- 4 - Concordo parcialmente.
- 5 - Concordo totalmente.

2 - As histórias em quadrinhos tornaram o aprendizado mais interessante e envolvente.

- 1 - Discordo totalmente.
- 2 - Discordo parcialmente.
- 3 - Neutro.
- 4 - Concordo parcialmente.
- 5 - Concordo totalmente.

3- Eu fui capaz de relacionar as situações apresentadas nas histórias em quadrinhos com o conteúdo aprendido em sala de aula.

- 1 - Discordo totalmente.
- 2 - Discordo parcialmente.
- 3 - Neutro.
- 4 - Concordo parcialmente.
- 5 - Concordo totalmente.

4 - As histórias em quadrinhos ajudaram a tornar conceitos complexos mais fáceis de entender.

- 1 - Discordo totalmente.
- 2 - Discordo parcialmente.
- 3 - Neutro.
- 4 - Concordo parcialmente.
- 5 - Concordo totalmente.

5- O uso de quadrinhos como recurso de ensino incentivou minha participação nas atividades de aprendizagem.

- 1 - Discordo totalmente.
- 2 - Discordo parcialmente.
- 3 - Neutro.
- 4 - Concordo parcialmente.
- 5 - Concordo totalmente.

6 - Eu senti que as histórias em quadrinhos promoveram um aprendizado mais significativo, conectando as informações com minha vida cotidiana.

- 1 - Discordo totalmente
- 2 - Discordo parcialmente
- 3 - Neutro
- 4 - Concordo parcialmente
- 5 - Concordo totalmente

7- As histórias em quadrinhos ajudaram a melhorar minha compreensão sobre o uso de diferentes mídias para aprender.

- 1 - Discordo totalmente
- 2 - Discordo parcialmente
- 3 - Neutro
- 4 - Concordo parcialmente
- 5 - Concordo totalmente

8- O uso de quadrinhos tornou a aprendizagem mais divertida e motivadora.

- 1 - Discordo totalmente
- 2 - Discordo parcialmente
- 3 - Neutro
- 4 - Concordo parcialmente
- 5 - Concordo totalmente

9- As histórias em quadrinhos contribuíram para uma melhor compreensão dos temas tratados em grupo.

- 1 - Discordo totalmente
- 2 - Discordo parcialmente
- 3 - Neutro
- 4 - Concordo parcialmente
- 5 - Concordo totalmente

10- Eu acredito que o uso de quadrinhos como ferramenta de ensino pode ser aplicado em outras áreas do conhecimento de forma eficaz.

- 1 - Discordo totalmente
- 2 - Discordo parcialmente
- 3 - Neutro
- 4 - Concordo parcialmente
- 5 - Concordo totalmente

APÊNDICE E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Campus Natal - Central

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

(Para os responsáveis legais dos menores de 18 anos)

1 Esclarecimentos

Solicitamos a sua autorização para que o menor pelo qual você é responsável participe da pesquisa - História em quadrinho como ferramenta de ensino de astronomia: Uma proposta de sequência didática aplicada ao 1º ano do ensino médio -, que tem como pesquisador responsável Igor Vicente Caldas, estudante do Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), sob a orientação do Prof. Dr. Bruno Lustosa de Moura e coorientação do Prof. Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto. Esta pesquisa pretende facilitar a aprendizagem dos alunos por meio do uso de histórias em quadrinhos, promovendo maior engajamento e compreensão dos conteúdos.

O trabalho busca desenvolver uma estratégia didático-pedagógica utilizando histórias em quadrinhos no ensino de astronomia. A proposta será implementada em uma turma do 1º ano do ensino médio de uma escola pública em ~~Fortaleza, CE~~, abordando as leis de Kepler e Newton. O projeto será aplicado na turma em que o pesquisador atua como docente.

Nesse contexto, solicitamos a colaboração da comunidade escolar, especialmente dos alunos, para autorizar a realização do estudo proposto. A pesquisa envolverá a aplicação de questionários, uso de imagens sem identificação facial e gravação de voz para transcrições, garantindo a não identificação pessoal dos participantes. Esses instrumentos serão fundamentais para a investigação da estratégia de ensino-aprendizagem. Este termo também busca autorização para apresentar os resultados em eventos acadêmicos da área de Física, relacionados ao ensino e ao uso de tecnologias da informação e comunicação, bem como à prática docente, além de permitir sua publicação em revistas científicas.

O pesquisador estará disponível para esclarecer quaisquer dúvidas em qualquer etapa do estudo. Após compreender as informações apresentadas, declaro estar ciente e dar meu consentimento para participar da pesquisa e autorizar a publicação dos resultados. Confirmando também que receberei uma cópia deste documento.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Igor Vicente Caldas, Rua C, Nº 91, Parque Dois Irmãos, vicentecaldasigor@gmail.com, 85 989214740.

Você tem o direito de não autorizar ou retirar o seu consentimento da participação do menor em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para este.

Os dados que o menor irá fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, sempre de forma anônima, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar. Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por esta pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Se existirem alguns gastos pela sua participação nesta pesquisa, eles serão assumidos pelo pesquisador e reembolsado para vocês.

Se o menor sofrer qualquer dano decorrente desta pesquisa, sendo ele imediato ou tardio, previsto ou não, o menor será indenizado.

Em caso de dúvida sobre a ética desta pesquisa, você deverá ligar para o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do IFRN (CEP/IFRN) – instituição que avalia a ética das pesquisas antes que elas comecem e fornece proteção aos participantes das mesmas – nos números (84) 4005-0950/4005-0951, e-mail cep@ifrn.edu.br. Você ainda pode ir pessoalmente à sede do CEP/IFRN, de segunda a sexta, das 08h00min às 12h00min, na Av. Rio Branco, 743, salas 73 e 74, Cidade Alta, Natal - RN, CEP 59025-003.

Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável (nome do pesquisador responsável).

2 Consentimento Livre e Esclarecido

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nesta pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da pesquisa História em quadrinho como ferramenta de ensino de astronomia: Uma proposta de sequência didática aplicada ao 1º ano do ensino médio e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Local, ____/____/____.

Assinatura do responsável legal

3 Declaração do pesquisador responsável

Como pesquisador responsável pelo estudo - História em quadrinho como ferramenta de ensino de astronomia: Uma proposta de sequência didática aplicada ao 1º ano do ensino médio - declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante deste estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a sua identidade.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido infringirei as normas e diretrizes propostas pelas Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamentam as pesquisas envolvendo o ser humano.

Local, ____/____/____.

Assinatura do pesquisador responsável

APÊNDICE F – Produto educacional na íntegra



AS AVENTURAS DE SOPHIA

M I S T É R I O S D A N A T U R E Z A

**Autores: Igor Vicente Caldas, Bruno Lustosa de
Moura, Calistrato Soares da Câmara Neto**



INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL CENTRAL
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 10

PRODUTO EDUCACIONAL

AS AVENTURAS DE SOPHIA:
MISTÉRIOS DA NATUREZA

**AUTORES: Igor Vicente Caldas, Bruno Lustosa de Moura, Calistrato Soares da
Câmara Neto**

Natal
2024
Igor Vicente Caldas

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: HISTÓRIA EM QUADRINHO COMO FERRAMENTA DE ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADA AO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 – IFRN / IF Natal-RN, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Este produto educacional foi desenvolvido como parte do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com o objetivo de oferecer aos professores uma ferramenta didática inovadora para o ensino de astronomia no 1º ano do ensino médio. Elaborado por Igor Vicente Caldas, o material utiliza histórias em quadrinhos (HQs) como recurso central para apresentar conceitos astronômicos de forma visual e acessível. Destinado a professores de física e ciências, o produto foi pensado para promover um ensino significativo, facilitando a compreensão de tópicos como história da astronomia, telescópios, constelações, fases da Lua, eclipses, sistema solar e as leis fundamentais que regem o universo. A intenção é oferecer uma alternativa pedagógica que combine elementos lúdicos e científicos, despertando nos alunos o interesse pela ciência e pela exploração do cosmos.

Com uma sequência didática estruturada em 10 encontros, este recurso permite diversas formas de aplicação, seja como material de apoio em aulas regulares, atividades complementares ou projetos interdisciplinares. Além de estimular o protagonismo estudantil, o produto educacional está alinhado às diretrizes do ensino de ciências, oferecendo uma abordagem prática que pode ser adaptada por outros professores em diferentes contextos escolares. O propósito deste material é servir como um convite para que educadores explorem novas possibilidades no ensino de astronomia, promovendo a curiosidade e a interação entre alunos e o conteúdo científico. Espera-se que ele se torne um recurso inspirador e replicável, ajudando a ampliar o alcance do ensino de física e astronomia de forma significativa e prazerosa.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Sumário

1 Introdução.....	4
2 Fundamentação teórica	5
3 Apresentação do produto educacional.....	7
4 Considerações finais.....	10
Referências	12
Apêndice A – Quadrinhos 01: Astronomia antiga.....	13
Apêndice B – Quadrinhos 02: Telescópio	20
Apêndice C – Quadrinhos 03: Constelações	27
Apêndice D – Quadrinhos 04: Fases da Lua	34
Apêndice E – Quadrinhos 05: Sistema Solar.....	41
Apêndice F – Quadrinhos 06: Eclipses.....	49
Apêndice G – Quadrinhos 07: Sol.....	58
Apêndice H – Quadrinhos 08: Heliocentrismo.....	67
Apêndice I – Quadrinhos 09: Leis de Kepler	74
Apêndice J – Quadrinhos 10: Gravitação	82

1 Introdução

As histórias em quadrinhos (HQs) são ferramentas pedagógicas inovadoras que combinam elementos visuais e textuais, criando uma abordagem envolvente e acessível para o processo de ensino-aprendizagem. Através de narrativas lúdicas e imagéticas, as HQs são capazes de transformar conteúdos complexos em experiências mais tangíveis e dinâmicas, especialmente em áreas que exigem maior abstração, como a astronomia.

Este produto educacional apresenta uma sequência didática planejada especificamente para ensinar conceitos de astronomia aos estudantes do 1º ano do ensino médio, aproveitando o potencial das HQs como recurso didático. A proposta visa atender às demandas dos professores por materiais que não apenas despertem o interesse dos alunos, mas também facilitem a compreensão de tópicos frequentemente considerados desafiadores.

A sequência foi organizada para abordar temas fundamentais, como a história da astronomia, os telescópios, as constelações, as fases da Lua, os eclipses, o sistema solar e as leis que governam os movimentos dos corpos celestes. Cada um desses tópicos é explorado de forma contextualizada, por meio de enredos que conectam os fenômenos astronômicos à vivência dos estudantes, tornando o aprendizado mais significativo.

O principal objetivo deste produto é estimular nos alunos a curiosidade científica e o desejo de explorar o universo, promovendo a construção de conhecimentos sólidos e duradouros. Além disso, o material busca oferecer aos professores uma alternativa prática e criativa para enriquecer suas aulas, ampliando as possibilidades de abordagem do ensino de física e astronomia.

Ao integrar ciência e linguagem visual, esta sequência didática espera não apenas facilitar a compreensão dos conteúdos, mas também criar um ambiente de aprendizado que valorize o protagonismo estudantil e estimule a conexão entre teoria e prática, transformando o ensino de astronomia em uma experiência mais cativante e transformadora.

2 Fundamentação teórica

O desenvolvimento deste produto educacional está fundamentado em teorias educacionais que valorizam a aprendizagem significativa e ativa dos estudantes, além de metodologias que buscam a interação entre teoria e prática. A proposta utiliza as histórias em quadrinhos (HQs) como recurso didático principal para o ensino de astronomia, uma abordagem baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e no Construtivismo de Jean Piaget.

Segundo Ausubel, o aprendizado torna-se mais efetivo quando novos conhecimentos são relacionados a conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno. Isso é especialmente relevante no ensino de astronomia, onde muitos conteúdos, como escalas astronômicas e movimentos celestes, podem parecer distantes do cotidiano dos estudantes. A utilização das HQs auxilia nesse processo, ao apresentar conteúdos abstratos de forma visual e contextualizada, permitindo que os alunos estabeleçam conexões com aquilo que já conhecem.

O Construtivismo de Piaget complementa essa abordagem ao enfatizar o papel ativo do aluno na construção do próprio conhecimento. Piaget destaca que a aprendizagem ocorre por meio de processos de assimilação e acomodação, quando o estudante interage com novos desafios ou situações que geram desequilíbrios cognitivos. A sequência didática proposta incentiva essa interação, ao apresentar problemas e conceitos científicos por meio de narrativas visuais, favorecendo o desenvolvimento de habilidades como análise, interpretação e resolução de problemas.

A utilização das HQs como ferramenta pedagógica também é respaldada por autores que defendem o uso de recursos visuais para tornar o ensino mais envolvente e acessível. Will Eisner, por exemplo, argumenta que as HQs combinam texto e imagem para criar narrativas que facilitam a compreensão e retenção de informações. No contexto escolar, isso significa que os alunos podem visualizar fenômenos astronômicos complexos de maneira mais concreta e próxima de sua realidade.

Além disso, a metodologia do produto educacional está baseada em uma sequência didática organizada em etapas progressivas, que permitem aos alunos avançar gradualmente na compreensão dos conteúdos. Cada etapa foi estruturada para promover a interação entre o conhecimento prévio dos estudantes e os novos conceitos apresentados

nas HQs, com atividades que incluem discussões, reflexões em grupo e avaliação contínua. Ao integrar essas abordagens teóricas e metodológicas, este produto busca oferecer aos professores uma ferramenta prática e eficaz para abordar o ensino de astronomia. O foco está em proporcionar uma experiência de aprendizagem significativa, que valorize o protagonismo estudantil e torne o ensino de física e ciências mais atrativo e relevante.

3 Apresentação do produto educacional

Este produto educacional consiste em uma sequência didática baseada no uso de histórias em quadrinhos (HQs) como ferramenta de ensino para abordar conceitos de astronomia no 1º ano do ensino médio. O material foi elaborado com o objetivo de tornar o aprendizado mais acessível, dinâmico e significativo, conectando teoria e prática de forma lúdica e envolvente.

A proposta inclui um conjunto de 10 HQs desenvolvidas na plataforma Storyboard That, cada uma focada em temas específicos, como a história da astronomia, telescópios, constelações, fases da Lua, eclipses, sistema solar e leis fundamentais da física. Essas HQs foram integradas em uma sequência didática que organiza a aplicação do material em sala de aula, garantindo que os conceitos sejam apresentados de forma progressiva e contextualizada.

A sequência didática foi planejada para ser aplicada ao longo de 10 encontros, com duração de 50 minutos cada. Cada encontro possui objetivos claros, atividades estruturadas e recursos específicos, detalhados a seguir:

1º Encontro: Introdução e Contextualização

- **Objetivo:** Apresentar a proposta aos alunos, introduzir o tema da astronomia e diagnosticar conhecimentos prévios.
- **Atividades:**
 1. Apresentação do material e metodologia da sequência didática.
 2. Exibição de exemplos de HQs relacionadas à astronomia, estimulando o interesse dos alunos.
 3. Aplicação de uma sondagem inicial para identificar os conhecimentos prévios dos alunos.
 4. Distribuição da primeira HQ, que aborda a história da astronomia.
 5. Preenchimento dos balões da HQ pelos alunos com base nas perguntas apresentadas.
 6. Discussão em grupo sobre as respostas e apresentação ao restante da turma.
 7. Avaliação inicial do aprendizado (pré-teste).

2º ao 9º Encontros: Exploração dos Temas das HQs

Cada encontro é dedicado a dois temas apresentados nas HQs, com atividades similares estruturadas para garantir a interação dos alunos com o conteúdo:

- **Objetivos:** Explorar temas específicos de astronomia por meio das HQs, promovendo reflexões e conexões entre o conhecimento científico e cotidiano dos alunos.
- **Atividades:**
 1. Distribuição das HQs correspondentes aos temas do dia.
 - Exemplo:
 - 2º encontro: Telescópios e constelações.
 - 3º encontro: Fases da Lua e eclipses.
 - 4º encontro: Sistema solar e o Sol.
 - 5º encontro: Heliocentrismo, Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal.
 2. Preenchimento dos balões das HQs com respostas às questões propostas.
 3. Discussão em grupos e elaboração de respostas coletivas.
 4. Apresentação das respostas para o restante da turma.
 5. Explicação complementar do professor para reforçar os conceitos trabalhados.
 6. Aplicação de avaliação formativa (pós-teste).

10º Encontro: Avaliação Final e Encerramento

- **Objetivo:** Avaliar o impacto do uso das HQs no aprendizado dos alunos e encerrar a sequência didática com reflexões sobre a experiência.
- **Atividades:**
 1. Recapitulação dos temas abordados ao longo da sequência.
 2. Discussão coletiva sobre as percepções dos alunos em relação ao uso das HQs.
 3. Aplicação de questionário avaliativo final para medir o aprendizado.
 4. Reflexão final conduzida pelo professor, destacando a importância da astronomia no cotidiano.

Para construir foram necessários os seguintes recursos e materiais:

1. **Histórias em Quadrinhos (HQs):**
 - Criadas na plataforma Storyboard That, incluem personagens, cenários e questões relacionadas aos conceitos de astronomia.

- Disponíveis em dois formatos: com balões preenchidos (exemplos) e com balões em branco (para preenchimento pelos alunos).

2. Materiais Adicionais:

- Folhas para anotações e preenchimento das HQs.
- Projetor ou computador para exibição de conteúdos complementares.
- Recursos audiovisuais, como vídeos curtos sobre astronomia, para contextualizar os temas.

3. Roteiros e Diretrizes para Professores:

- Orientações detalhadas para cada etapa da sequência didática.
- Exemplos de respostas para guiar a mediação durante as discussões.

Embora a sequência tenha sido projetada para o ensino de astronomia no 1º ano do ensino médio, ela pode ser adaptada para outros níveis e disciplinas, como ciências e matemática. Além disso, o formato das HQs permite sua utilização em projetos interdisciplinares, feiras de ciências ou como material complementar em aulas regulares.

Este produto educacional é um convite aos professores para explorar novas possibilidades de ensino, oferecendo um material flexível, atrativo e de fácil aplicação. Acredita-se que sua adoção pode enriquecer o aprendizado, promovendo uma experiência significativa e transformadora para alunos e educadores.

4 Considerações finais

O produto educacional apresentado, baseado no uso de histórias em quadrinhos (HQs) como ferramenta pedagógica, oferece uma abordagem criativa e eficaz para o ensino de astronomia no 1º ano do ensino médio. A sequência didática foi cuidadosamente elaborada para aliar conteúdos científicos e metodologias interativas, promovendo uma aprendizagem significativa que estimula o protagonismo dos alunos e conecta teoria e prática de forma dinâmica.

Para outros professores interessados em aplicar este material, destacam-se alguns aspectos importantes: a sequência didática pode ser utilizada integralmente ou adaptada de acordo com o contexto e as necessidades específicas da turma, além disso, as HQs, com seus enredos e questões relacionadas, podem ser incorporadas como recurso complementar em aulas regulares ou como parte de projetos interdisciplinares. As atividades foram pensadas para serem práticas e acessíveis, com instruções claras e materiais de fácil obtenção. A plataforma Storyboard That, utilizada para a criação das HQs, é intuitiva e pode ser explorada por professores que desejem personalizar ou expandir o material.

Embora o foco seja o ensino de astronomia, a abordagem pode ser adaptada para outras áreas do conhecimento, como física, ciências e até história. Professores interessados podem criar novas HQs para abordar temas variados, mantendo o formato lúdico e visual que caracteriza este produto. Espera-se que este material contribua para enriquecer o ensino de física e astronomia, tornando-o mais atrativo e significativo para os alunos. A combinação de linguagem visual e textual nas HQs oferece uma oportunidade única de engajar os estudantes e facilitar a compreensão de conceitos complexos.

Por fim, este produto educacional é mais do que um recurso didático; é uma proposta que busca transformar o ensino de ciências em uma experiência criativa e inspiradora. Convida os professores a explorar novas possibilidades em suas práticas pedagógicas, promovendo um aprendizado que vá além da sala de aula e desperte nos alunos a curiosidade pelo universo que nos cerca.

Que este material possa servir como ponto de partida para novas ideias, adaptações e descobertas, contribuindo para a construção de um ensino mais dinâmico, inclusivo e apaixonante!

Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Editora, 2000.

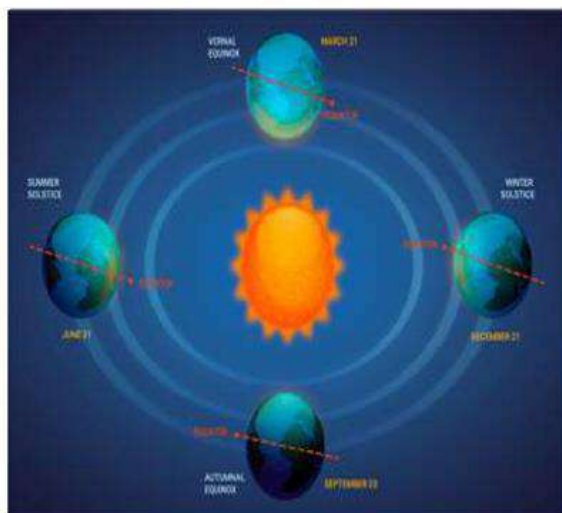
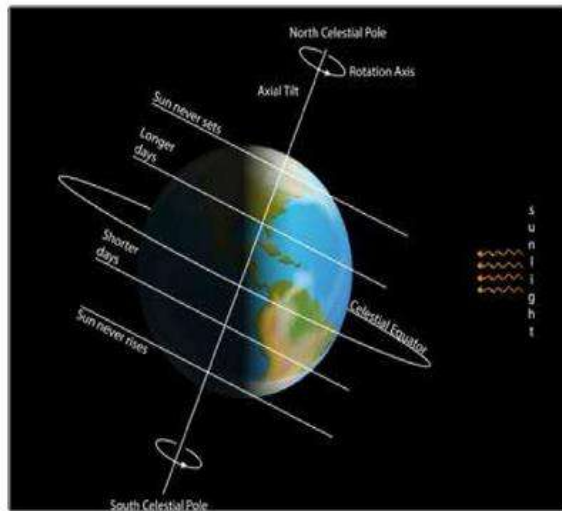
PIAGET, J. **A epistemologia genética.** 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1970.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança.** Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

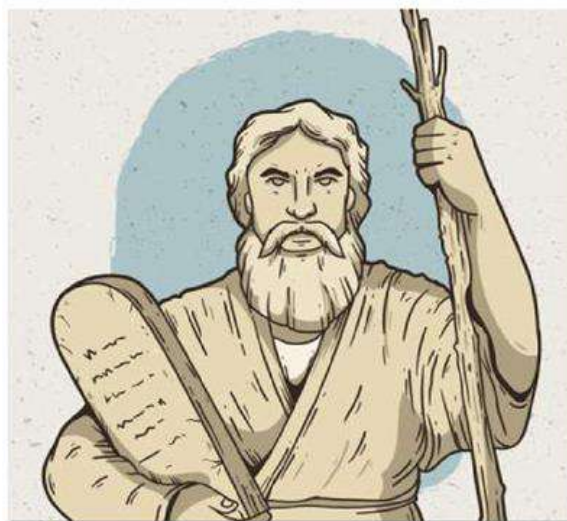
Apêndice A – Quadrinhos 01: Astronomia antiga

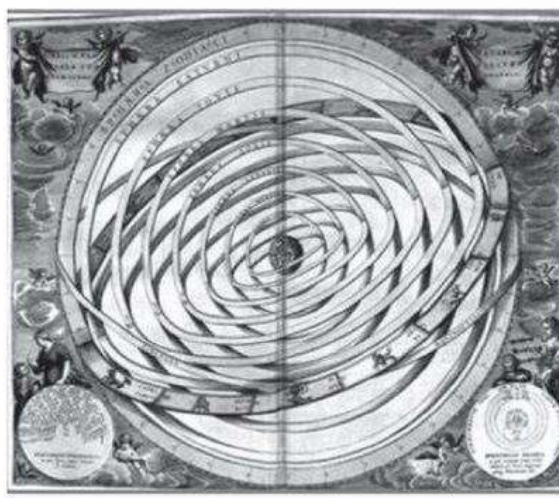


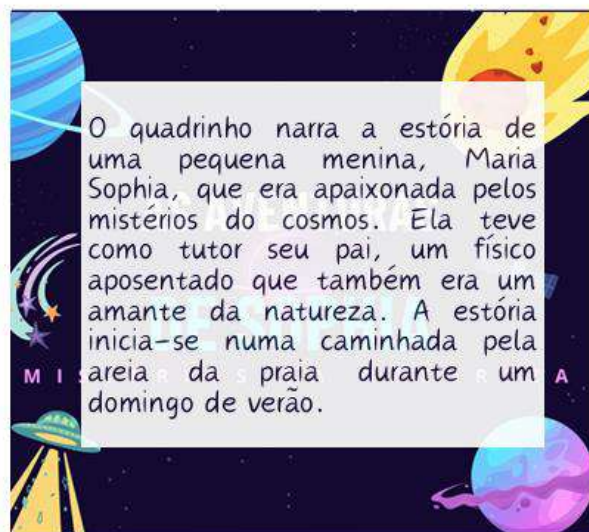








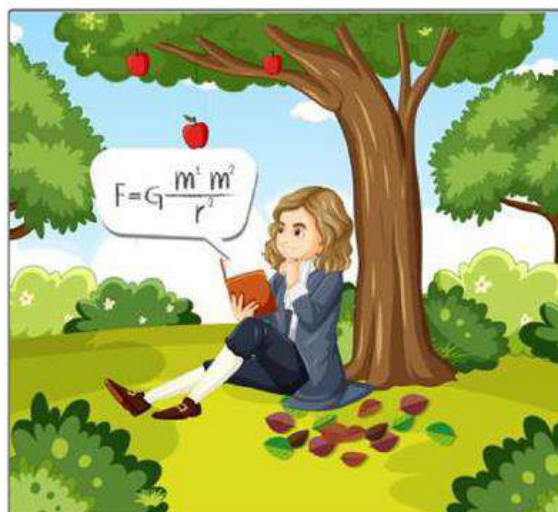
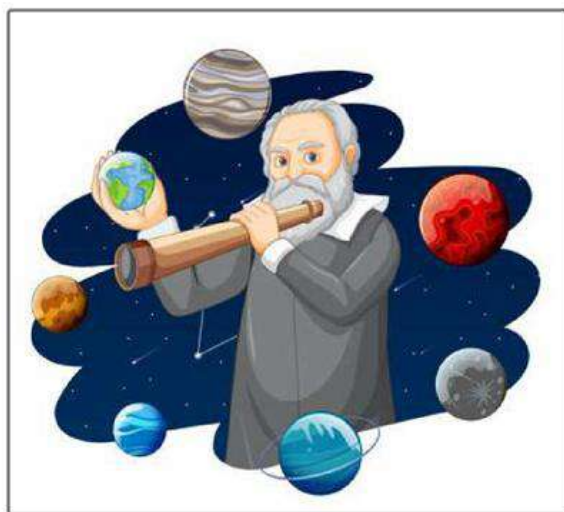
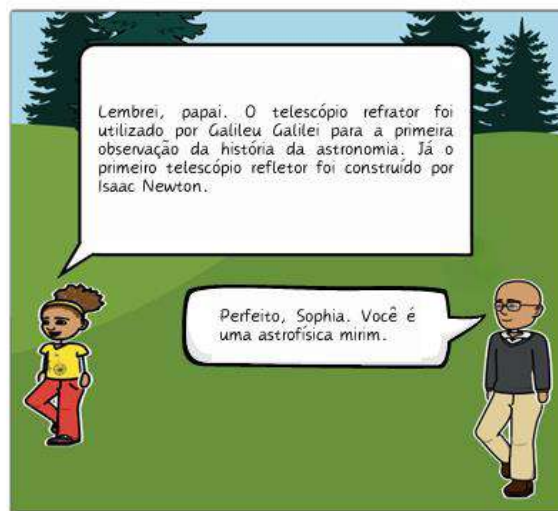




Apêndice B – Quadrinhos 02: Telescópio



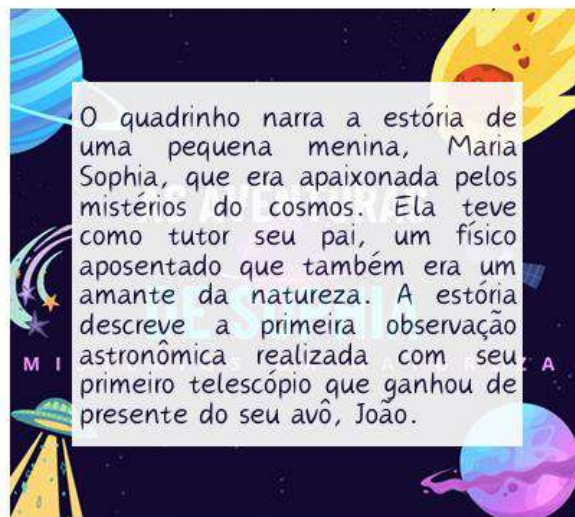












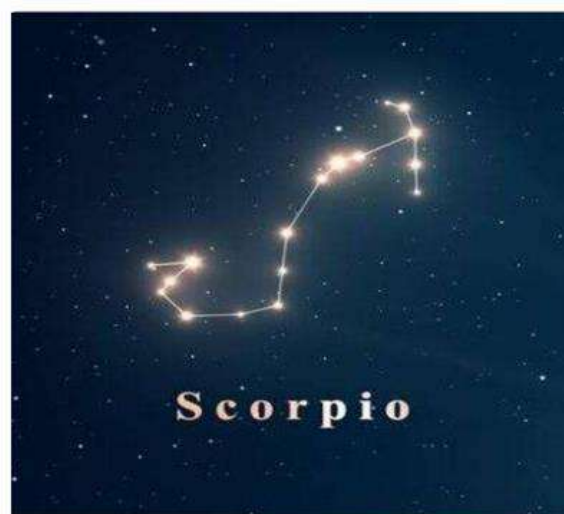
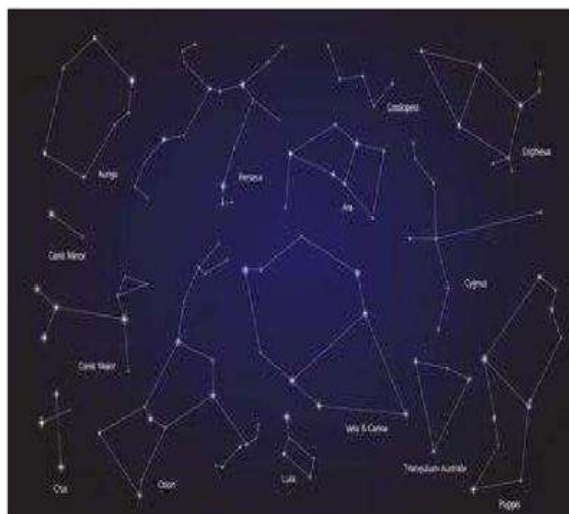
Apêndice C – Quadrinhos 03: Constelações

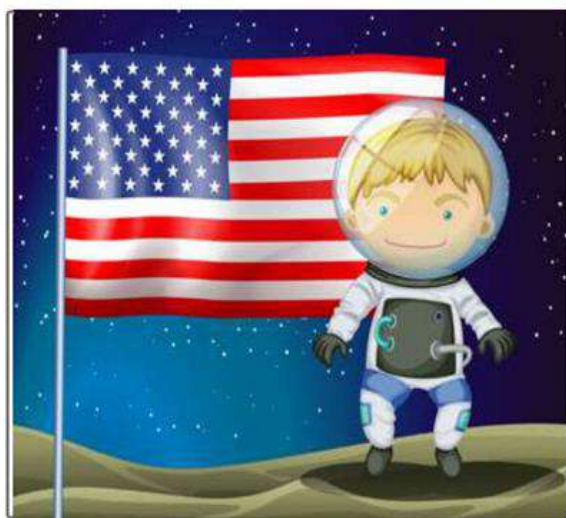


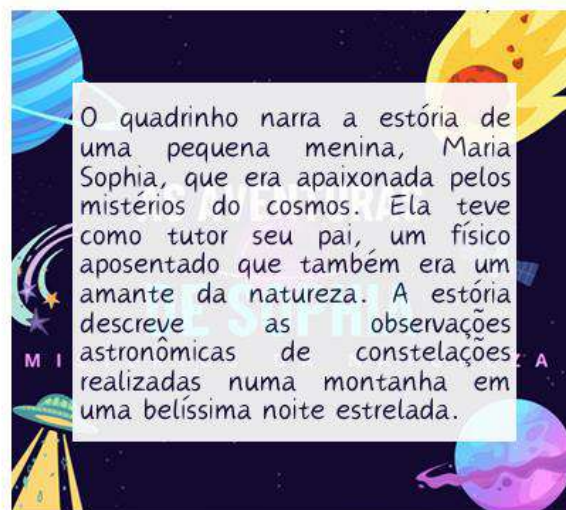










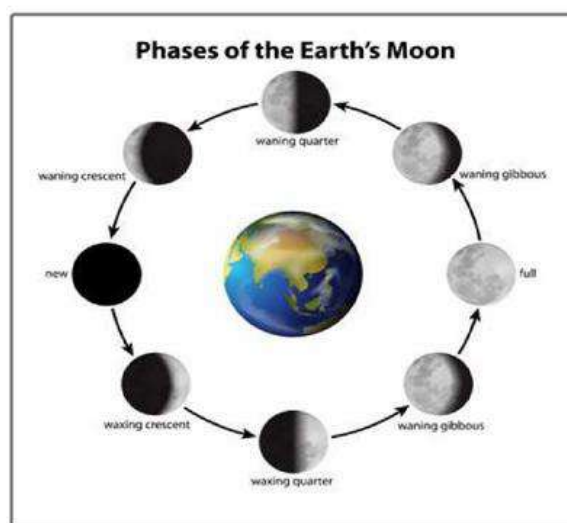
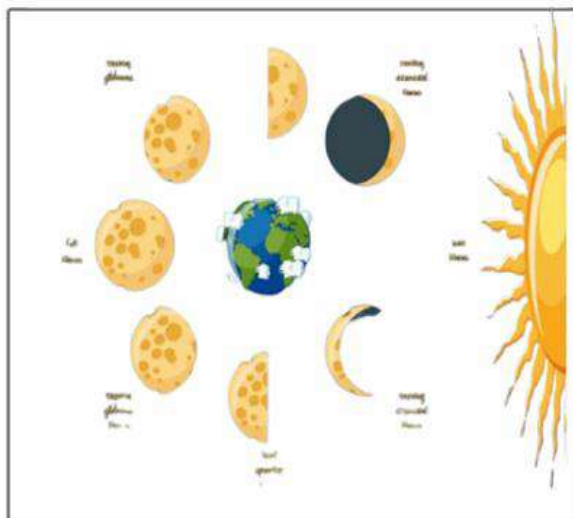


Apêndice D – Quadrinhos 04: Fases da Lua



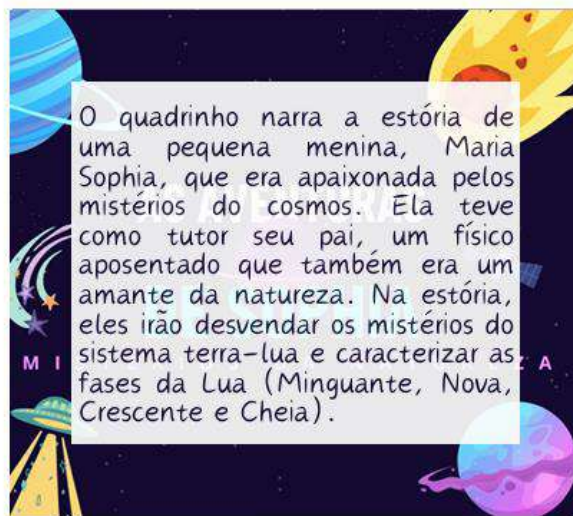




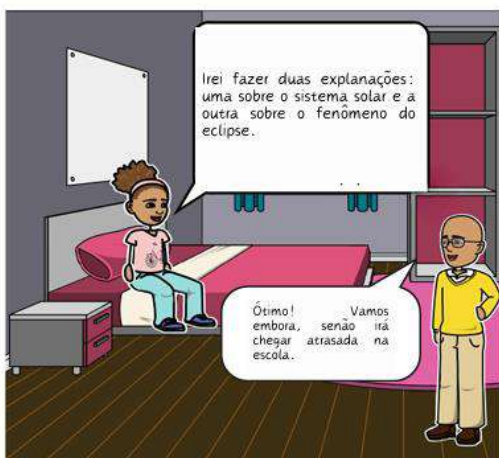
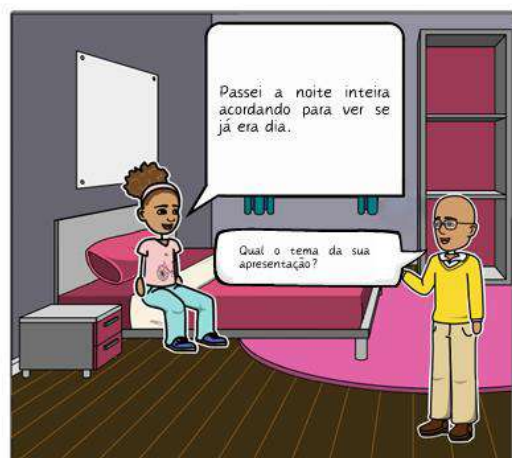
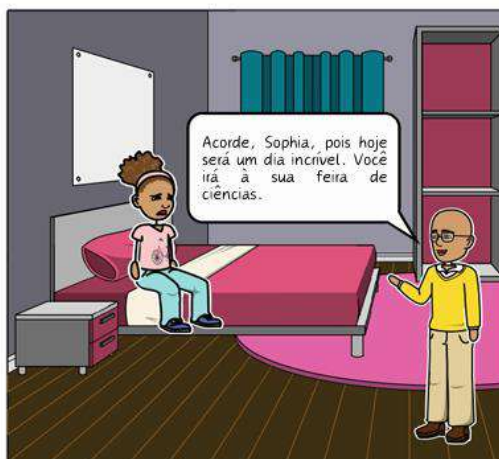


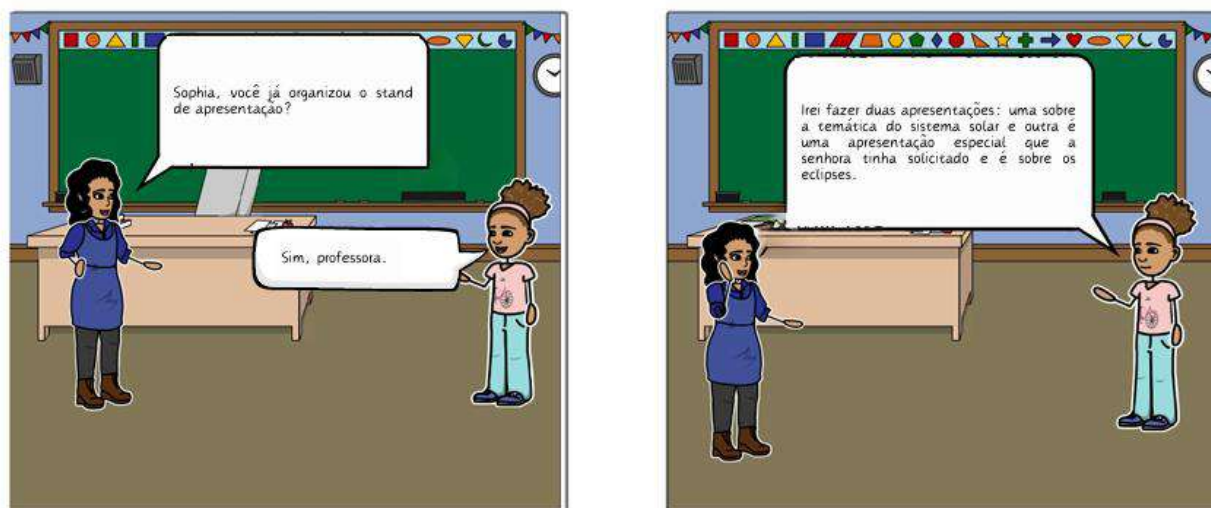
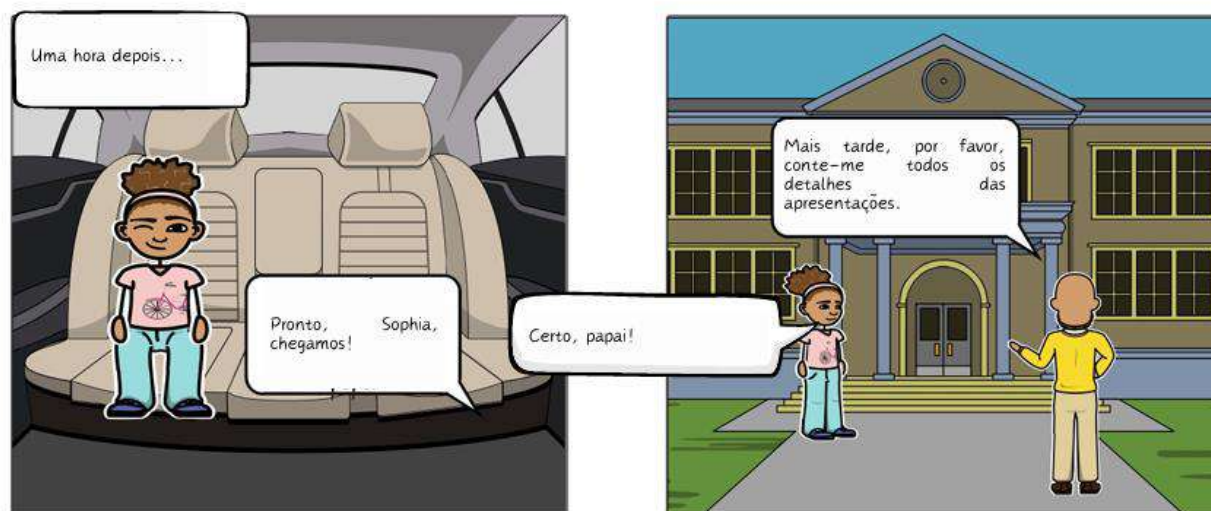


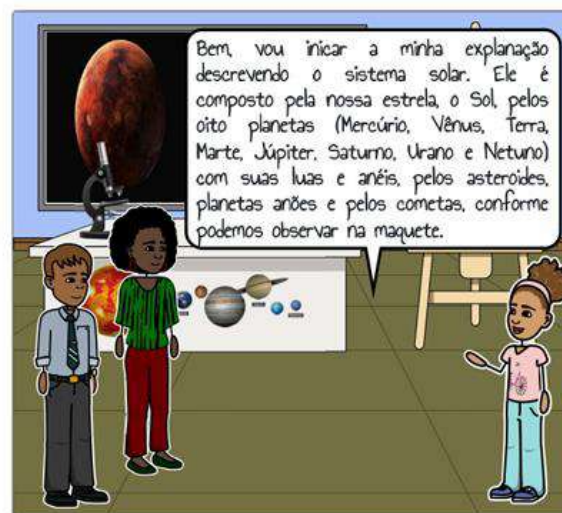
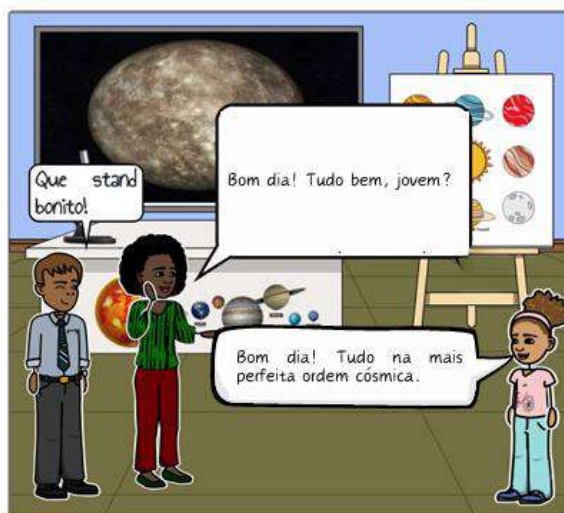
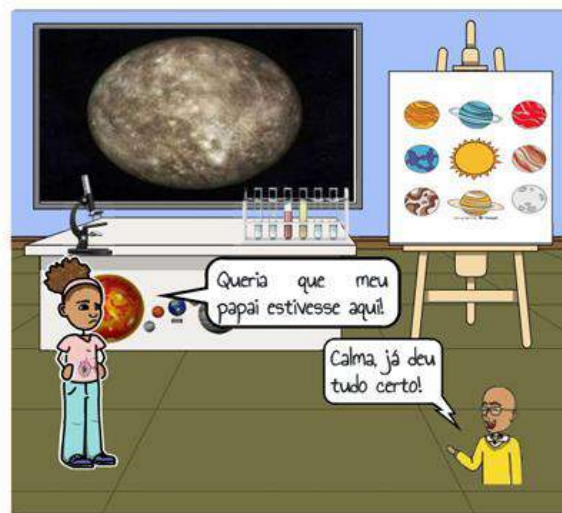


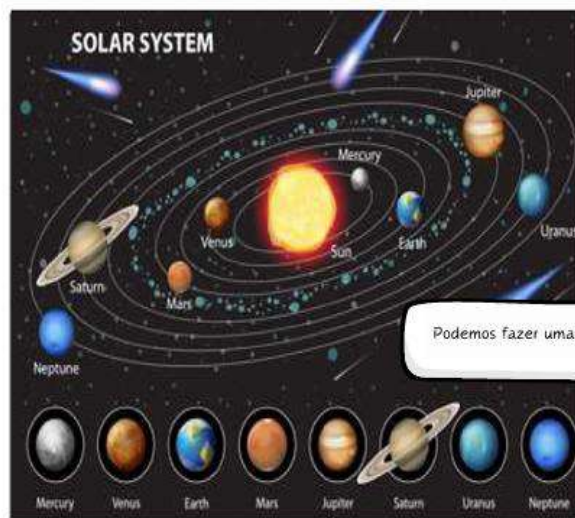


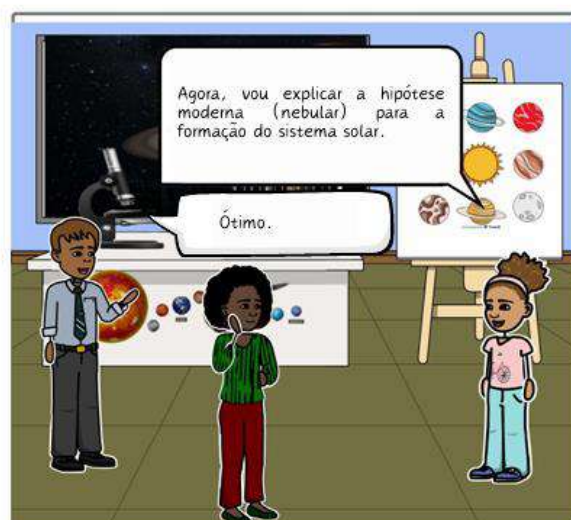
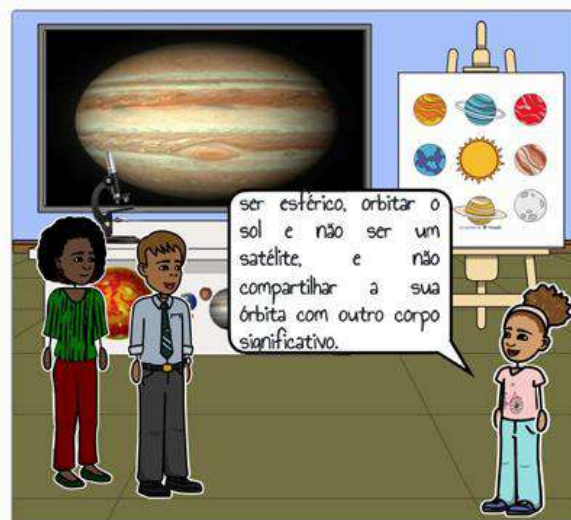
Apêndice E – Quadrinhos 05: Sistema Solar

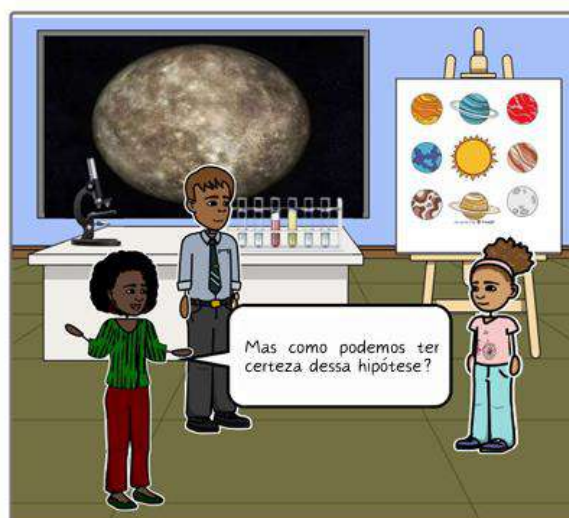
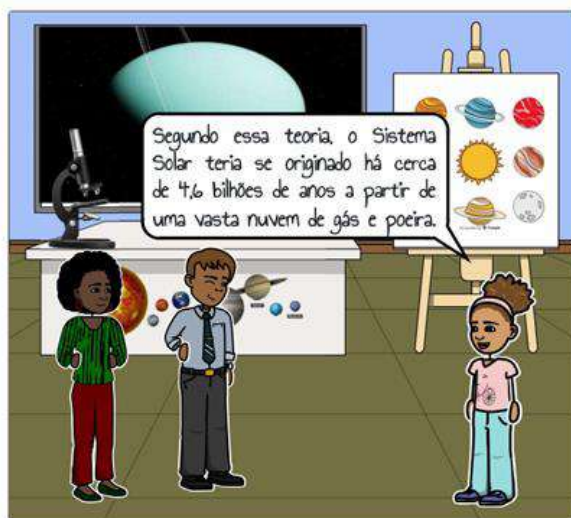




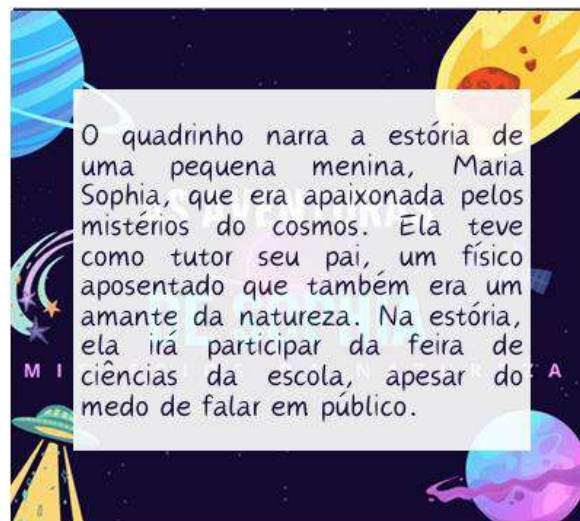




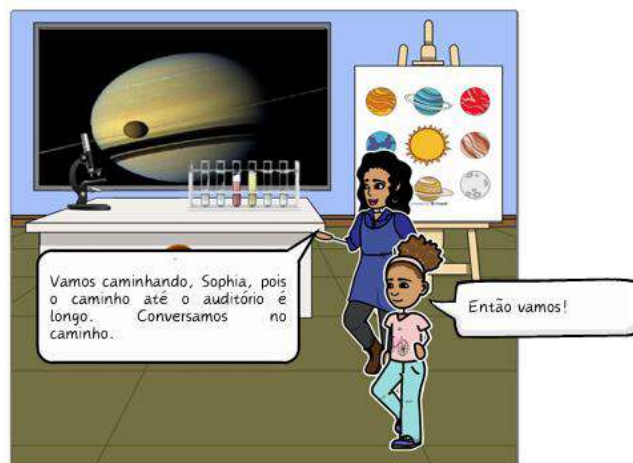




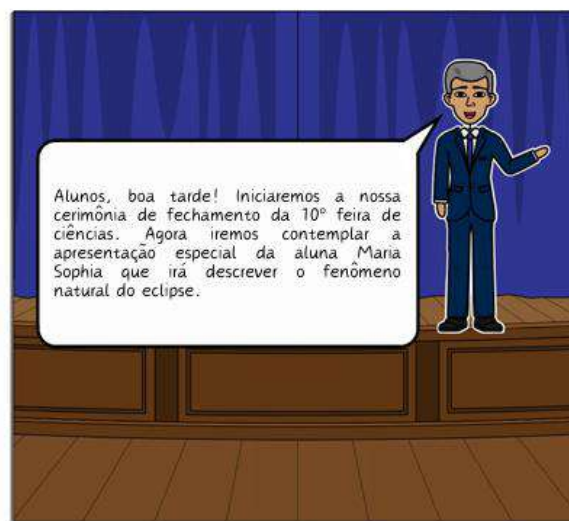




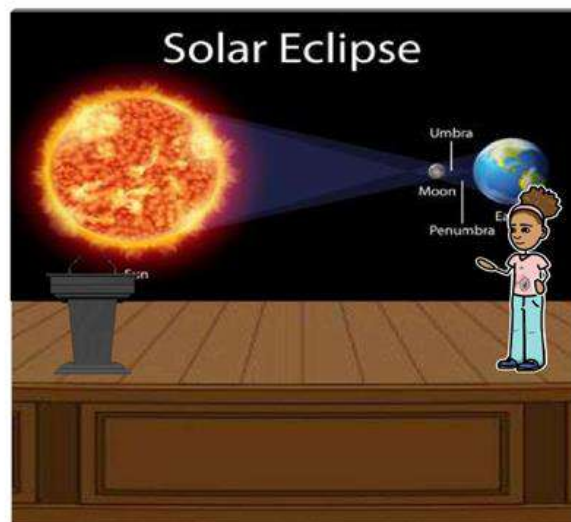
Apêndice F – Quadrinhos 06: Eclipses



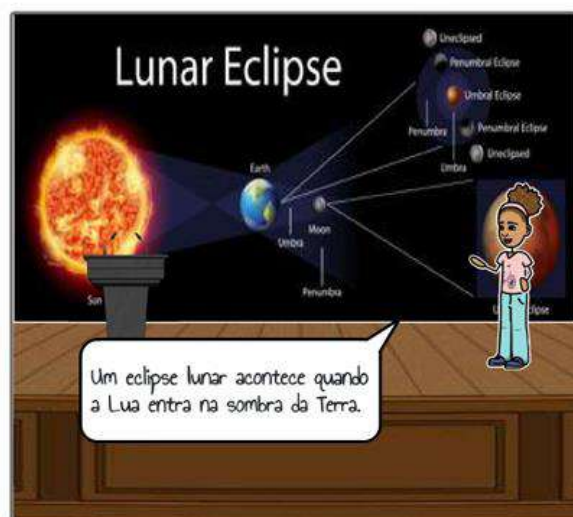
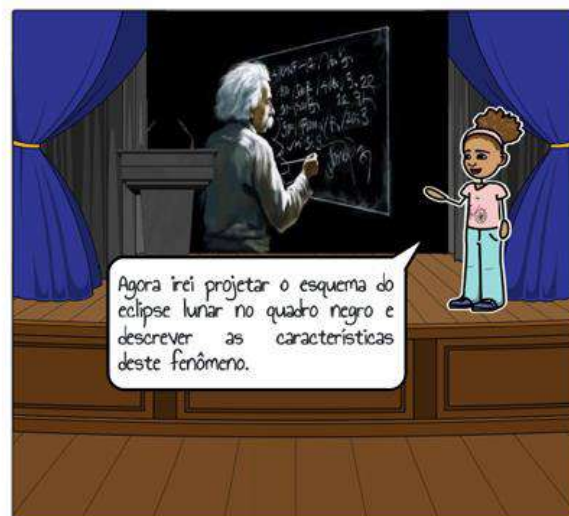
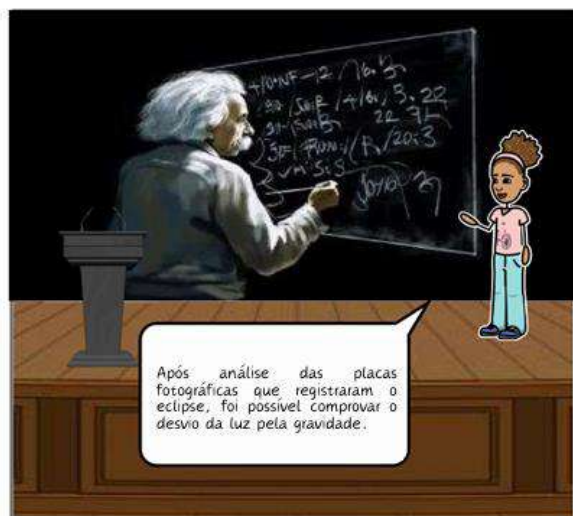


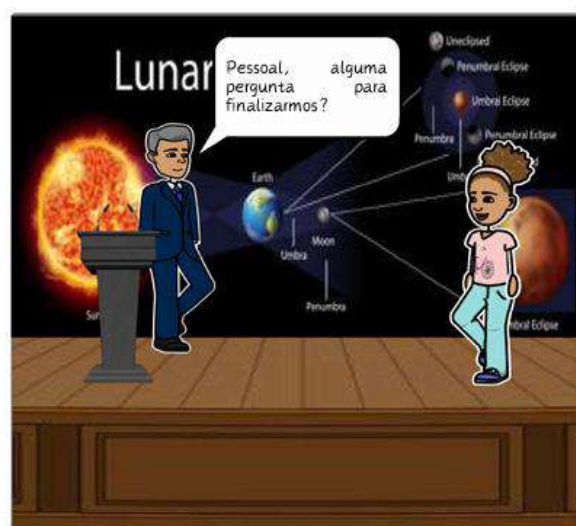
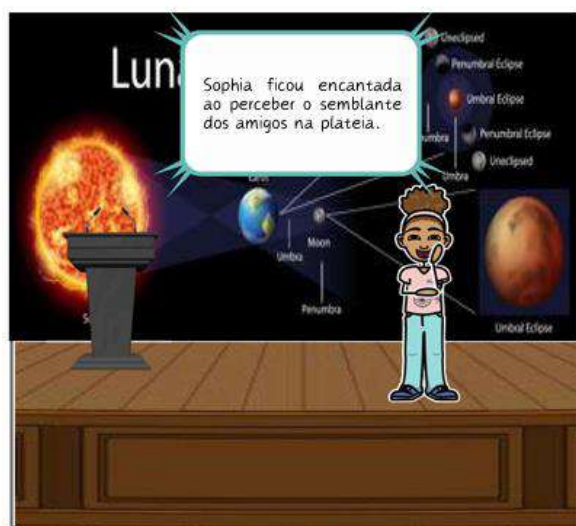


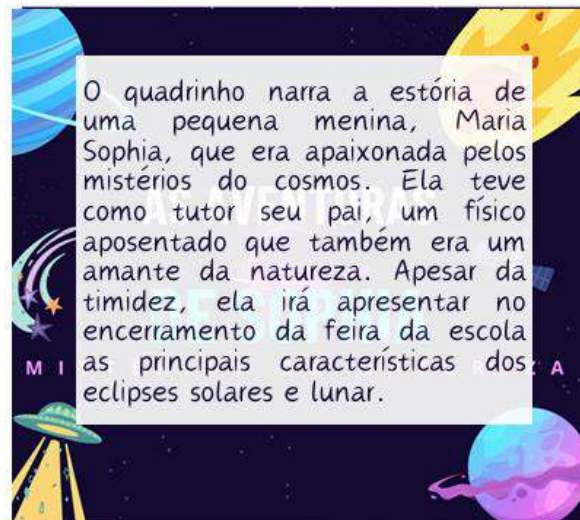












Apêndice G – Quadrinhos 07: Sol







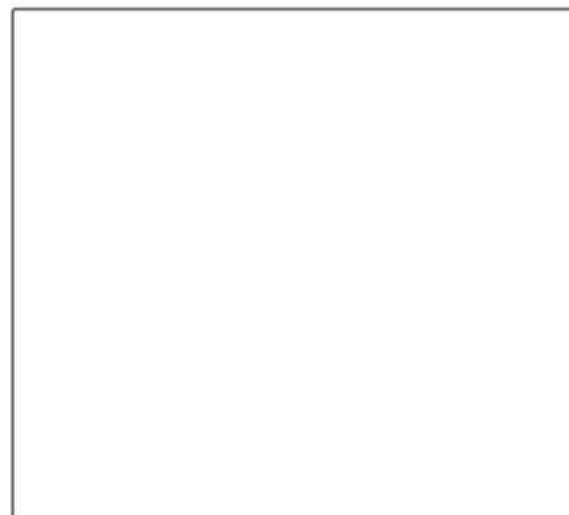
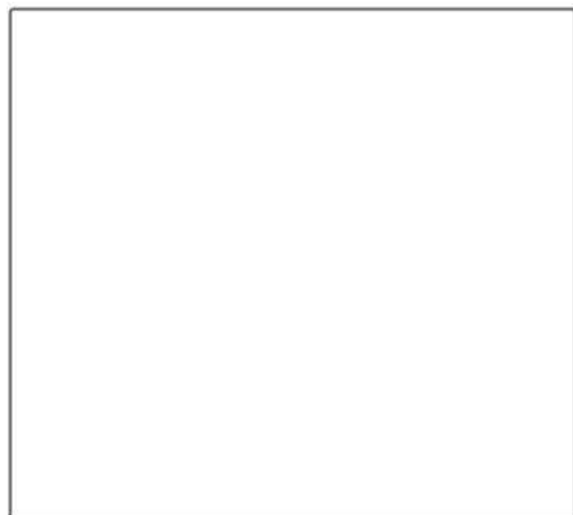
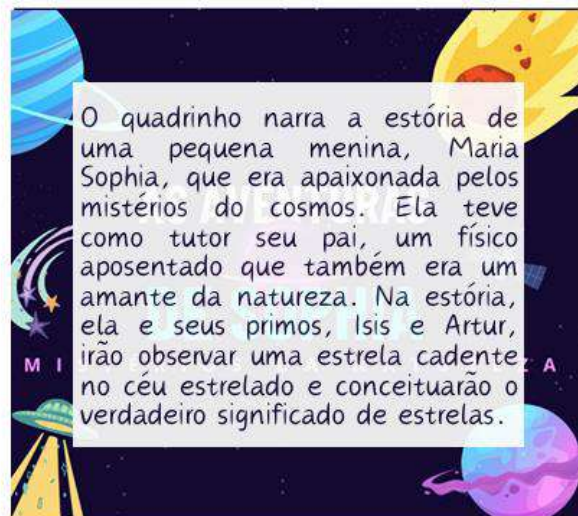






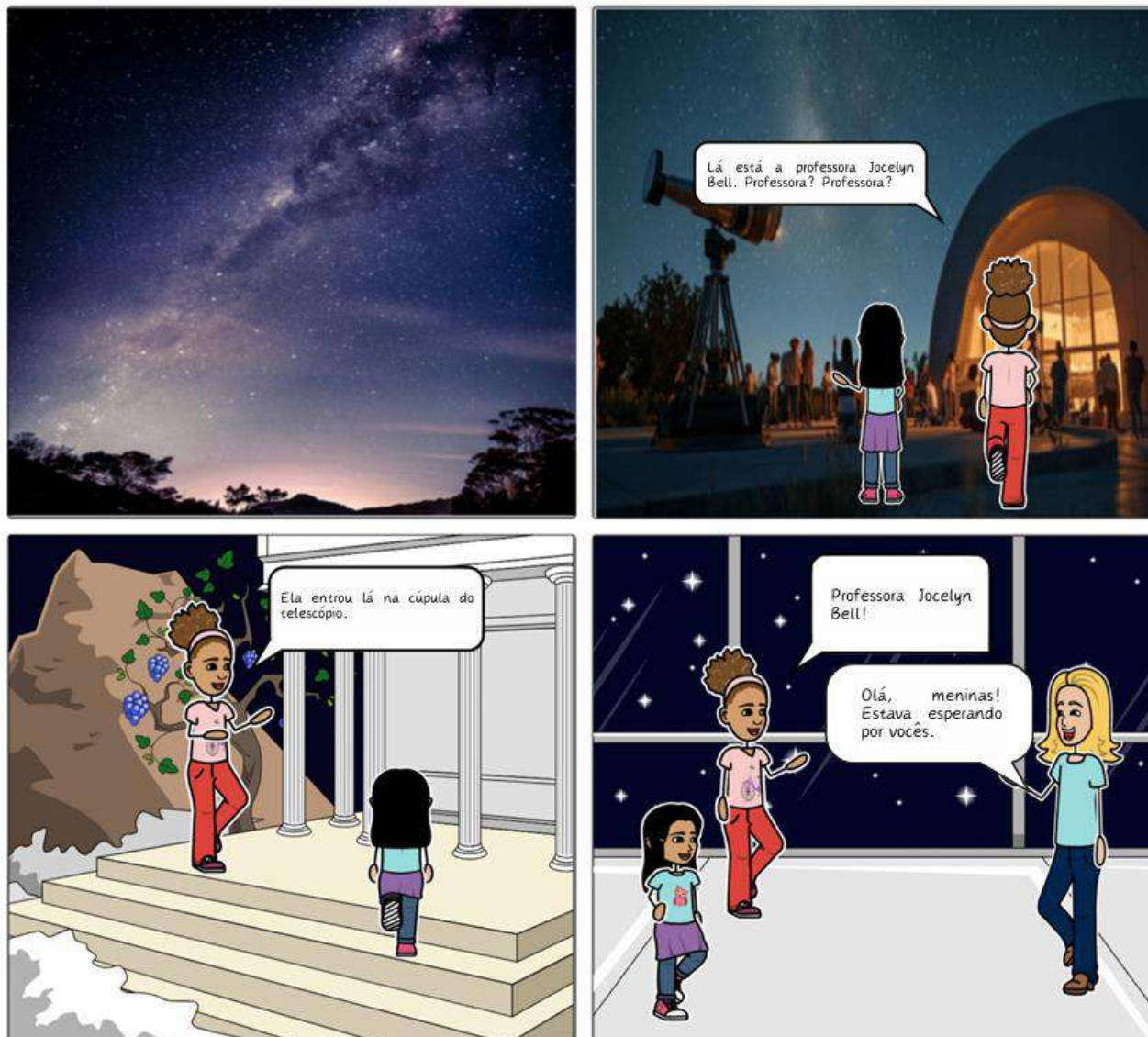


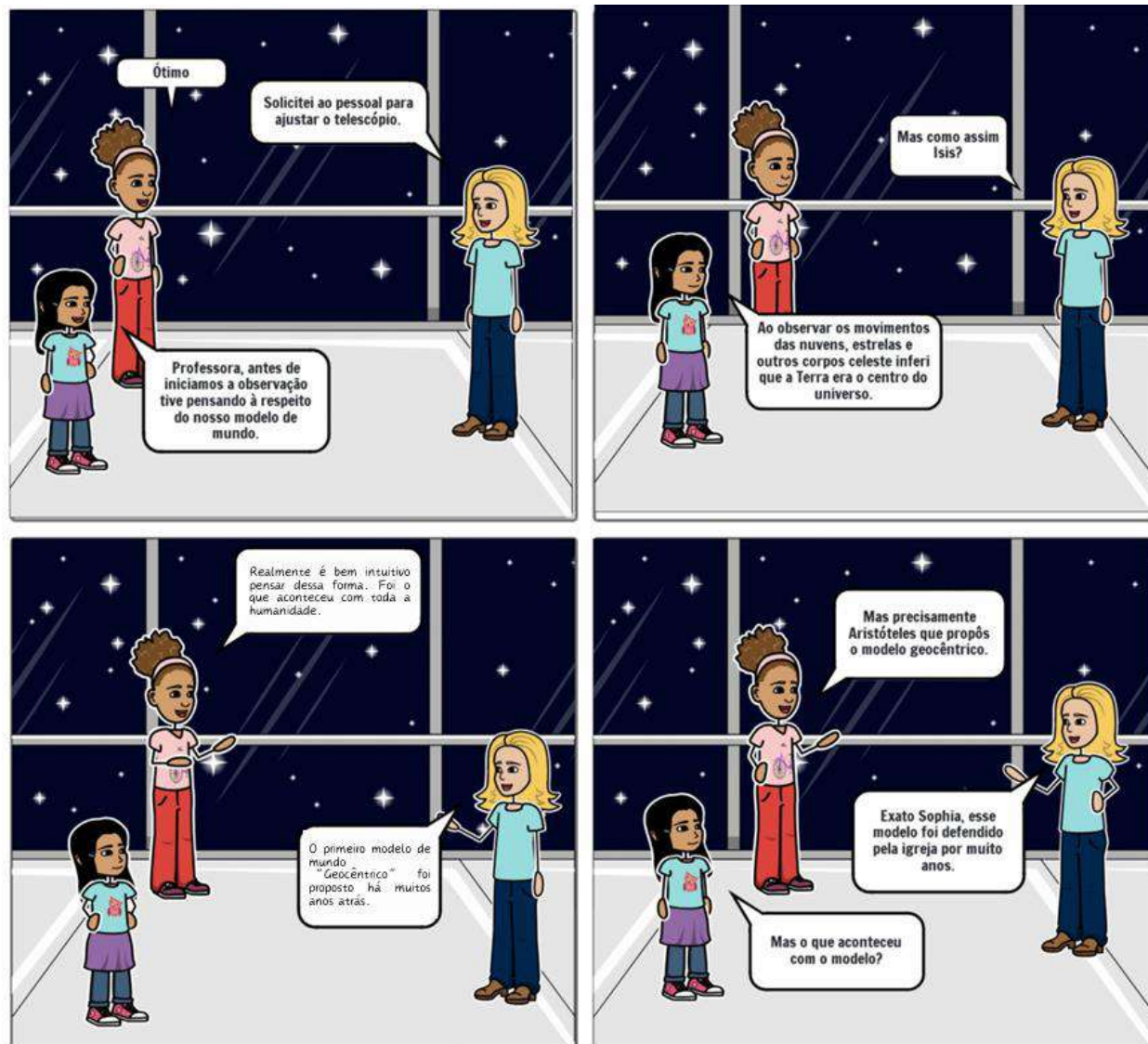


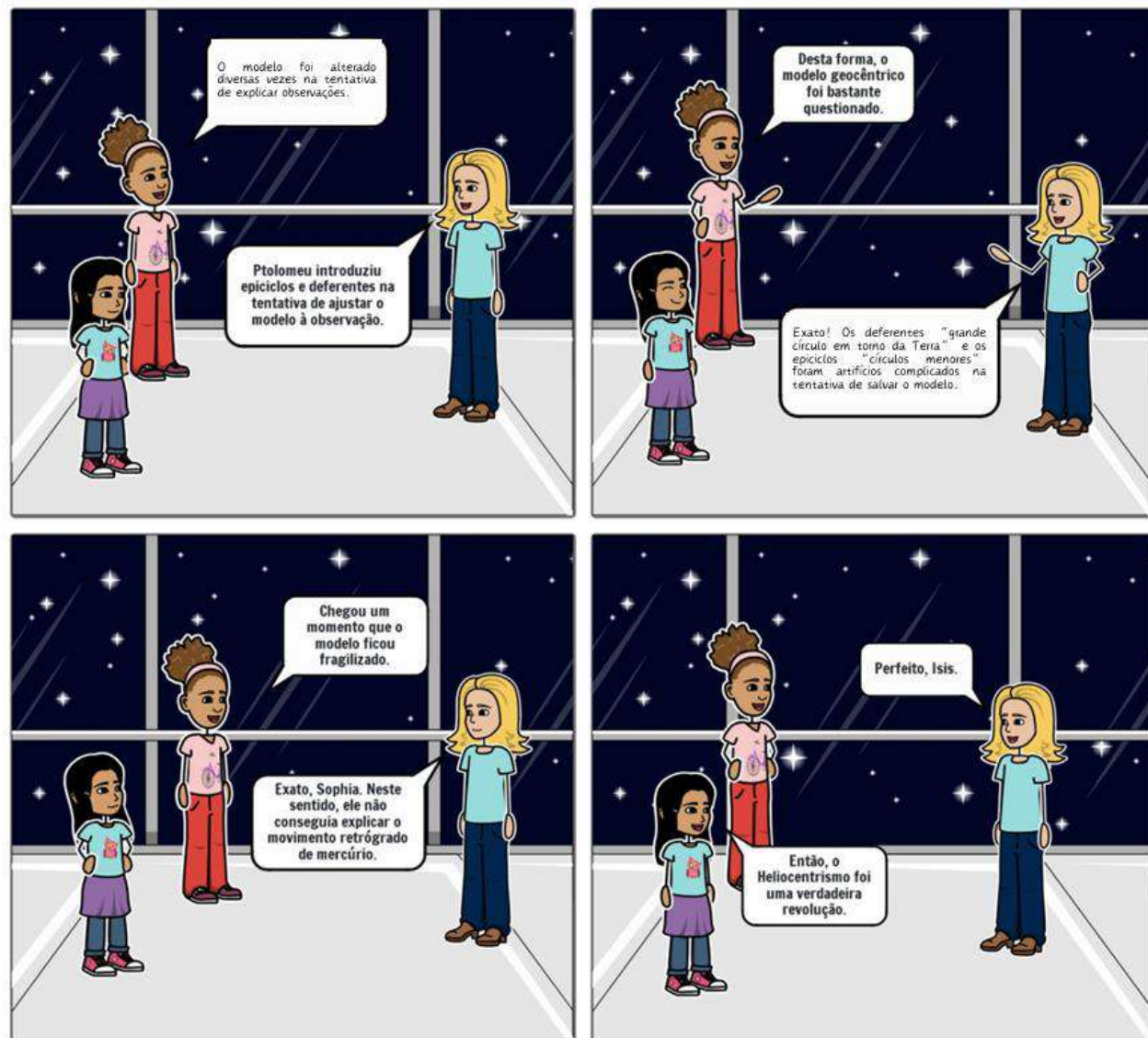


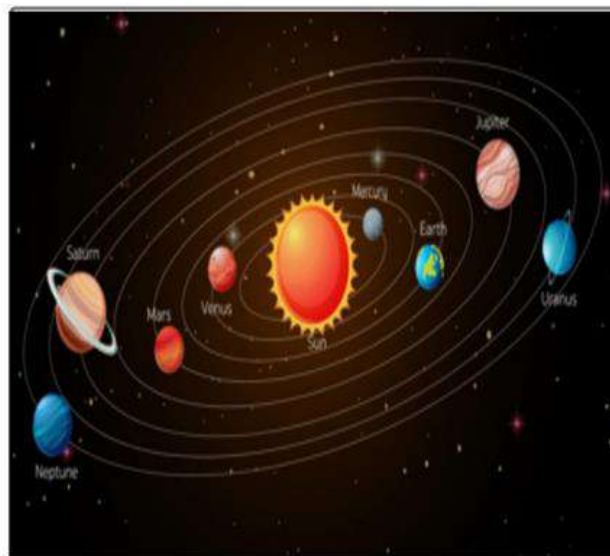
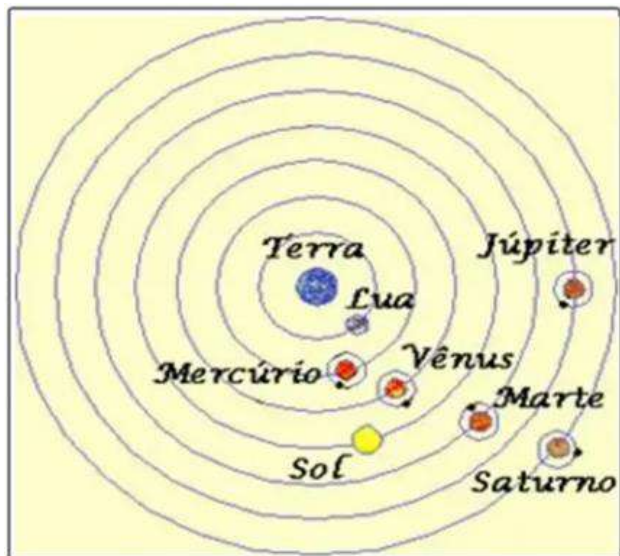
Apêndice H – Quadrinhos 08: Heliocentrismo

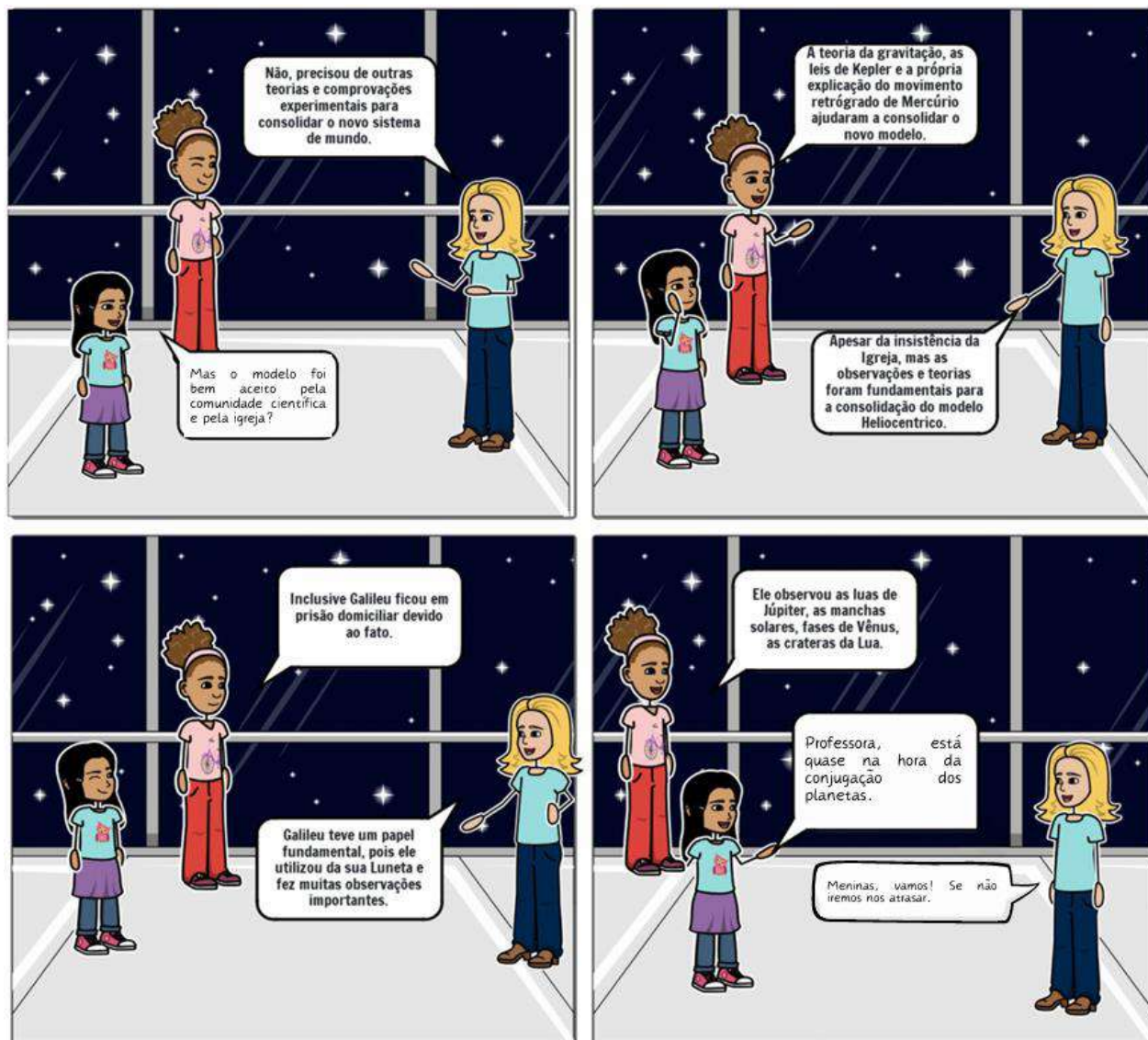


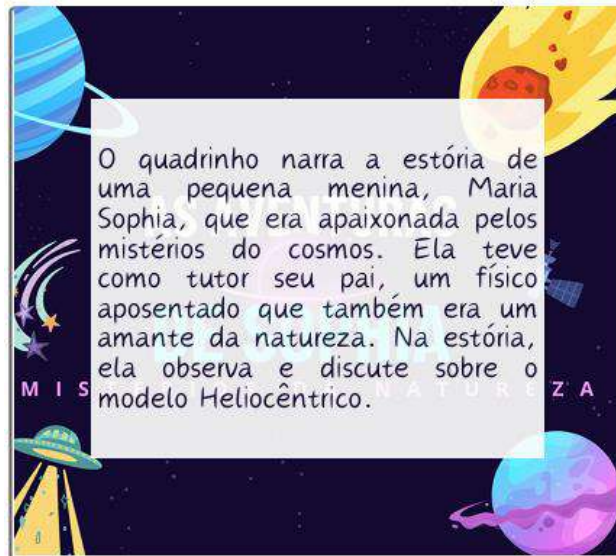
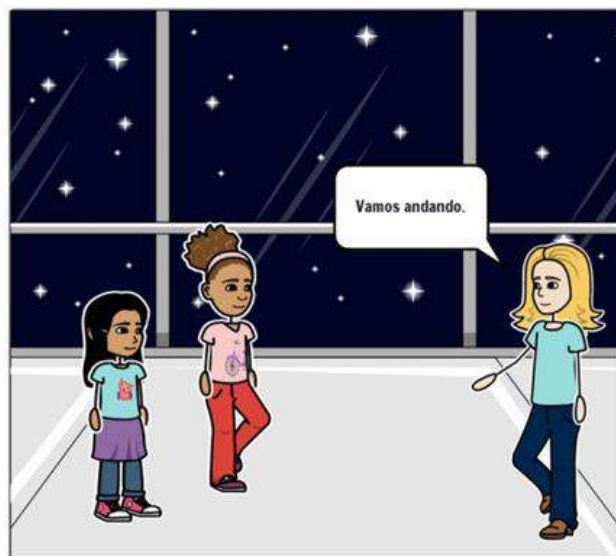




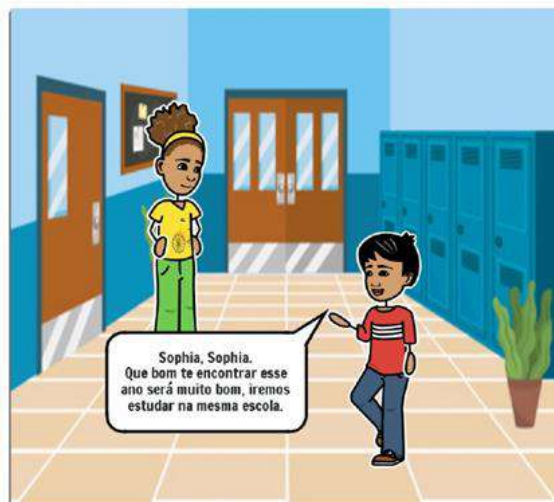


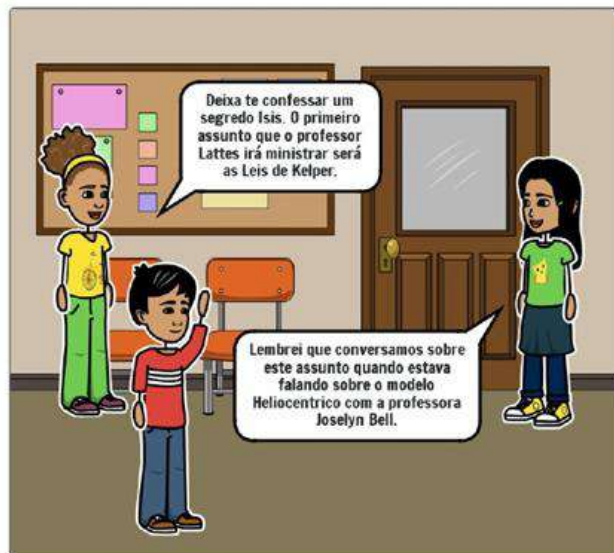




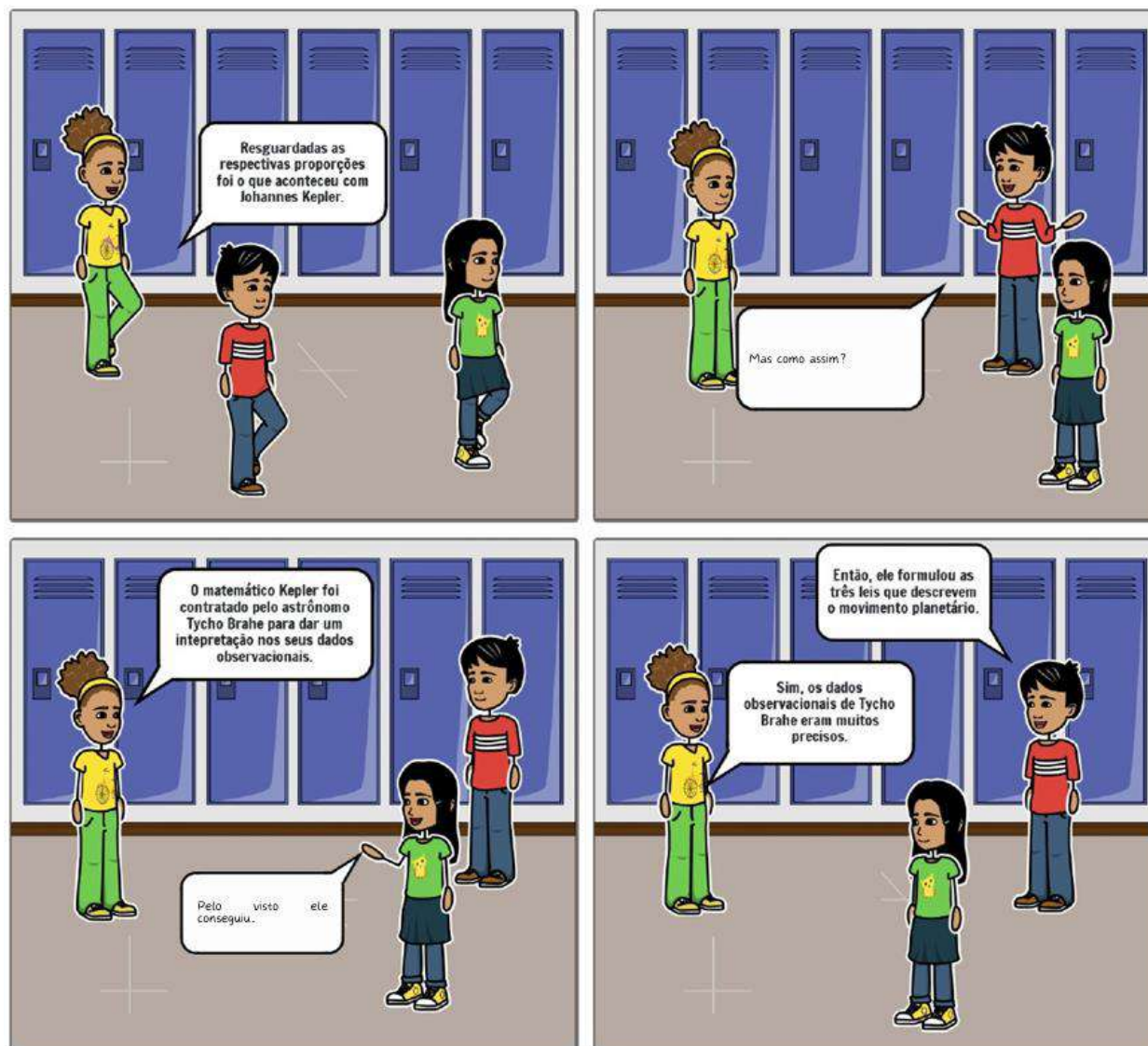


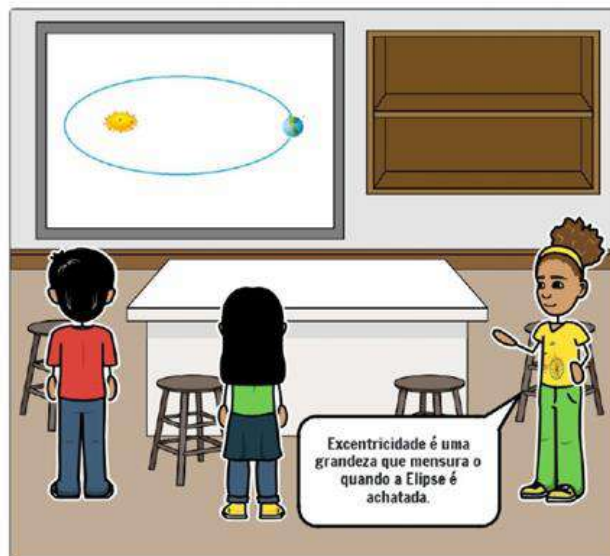
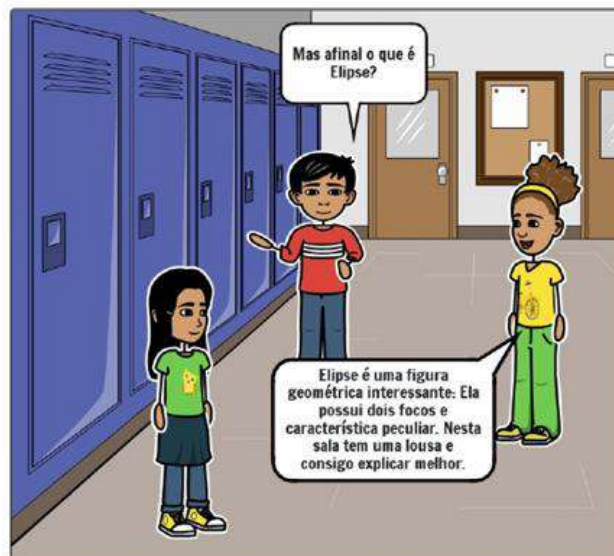
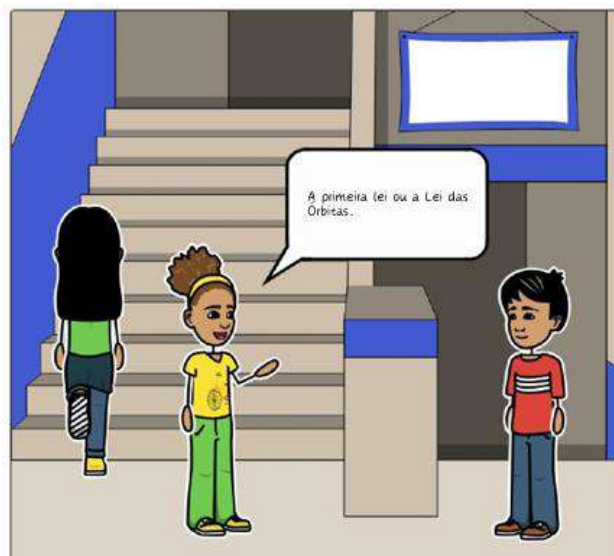
Apêndice I – Quadrinhos 09: Leis de Kepler

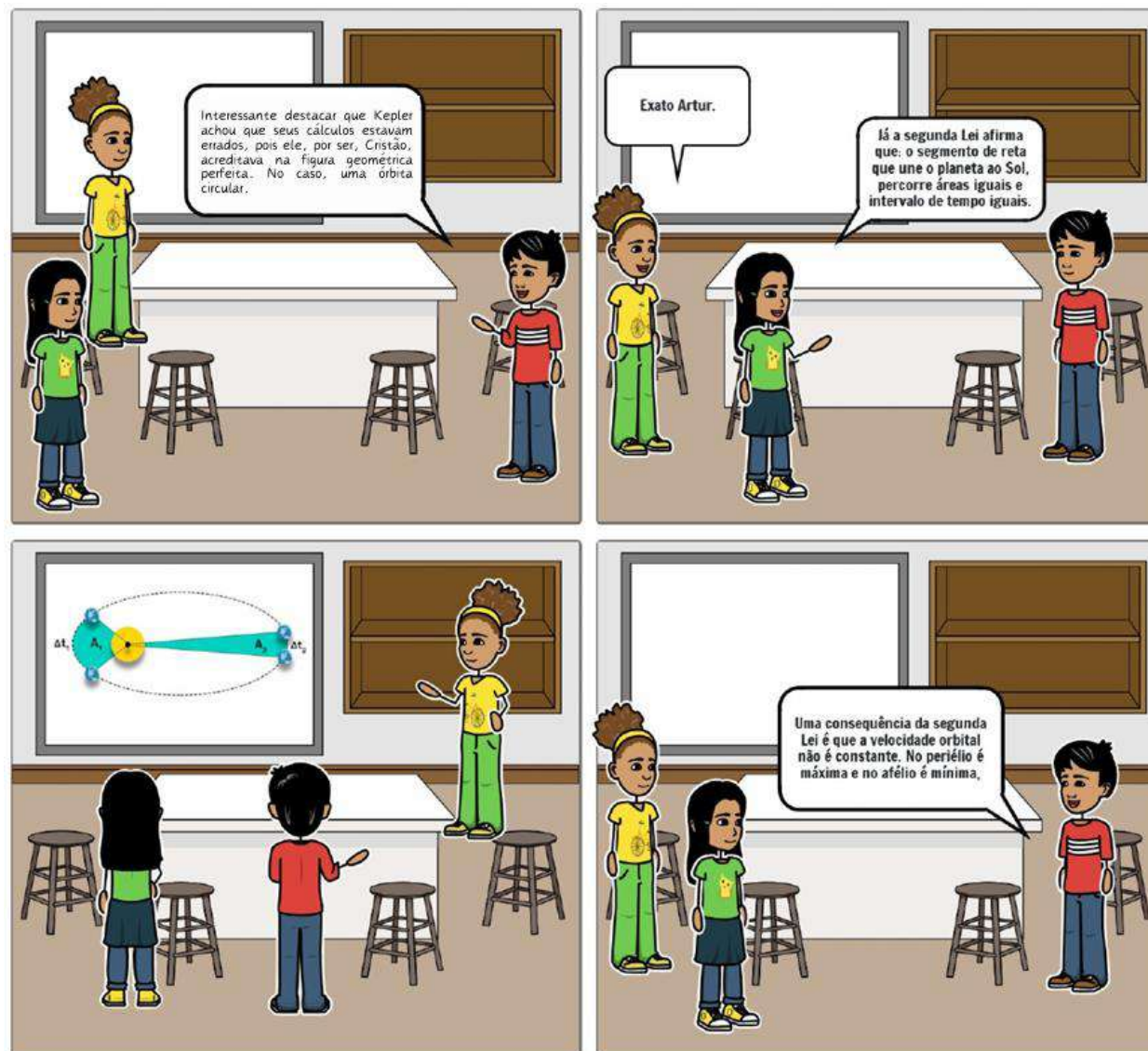


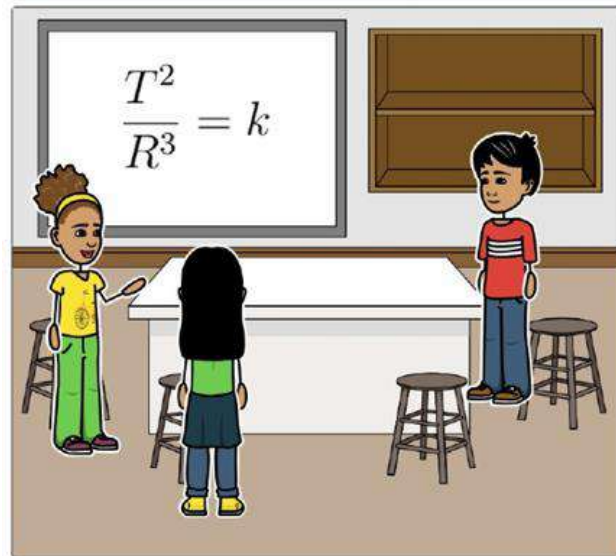
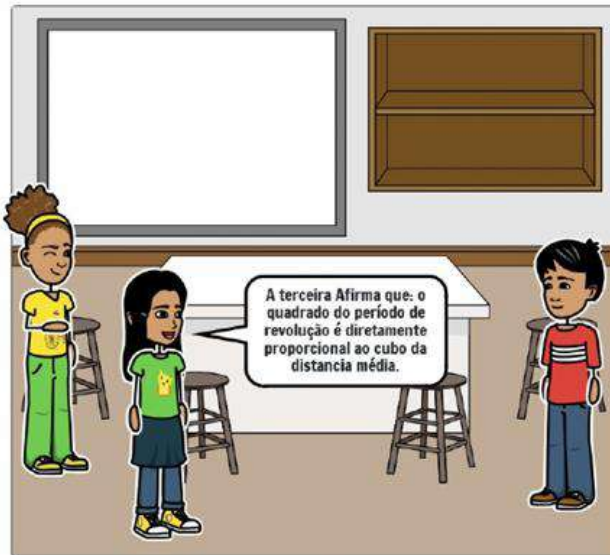
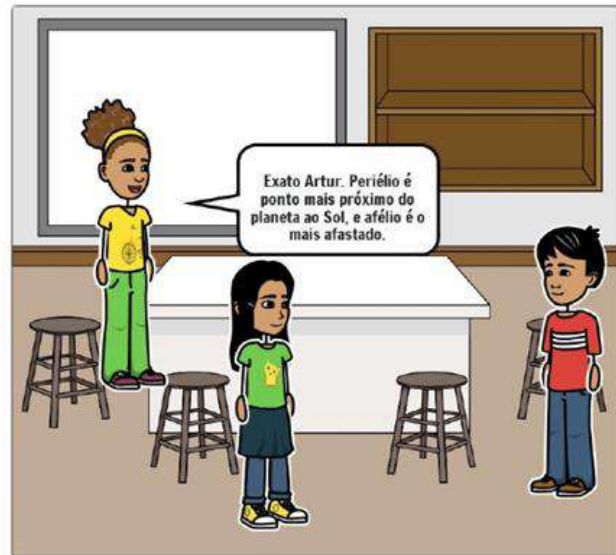


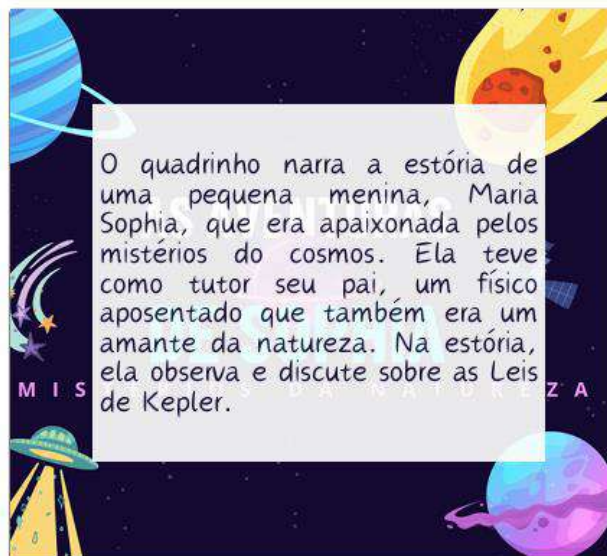
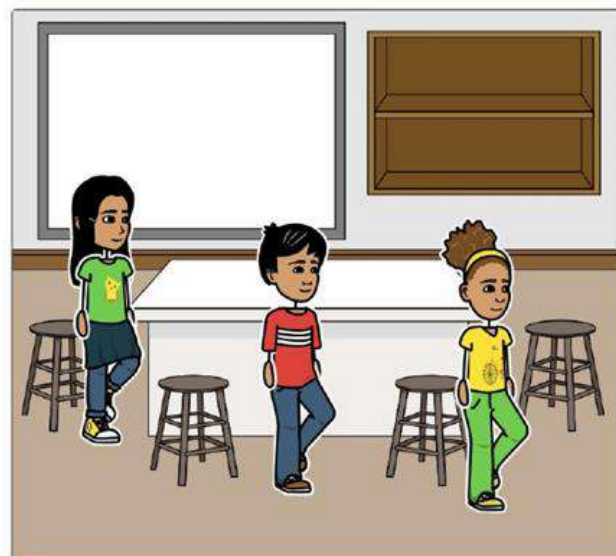












Apêndice J – Quadrinhos 10: Gravitação



