

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física
Polo **ufscar** Sorocaba



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE

DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

**O ENSINO DAS LEIS DE KEPLER COM A
MEDIÇÃO POR HISTÓRIAS EM QUADRINHOS**

LUIZ CLÁUDIO CHIAVINI OLIVEIRA JÚNIOR

ORIENTADORA: PROFA. DRA. ADRIANA DE OLIVEIRA DELGADO SILVA

Sorocaba - SP
Fevereiro de 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

**O ENSINO DAS LEIS DE KEPLER COM A
MEDIAÇÃO POR HISTÓRIAS EM QUADRINHOS**

LUIZ CLÁUDIO CHIAVINI OLIVEIRA JÚNIOR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-So) da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana de Oliveira Delgado Silva

Sorocaba - SP
Fevereiro de 2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade
Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Luiz Claudio Chiavini Oliveira Junior, realizada em 11/02/2023.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Adriana de Oliveira Delgado Silva (UFSCar)

Prof. Dr. Emerson Ferreira Gomes (IFSP)

Profa. Dra. Ana Lucia Brandl (UFSCar)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meu pai, Luiz Cláudio, e a minha companheira Fernanda Miyuki, pois sem eles do meu lado, nada disso seria possível.

AGRADECIMENTO

À minha orientadora, Dra Adriana de Oliveira Delgado Silva, que me apoiou, motivou e ensinou neste projeto de mestre desde o início e contribuiu valiosamente com sugestões e comentários durante a execução desta pesquisa.

À professora Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva e ao professor Dr. Rafael Henriques Longaresi por serem minhas inspirações quando iniciei o curso.

Aos membros do grupo de pesquisa GPEDIC, por participarem de minhas apresentações e contribuírem com suas opiniões para a melhoria deste trabalho.

Ao meu pai, Luiz Cláudio Chiavini Oliveira, e de sua esposa, Flávia Lopes Barbosa Chiavini, por nunca desistirem de mim e fazer do meu sonho o sonho deles também.

A minha companheira, Fernanda Miyuki Okawachi, por sempre me apoiar nesta jornada.

Aos meus irmãos André Luiz de Araújo Oliveira e Paulo Felipe Lopes dos Santos por serem minhas inspirações e para minha irmã Paola Gabrielle Barbosa de Camargo, que mesmo sem ter idade para entender sempre está do meu lado.

A minha colega Ingrid Lopes de Araujo Oliveira por me auxiliar com minhas cargas de trabalho.

Aos meus demais familiares por compreenderem minha ausência nas reuniões de família.

Aos membros do Departamento de Física, Química e Matemática da UFSCar pela infraestrutura concedida.

Aos leitores, por disporem de seu tempo para lerem meu trabalho.

Principalmente a todos os professores que passaram por minha vida, meus gigantes.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) durante todo o período de formação.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.”

Isaac Newton

RESUMO

C. O. Júnior, Luiz Cláudio. O Ensino Das Leis De Kepler Com A Mediação Por Histórias Em Quadrinhos, 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2023.

A motivação desse trabalho nasceu da situação de pandemia do COVID-19, em 2020, onde muito alunos mostravam-se desmotivados acompanhar as aulas remotas. Surgiu a ideia de elaborar um material atraente e com uma linguagem acessível, que pudesse ser utilizado pelos estudantes no contexto remoto. O conteúdo de Física abordado, foi escolhido em razão da ordem programática do ano letivo, onde optamos pela discussão das três leis de Kepler. A escolha pelo desenvolvimento de histórias em quadrinhos (HQ) veio do interesse que normalmente existe em relação a este estilo de texto. Como referencial teórico de ensino-aprendizagem, utilizou-se as ideias de Lev Vigotsky, considerando os conceitos de mediador, que seriam as HQs, e zona de desenvolvimento proximal. O produto educacional consistiu em 3 histórias em quadrinhos, cada uma abordando uma Lei de Kepler e uma atividade avaliativa elaborada na mesma linguagem das HQs. A elaboração desse produto foi dividida em diversas etapas desde o desenvolvimento do material, seguindo passos necessários na idealização e produção de uma HQ, passando por um teste da aplicação junto ao grupo de pesquisa, exposição do conteúdo em sala de aula com uso da ferramenta digital Nearpod e finalmente a aplicação da atividade avaliativa. De acordo com os relatos dos alunos, o uso das histórias em quadrinhos tem um grande potencial para auxiliar em seus estudos.

Palavras-chave: Vigotsky. Kepler. Mediação. Ensino de Física. Histórias em Quadrinhos.

ABSTRACT

C. O. Junior, Luiz Cláudio. The Teaching of Kepler's Laws Mediated by Comics. 2023. Dissertation (Master in Physics Teaching) – Federal University of São Carlos, Sorocaba campus, Sorocaba, 2023.

The motivation for this work was born out of the COVID-19 pandemic situation in 2020, where many students were unmotivated to attend remote classes. The idea arose to create attractive material with accessible language that could be used by students in a remote context. The Physics content addressed was chosen according to the content of the academic year, where we opted for the discussion of Kepler's three laws. The choice for the development of comics' book came from the interest that usually exists in relation to this style of text. As a theoretical framework for teaching-learning, Lev Vygotsky's ideas were used, considering the concepts of mediator, which would be the comics, and zone of proximal development. The educational product consisted of 3 comics, each one addressing a Kepler's Law and an evaluative activity elaborated in the same language as the comics. The elaboration of this product was divided into several stages from the development of the material, following the necessary steps in the idealization and production of a comic book, passing through an application test with the research group, exposition of the content in the classroom using the digital tool Nearpod and finally the application of the evaluative activity. According to the students' reports, the use of comics has great potential to assist in their studies.

Keywords: Vygotsky. Kepler. Mediation. Physics Teaching. Comics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Página da HQ "The Yellow Kid" no The New York Journal.	18
Figura 2 – Quadro de Hagar, o Horrível.....	19
Figura 3 – Quadrinho da turma da Mônica	19
Figura 4 – HQ de o Homem Aranha, onde se necessita de diversas edições para saber o desfecho da história.....	20
Figura 5 – Recorte da história em quadrinhos da turma da Monica, onde a conclusão do evento se dá em algumas páginas.	20
Figura 6 – Representação do plano americano.....	22
Figura 7 – Recorte do quadrinho Superman 199 onde Superman e Flash disputam uma corrida.	22
Figura 8 – Representação da característica do personagem Cebolinha.....	23
Figura 9 – Recorte da tirinha da turma da Mônica para visualização dos recursos verbais....	24
Figura 10 – Recorte do livro Almagesto de Cláudio Ptolomeu	28
Figura 11 – Movimento regular de Marte, imagem obtida através de simuladores do IAG-USP	30
Figura 12 – Movimento denominado retrógrado, imagem disponível através dos simuladores do IAG-USP	30
Figura 13 – Visualização onde Marte volta a seu movimento regular, imagem disponível através dos simuladores do IAG-USP	31
Figura 14 – Representação artística de Cláudio Ptolomeu, um dos autores do Geocentrismo	31
Figura 15 – Trajetórias circulares presentes no modelo de Ptolomeu.....	32
Figura 16 – Representação artística de Nicolau Copérnico, um dos autores do Modelo Heliocêntrico.	33
Figura 17 – Representação artística de Tycho Brahe, autor do modelo tychonico	34
Figura 18 – Representação artística de Johanes Kepler.	35
Figura 19 – Foco da circunferência e foco da elipse.....	36
Figura 20 – Modelo de Kepler para órbita dos planetas e valores de excentricidade das órbitas.	36
Figura 21 – Áreas varridas pelo raio vetor nas posições de afélio e periélio.	37
Figura 22 – Tabela com dados para verificação da terceira Lei de Kepler.	38
Figura 23 – Força gravitacional e força centrípeta.....	39
Figura 24 – Lev Vigotsky, o referencial teórico deste trabalho.	41

Figura 25 – Etapas da construção de uma HQ.	48
Figura 26 – Página do produto educacional onde se encontra o resultado final proposto pela logline.....	49
Figura 27 – Elaboração do roteiro utilizando ferramentas artísticas para sua produção.....	51
Figura 28 – Questão 1 da avaliação.....	58
Figura 29 – Questão 2 da avaliação.....	59
Figura 30 – Questão 3 da avaliação.....	59
Figura 31 – Questão 4 da avaliação.....	60
Figura 32 – Questão 5 da avaliação.....	60
Figura 33 – Questão 6 da avaliação.....	61
Figura 34 – Vídeo utilizado como consulta durante a avaliação pelo Grupo 1.....	62
Figura 35 – Parte do chat do Google Meet do Grupo 1.....	62
Figura 36 – Tabela desenvolvida pelos alunos do grupo 2 para resolver a atividade.	63
Figura 37 – Quadro da página 8 da terceira HQ, onde aparece a terceira lei de Kepler.	63
Figura 38 – Simulador de órbitas da plataforma PhET, disponível no aplicativo Nearpod....	69

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	16
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 HISTÓRIAS EM QUADRINHOS	17
2.1.1 Estrutura de uma história em quadrinhos	21
2.2 USO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NO ENSINO	24
2.2.1 O ensino de física e ciências através de histórias em quadrinhos	25
CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	27
3.1 UMA REVISÃO HISTÓRICA SOBRE ASTRONOMIA.....	27
3.1.1 Astronomia antiga	28
3.1.2 Modelo Geocêntrico.....	29
3.1.3 Geocentrismo aristotélico.....	29
3.1.4 Geocentrismo ptolomaico.....	31
3.1.5 Modelo Heliocêntrico	32
3.1.6 Astronomia nova.....	33
3.1.7 Johannes Kepler	34
3.2 LEIS DE KEPLER	35
3.2.1 Primeira lei de Kepler	36
3.2.2 Segunda lei de Kepler.....	37
3.2.3 Terceira lei de Kepler.....	38
3.3 REFERENCIAL TEÓRICO DE APRENDIZAGEM: LEV VIGOTSKY	40
3.3.1 Construção do conhecimento e zona de desenvolvimento proximal (ZDP)	44
CAPÍTULO 4 - DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA, DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO PRODUTO	47
4.1 PLANEJAMENTO DO PRODUTO E DESENVOLVIMENTO DAS HQS.....	47
4.1.1 O processo de criação das HQs	47
4.1.2 O processo de desenvolvimento das ideias e do material.....	52
4.1.3 Estratégia didática utilizada.....	53

4.2 PLANEJAMENTO E ELABORAÇÃO DA ATIVIDADE AVALIATIVA	53
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA TURMA DE APLICAÇÃO	54
4.4 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO	55
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS DA APLICAÇÃO E DISCUSSÃO	56
5.1 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES – PRÉ-AVALIAÇÃO.....	57
5.2 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES – AVALIAÇÃO	57
5.3 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES – PÓS-AVALIAÇÃO.....	69
CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A	78

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

A motivação inicial para o desenvolvimento deste trabalho partiu da necessidade de criar uma maneira diferenciada de ensinar física no período da pandemia, em 2020, quando foi necessário atrair os alunos para a disciplina, buscando maior participação dos mesmos em sala de aula e o interesse pelo conteúdo ministrado.

Com a paralisação das atividades presenciais nas escolas, tornou-se necessária a adaptação do processo educacional. Diversas escolas, para continuarem com seus trabalhos, recorreram ao recurso da educação não presencial ou ensino remoto. Foram utilizados recursos digitais, para que fosse possível ministrar as aulas e estabelecer a comunicação entre os docentes e os discentes. Muitos recursos de tecnologias de informação foram utilizados para o suporte às aulas e atividades letivas, como aplicativos de vídeo-chamadas, plataformas para disponibilização e recebimento de materiais, agendas digitais, criação de canais no youtube, etc.

Uma importante constatação sobre o período no qual as aulas migraram para o ensino remoto refere-se à mudança nos métodos utilizados por professores em suas aulas, uma vez que o recurso giz e lousa não era mais uma realidade. Tornou-se visível uma situação que muitos professores estavam trabalhando fora da sua zona de conforto, provendo aulas no ensino remoto sem uma prévia preparação de como utilizar os recursos disponíveis. Outra adversidade, vivenciada por muitos professores, foi a dificuldade de comunicação com os alunos. Muitos docentes se sentiam sozinhos em suas aulas, pois mesmo tendo muitos acessos de alunos nas salas virtuais, estes não se comunicavam e não era sequer possível vê-los, pois não ativavam suas câmeras. Um dos grandes questionamentos decorrentes era se os alunos realmente estavam presentes nas aulas ou só acessavam a sala e iam fazer outras atividades? Infelizmente a resposta para esse questionamento por hora não é precisa. Cabe mencionar ainda, que do ponto de vista

dos alunos, era nítida a desmotivação, parte devido à falta de preparo dos professores no uso dos recursos digitais, parte devido a própria dispersão de atenção que o uso de celular e do computador promove. Como reflexo desse desinteresse, a frequência em aula foi diminuindo.

Sem um suporte efetivo da maioria das escolas, nem uma política pública clara sobre atuação docente na pandemia, coube a cada professor buscar seu próprio caminho e se reinventar nesse conturbado período. Eu, particularmente, busquei explorar as potencialidades dos recursos de tecnologia da informação e comunicação, o que se mostrou muito eficiente. As aulas tornaram-se mais interessantes, pois os novos recursos atraíam os alunos. O uso de simuladores, por exemplo, possibilitou uma demonstração mais precisa do tópico abordado em sala de aula, quando comparado a uma aula tradicional, com uso de desenhos e esquemas feitos no quadro.

Outra ideia que surgiu, diante desse cenário de difícil comunicação com os estudantes, foi o uso de histórias em quadrinhos (HQs) nas aulas e no processo de ensino-aprendizagem. Após uma etapa inicial de planejamento e discussão, essa ideia se tornou o produto a ser desenvolvido durante o meu Mestrado no MNPEF. Sabe-se que ensinar utilizando HQs ou pequenas tirinhas não é algo novo. Porém, o uso de uma história, desenvolvida por um professor, tende a direcionar melhor os assuntos abordados e contribuir para motivação dos alunos quanto ao aprendizado de ciências. Além disso, esse produto educacional poderia ser usado pelo aluno independentemente de onde ele estivesse, seja na escola, na sua casa ou em qualquer outro lugar. Com o acesso fácil à internet e o período de aulas remotas, optamos pelo formato digital para a divulgação das histórias. Porém, em outros contextos, as mesmas poderiam ser impressas para desenvolvimento das atividades. De acordo com Barbosa: “palavras e imagens, juntos, ensinam de forma mais eficiente a interligação do texto com a imagem, existente nas histórias em quadrinhos, amplia a compreensão de conceitos de uma forma que qualquer um dos códigos, isoladamente, teria dificuldades para atingir” (BARBOSA, 2006, p.22).

O produto educacional desenvolvido consistiu em uma série de três histórias em quadrinhos, no formato digital, para explicar as leis de Kepler para os alunos do primeiro ano do ensino médio. Essa proposta se mostrou interessante, pois além de possibilitar a abordagem de conteúdos da disciplina de física, com exemplos práticos da aplicação dos conceitos e a contextualização do assunto tratado, ele teria a capacidade de ser um instrumento mediador do conhecimento para o estudante de uma maneira organizada e atrativa.

Nesse contexto, empregamos as ideias de Vigotsky para o desenvolvimento e a análise da aplicação do produto. O trabalho buscou aplicar processos de aprendizagem mediada,

fazendo do produto uma figura essencial para ser a ligação entre o aluno e o conhecimento. Como dito por Vigotsky: "O aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer" (VIGOTSKY, 2007, p.103). Ainda na abordagem Vigotskyana, foram investigados os processos de interação entre os estudantes durante a aplicação da atividade avaliativa.

1.1 OBJETIVOS

Geral

Avaliar o uso de um conjunto de histórias em quadrinhos como mediador no processo de ensino-aprendizagem das três leis de Kepler, utilizando plataformas digitais no contexto do ensino remoto.

Específicos

1. Desenvolver um produto educacional capaz de apresentar o conteúdo das Leis de Kepler de uma maneira clara para alunos do primeiro ano do ensino médio por meio da criação de histórias em quadrinhos no formato digital.
2. Favorecer a comunicação com os alunos e entre eles no período de ensino remoto e motivá-los ao interesse pelos tópicos da disciplina de Física.
3. Promover a curiosidade pelas ciências por meio da aplicação de um método diferenciado de ensino, utilizando recursos artísticos e plataformas digitais.
4. Desenvolver uma atividade avaliativa compatível com a linguagem utilizada no produto educacional.
5. Analisar as atividades realizadas pelos alunos, na busca por indícios do processo de ensino-aprendizagem das Leis de Kepler, utilizando os conceitos vigotiskianos de mediação e zonas de desenvolvimento.

Capítulo 2

REVISÃO DA LITERATURA

O hábito de ler histórias, sejam elas na forma de quadrinhos ou de literatura, faz com que encontremos personagens que nos motivam, que trazem aquela mensagem incentivadora para um momento em específico, como dito por um personagem de Senhor dos Anéis, Galadriel: “Mesmo a menor pessoa pode mudar o curso da história” (J.R.R. Tolkien, 2002)

2.1 HISTÓRIAS EM QUADRINHOS

O recurso de registrar ações através de desenhos é conhecido desde o homem primitivo, muito antes da invenção da escrita.

As histórias em quadrinhos, por sua vez, surgiram no final do século XIX, de acordo com Nascimento (2013). Elas eram impressas em papéis produzidos da polpa de madeira, para que tivessem um baixo custo e, conseqüentemente, um maior alcance desse novo meio de comunicação. As histórias traziam fantasias do faroeste, sendo vendidas a preços acessíveis a população geral. Conforme foram ganhando visibilidade, começaram a ser destaques nas páginas de jornais.

Essa arte de narrar ações, histórias ou fatos através de HQs, tirinhas ou quadrinhos é utilizada de maneira impressa e colorida desde 1894, quando nos Estados Unidos da América surgiu a história pioneira, a intitulada história “The Yellow Kid” (Figura 1), uma narração criada por Richard Outcault, que tratava das aventuras de uma criança na cidade americana de Nova Iorque (Richard Outcault, 1894).

Um fator importante a ser mencionado nesta arte é o uso dos jargões presentes nos diálogos dos personagens, algo que trouxe um regionalidade para a obra e permitiu transmitir essas referências para outras localidades do país.

De acordo com as interpretações de Ian Gordon (1998), a inovação que seria visível a partir da introdução do personagem auxiliou muito a forma de se comunicar utilizando este tipo de arte. Mesmo que o personagem que utiliza roupas amarelas sempre se comunicava com frases escritas em suas roupas, a introdução dos balões para os diálogos entre os outros personagens surgiu destas tirinhas.

Figura 1 – Página da HQ "The Yellow Kid" no The New York Journal.



Fonte: The Yellow Kid assume uma reivindicação em Klondyke (Richard Outcault, The New York Journal, 1897).

Quando a narrativa vem de uma sequência de figuras com curtos diálogos já é possível ter uma história em quadrinhos, de acordo com Tatalovic (2009), que as classifica em quatro níveis (mesmo que atualmente seja comum dar o mesmo nome a todos os tipos): quadros únicos, tirinhas, novelas e histórias em quadrinhos.

Quadro único – Um tipo de história simples e curta, que necessita passar uma rápida mensagem, ilustrado na Figura 2.

Tirinhas – Também uma história curta, que utiliza alguns quadros para ter sua conclusão, geralmente o tipo de ferramenta utilizada em jornais, revistas ou materiais didáticos, conforme Figura 3.

Novelas – Uma história maior, onde são necessários vários volumes para encontrar a conclusão do enredo. Popular entre as histórias de super-heróis (Figura 4) ou em livros da cultura asiática, conhecidos como mangas, onde também se tem a necessidade de alguns volumes para ser possível encontrar o desfecho final a história.

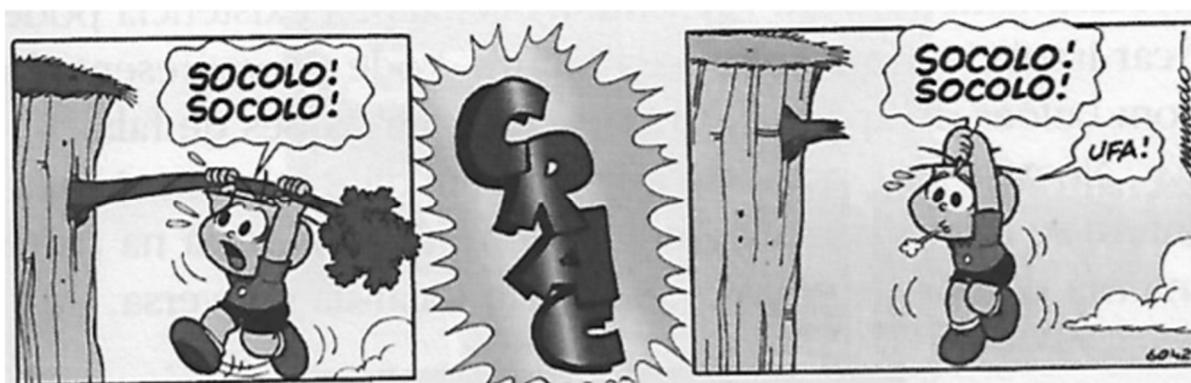
Histórias em quadrinhos longas – Uma história maior, mas que não depende de diversas edições para seu desfecho, mas sim de algumas páginas, ilustrada na Figura 5.

Figura 2 – Quadro de Hagar, o Horrível.



Fonte: (Dik Browne, Folha de São Paulo, 2012)

Figura 3 – Quadrinho da turma da Mônica



Fonte: (RAMOS, 2010, p.43)

Figura 4 – HQ de o Homem Aranha, onde se necessita de diversas edições para saber o desfecho da história



Fonte: (Stan Lee, Amazing Fantasy, 1962, capa)

Figura 5 – Recorte da história em quadrinhos da turma da Monica, onde a conclusão do evento se dá em algumas páginas.



Fonte: <https://turmadamonica.uol.com.br/revistasespeciais/?ed=o-que-esta-acontecendo>

2.1.1 Estrutura de uma história em quadrinhos

De acordo com Vergueiro (2009), uma história em quadrinhos é a união de dois recursos que tendem a unir características de texto e imagem para o leitor. Segundo ele, a união do recurso visual com o recurso verbal traz uma característica única para esse tipo de arte, onde existe a possibilidade de que o leitor possa ter uma interpretação diferente quando comparada a leitura de um livro comum que utiliza apenas do recurso verbal para suas interpretações.

Recursos visuais

Quando a intenção de trabalhar o recurso visual é colocada em pauta, de acordo com Vergueiro (2009), todos os elementos referentes às ilustrações de personagens ou de cenário devem ser considerados. Como já mencionado, existem diferentes tipos de histórias em quadrinhos que podem ser utilizadas para a representação artística necessária, desde representações coloridas ou em preto e branco.

Para uma comum **representação visual** tem-se os elementos:

(i) **Quadro** - É o espaço determinado para a representação artística (união do visual e/ou verbal). A união de dois ou mais quadros pode representar uma certa ordem cronológica para a apresentação dos fatos.

(ii) **Posicionamento de informações** - A alteração de um ângulo ou o posicionamento da imagem dentro de um quadro pode trazer ao leitor um foco diferente. A correta maneira de como posicionar uma imagem, seja ela um objeto ou um personagem pode influenciar o leitor a interpretações manipuladas pelo artista, sendo este um recurso utilizado apenas com o correto posicionamento das informações desejadas em um ou mais quadros na página.

(iii) **Plano** - A representação de um personagem nem sempre é comum, em diversas histórias é comum ver o foco do personagem ser alterado de acordo com a intensidade da cena. Dentre as possíveis maneiras de representar um personagem tem-se aqueles que aparecem com o corpo inteiro, somente metade de seu corpo, a união de diversos quadros para mostrar uma transição, dando a interpretação de movimento do plano ou do próprio personagem e a representação utilizando a meia altura conhecida como plano americano, onde o personagem aparece da altura de seus joelhos até a cabeça, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Representação do plano americano



Fonte: (Magali nº 385, Mauricio de Sousa, 2005, p.38)

(iv) **Metáforas visuais** - Elementos utilizados para representar uma ação em um objeto inanimado, como riscos que podem representar movimentos (Figura 7).

Figura 7 – Recorte do quadrinho Superman 199 onde Superman e Flash disputam uma corrida.



Fonte: (Superman 199, Jack Miller, 1939, p.11)

(v) **Personagens** - A definição de cada personagem, de cada personalidade que eles vão ter traz a característica única a eles. Como um exemplo o personagem Cebolinha da turma da Mônica, Figura 8, que tem como característica a sua fala.

Figura 8 – Representação da característica do personagem Cebolinha.



Fonte: (Cebolinha nº42, Mauricio de Sousa, 2010, p.4).

Além dos recursos visuais, as HQs também fazem uso de **recursos verbais** característicos, para apresentar o texto ou a narrativa necessária para representar a comunicação entre os personagens ou mensagens que necessitam ser apresentadas ao leitor. Este tipo de recurso é muito importante uma vez que eles trazem a interpretação de som ou de ações de objetos inanimados quando necessário, como ilustrado na Figura 9.

(i) **Balões** - Assim como no recurso visual a utilização dos quadros é utilizada para delimitar a representação artística, os balões são utilizados para a representação verbal de um ou mais personagens e também como forma de comunicar pequenos informes sobre o cenário.

(ii) **Onomatopeias** - Recurso verbal que tende a trazer a interpretação natural de um som, transmitindo de forma literal para o leitor o som da ação de um objeto. Importante ressaltar que a ferramenta da onomatopeia trabalha na maior parte das vezes junta da ferramenta visual já mencionada como metáforas visuais, onde uma tende a complementar a informação apresentada pela outra.

(iii) **Legendas** - Ferramenta de comunicação entre o autor e o leitor, quando se faz necessário a introdução de um contexto ou de um comentário necessário a ser transmitido.

Figura 9 – Recorte da tirinha da turma da Mônica para visualização dos recursos verbais.



Fonte: (Cascão nº9, Mauricio de Sousa, 2001, p.3)

2.2 USO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NO ENSINO

Nascimento (2013) ressalta em seu trabalho que as Histórias em Quadrinhos devem ser vistas como uma ferramenta de suma importância para o trabalho em sala de aula, podendo trazer maior suporte e significado para os alunos, por meio de suas ilustrações e contextualizações diversificadas, levando-o a conhecer outros meios de estudar e compreender os mais variados temas e assuntos.

Dentre as vantagens que podem ser observadas quando há incentivo à leitura de histórias em quadrinhos destacam-se a aquisição de novo vocabulário, o encorajamento para leitura e maior facilidade na compreensão do conteúdo. De acordo com Barbosa (2004), há várias décadas, as histórias em quadrinhos fazem parte do cotidiano de crianças e jovens, sua leitura sendo muito popular entre eles. O autor argumenta que as histórias em quadrinhos aumentam a motivação dos estudantes para o conteúdo das aulas, aguçando sua curiosidade e desafiando seu senso crítico.

A construção do conhecimento para o aluno pode ter um processo facilitado quando o uso de uma representação auxilia na elaboração do conceito, ainda de acordo com Barbosa, (2004), “palavras e imagens, juntos, ensinam de forma mais eficiente”, uma vez que era uma das propostas do produto educacional, tornar visual para o aluno aspectos que nem todos os professores conseguissem demonstrar na sala de aula, uma vez que “a interligação do texto com a imagem, existente nas histórias em quadrinhos, amplia a compreensão de conceitos de uma forma que qualquer um dos códigos, isoladamente, teria dificuldades para agir”.

2.2.1 O ensino de física e ciências através de histórias em quadrinhos

Silva (2010) defende o uso de tirinhas e HQs no ensino ciências, pois, segundo ele, esses recursos representam um atrativo para os estudantes e consistem num instrumento eficaz para auxiliar o aluno a compreender e assimilar de forma alternativa o conteúdo que lhe foi apresentado.

Podemos destacar também que as HQs permitem, além de ensinar física de maneira significativa, ensinar de maneira leve, criativa e engraçada, como propôs Ramos (2016), ao relatar que o humor pode ser aplicado nas aulas por meio de piadas, risos e abordagens leves e interessantes ao aluno, dando relevância a imaginação e enaltecendo a física como o centro do estudo no processo de aprendizagens de novos conhecimentos.

Em seu trabalho, Ramos (2016) faz uma referência ao seriado “The Big Theory”, ilustrando como o humor pode ser relacionado à física. No enredo da série, o jovem pesquisador Sheldon faz piadas inteligentes em todos os capítulos, fazendo com que a física pareça ser engraçada e acessível de entendimento, trazendo boas risadas ao telespectador. Segundo Ramos (2016), não importa qual o instrumento utilizado, seja ele, a literatura ou séries de TV, os vínculos entre física e humor estão sempre conectados.

Quando se pensa em uma nova tática para se transmitir o conhecimento para os discentes, um recurso comum é incentivar os alunos a produzirem seus próprios conteúdos, muitas vezes auxiliados pelo docente. Na dissertação de Alvares (2019), a autora apresenta um produto educacional que tende a envolver e promover interações entre os estudantes, por meio da produção coletiva (em grupos) de histórias em quadrinhos que utilizam conteúdos de Física.

Outro exemplo de aplicação de histórias em quadrinhos no ensino de ciências foi a série de histórias em quadrinhos desenvolvidas pelos alunos da Universidade Federal de São Carlos, conhecida como GIBIO, que atuava nos aspectos do ensino de biologia (LAGANÁ, 2007). Além desse, as dissertações de mestrado de Iwata (2015) e Lorençon (2019) também foram voltadas para o ensino de química e física, respectivamente.

Quando analisamos os potenciais da metodologia aplicada nas histórias em quadrinhos em sala de aula, pode-se fazer uma analogia em relação a conteúdos complexos, tornando-os mais significativos e palatáveis aos alunos, como por exemplo, uma tirinha que conduz a uma boa abordagem ou um exercício. O uso desse recurso deve proporcionar situações que favoreçam a aprendizagem, além de:

Buscar produzir um material que não apenas desperte a curiosidade do aluno, mas seja também capaz de permitir que ele reflita e aprenda o conceito abordado através de suas próprias deduções e conclusões. [...]. As tirinhas não devem ser óbvias ou conter explicações que não deixem espaço para [inferências ou deduções] (CARUSO; CARVALHO, 2008, p.6).

Em relação ao uso de histórias em quadrinhos para o ensino de física, verifica-se que existem diversos livros com conteúdo prontos para a interpretação de diversos temas diferentes. Um exemplo deste tipo de aplicação é o confronto que pode ser feito em sala de aula sobre a aplicação dos conceitos físicos aplicados a super-heróis, como proposto por Gonzaga (2014). Neste trabalho verificam-se muitas aplicações do ensino de física, tanto no nível médio, quanto no nível superior, a partir de elementos presentes nas histórias de super-heróis, uma vez que em alguns, a relação entre a física e a realidade é descrita de uma maneira consciente, porém em outros casos existe grande quantidade de dados equivocados que podem motivar uma discussão construtiva em sala de aula. As histórias em quadrinhos do herói Batman são um exemplo mencionado por Gonzaga (2014), pois este herói, que não tem superpoder, utiliza a ciência nas histórias para aprimorar suas habilidades no universo da história.

Capítulo 3

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo se baseia nas obras: “Breve História da Ciência Moderna” (2003) por José Claudio Reis e Marco Braga, “Física - Conceitos & contextos 1 - Ensino médio” (2016) por Maurício Pietrocola, Alexander Pogibin, Renata de Andrade e Talita Raquel Romero e “Curso de Física Básica: Mecânica (Volume 1, 2013)” por Herch Moysés Nussenzveig.

3.1 UMA REVISÃO HISTÓRICA SOBRE ASTRONOMIA

O ato de observar o universo acompanha o homem há anos, por meio da observação das estrelas, da lua, dos movimentos, das constelações ou de qualquer outro elemento que estivesse acima do nosso céu. Essas observações, muitas vezes registradas de maneiras diferentes por culturas diferentes, nos deram um grande conjunto de informações sobre padrões de movimentos de corpos que estão, fisicamente, distantes de nós. Essa curiosidade do que acontece no céu, que compreende os estudos de Ptolomeu, Copérnico, Tycho Brahe, Kepler e muitos outros impulsionou o desenvolvimento de tudo que conhecemos hoje da Astronomia.

Quando abordamos o estudo dos movimentos dos corpos celestes é de suma importância relacioná-lo à história e aos importantes processos de sua construção. Mesmo que hoje alguns estudos sejam considerados errados, eles foram importantes para chegarmos às conclusões e ao conhecimento que temos.

3.1.1 Astronomia antiga

Apesar de pouco se saber sobre o Matemático grego Cláudio Ptolomeu, que foi altamente influenciado por Hiparco e pelas filosofias aristotélicas, pode-se recorrer as suas obras para perceber a importância que ele teve para o cenário científico da época e para a elaboração dos primeiros conceitos de astronomia.

Ptolomeu, que não estudava apenas matemática, mas também astronomia, geografia e cartografia, no século II, escreveu o que é considerado um dos textos científicos com mais autoridade no mundo, o Almagesto, que traduzido do árabe tem como significado “o grande tratado”. Esta obra reúne a maior relação de estrelas que eram conhecidas na antiguidade, tendo cerca de mil estrelas catalogadas, as quais eram utilizadas por povos europeus e árabes para localização. O famoso sistema geocêntrico tem sua versão final descrita nessa obra, uma coleção que tinha 13 livros.

No primeiro e segundo livro de sua obra, Ptolomeu defende um ponto de vista aristotélico, que é fundamental para o seu trabalho, onde define e justifica o modelo geocêntrico.

Figura 10 – Recorte do livro Almagesto de Cláudio Ptolomeu

Sonne et Stelle	Longitude			D	Latitudo		
	o	g	m		g	m	sec
Que est in medio reclinatozj sedis	0	7	50	S	51	40	3
Que est in extremitate reclinatozj	0	7	50	S	51	40	6
Illyz g tredecē stellaz in magnitudine tertia sunt q̄tuoz. in quarta sex. in quinta vna. in sexta due							
Stellatio Leleub: cui nomē i latino ē p̄seus: ⁊ ē deferēs caput Algol. Imago Undecima							
Stella q̄ ē in reuolutione nebulosa: q̄ ē sup extremitatē man ^o dextre	0	27	40	S	40	35	nebulosa
Que est super marsic dextrum	1	1	10	S	37	30	4
Que est super spatulam dextram	1	2	40	S	34	30	4 .e.l.
Que est super spatulam finistram	0	27	30	S	32	20	4 .e.l.
Que est super caput	1	0	40	S	34	30	4
Que est inter duas spatulas	1	1	30	S	31	10	4
Lucida que est in latere dextro	1	4	50	S	30	0	2
Antecedens trium que sunt post eam in hoc latere	1	5	20	S	27	30	4
Media trium	1	7	0	S	27	40	4
Sequens earum	1	7	40	S	27	30	3
Que est super marsic finistram	1	0	40	S	27	0	4
Lucida earum que sunt in capite Algol	0	29	40	S	23	0	2
Sequens earum	0	29	10	S	21	0	4
Antecedens lucidam	0	27	40	S	21	0	4
Antecedens hanc etiam: ⁊ est secunda	0	26	50	S	22	15	4
Que est in genu dextro	1	14	50	S	28	15	4
Antecedens hanc: ⁊ est supra genu	1	13	50	S	28	10	4
Antecedens duarum que sunt in ventre core	1	12	20	S	25	10	4
Stella postrema earum in vnitute ventris core	1	14	0	S	26	35	4
Que est super musculam cruris dextri	1	14	10	S	24	30	5
Que est super calcaneum dextrum	1	16	20	S	28	10	5

Fonte: <http://www.astronomiapratica.com.br/informacoes/breve-historia-da-astronomia/>

3.1.2 Modelo Geocêntrico

A prática de observar o céu fez com que os antigos pesquisadores dos astros notassem algumas semelhanças no movimento deles, como por exemplo a posição relativa de uma estrela para a outra, dia após dia. Esses visíveis padrões encontrados pelos antigos pesquisadores fizeram com que alguns aparatos pudessem ser construídos a partir dessas medições, como calendários e maneiras de marcar o tempo, que tinham grande influência para o controle da agricultura local. A partir desses estudos temos a construção dos primeiros modelos cosmológicos, ou seja, uma representação conceitual e em alguns casos até produções cartográficas que tinham como intenção descrever o céu observado e para estudos referentes ao início e a evolução do universo, que em alguns registros, tinham explicações da movimentação dos corpos celestes.

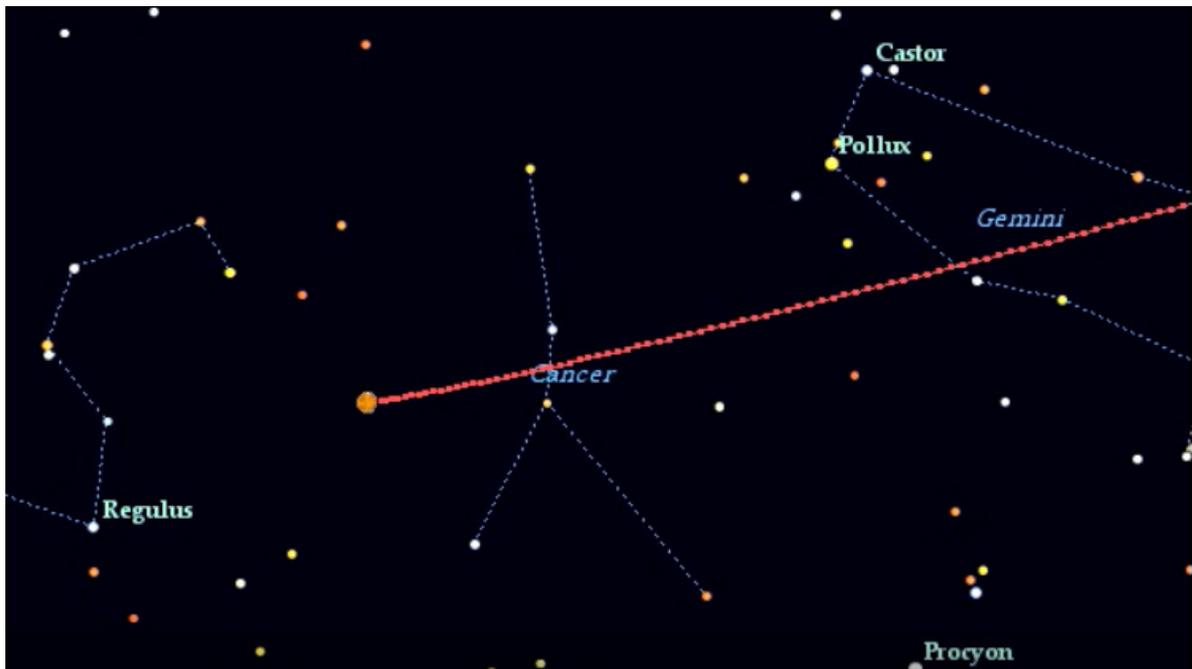
3.1.3 Geocentrismo aristotélico

Um estudo que foi fortemente defendido pelos aristotélicos, povo influenciado pela filosofia de Aristóteles na época de 350 a.C., foi a ideia de que a Terra era o centro do universo e que os outros corpos que estavam em torno dela estariam a orbitando. Visto que numa explicação simplificada verifica-se que o nascer do sol a leste e seu pôr a oeste, pode-se supor que os corpos fora do nosso planeta estavam girando em torno da Terra, o que satisfazia muitas dos questionamentos gerados na época. Um dos problemas encontrados pelo sistema geocêntrico de Aristóteles era um movimento específico que acontecia com os planetas: o movimento retrógrado, uma vez que um planeta além de se mover em torno de uma estrela, as vezes apresentavam um movimento de retrocesso na sua trajetória. Para ilustrar esse tipo de movimento temos uma sequência de figuras.

Na Figura 11 está simulado o movimento de Marte entre o período de 08/2009 até 12/2009, ilustrando o movimento regular do planeta, onde seu trajeto não se altera. Na Figura 12 observa-se o movimento denominado retrógrado, no período de 12/2009 até 03/2010. Finalmente, na Figura 13, o planeta retoma seu movimento regular, no período de 03/2010 até 06/2010.

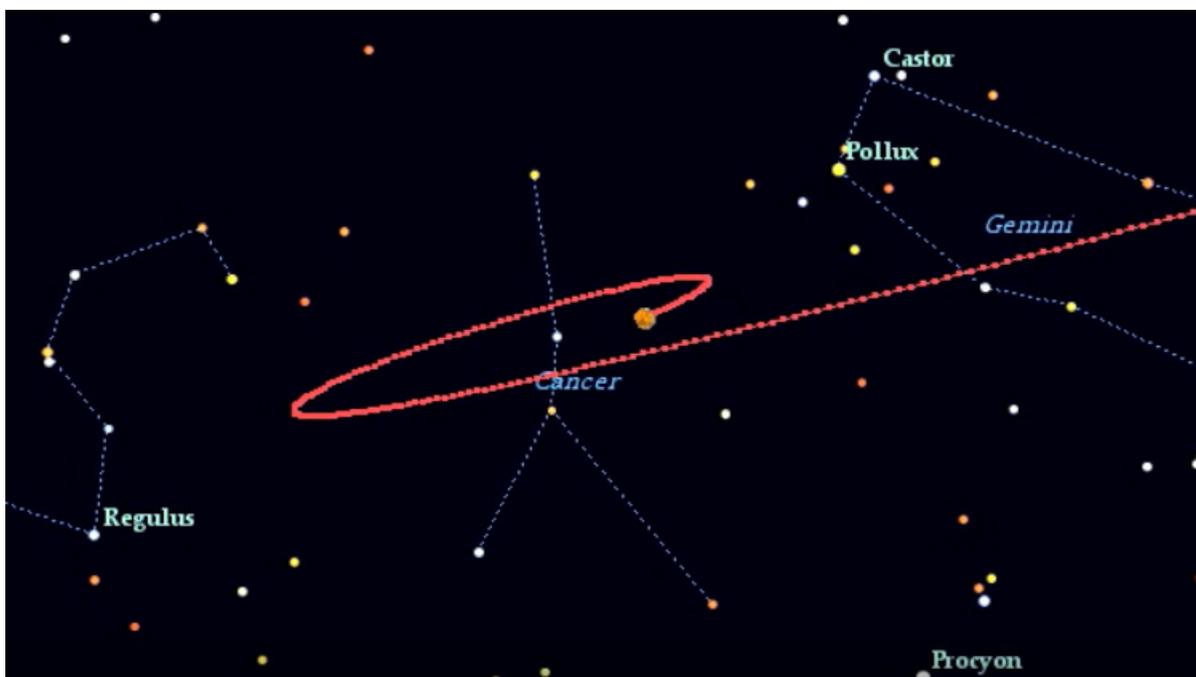
Esse tipo de movimento (retrógrado) ia contra o princípio adotado pelos aristotélicos, uma vez que para eles o movimento que os corpos realizavam em torno da Terra deveria ser perfeitamente circular e com velocidade constante.

Figura 11 – Movimento regular de Marte, imagem obtida através de simuladores do IAG-USP



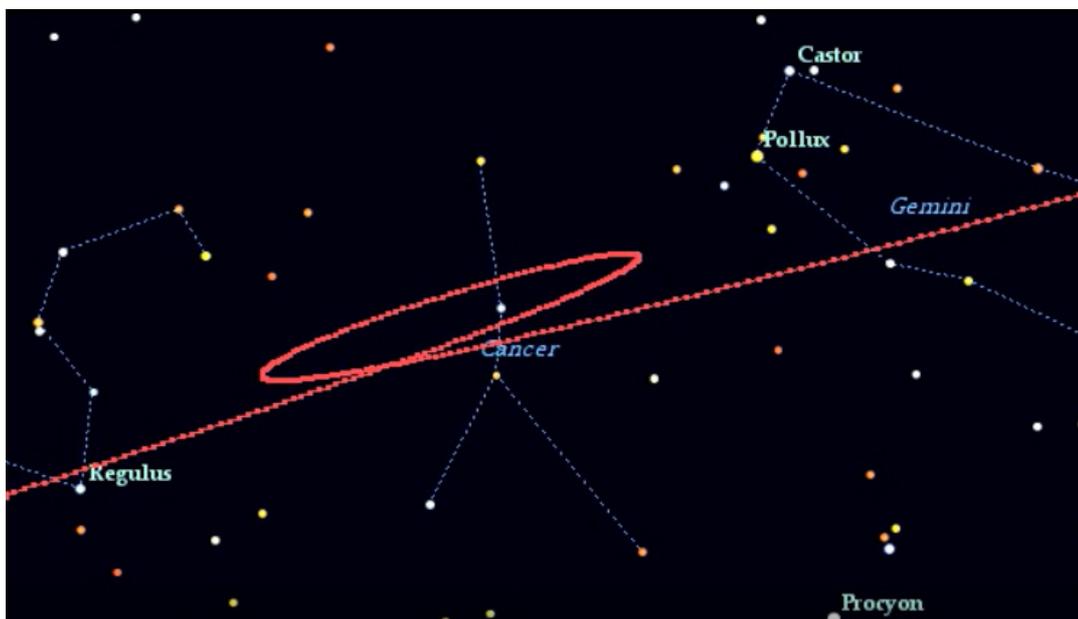
Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/Retrogrado/retrogrado.html>

Figura 12 – Movimento denominado retrógrado, imagem disponível através dos simuladores do IAG-USP



Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/Retrogrado/retrogrado.html>

Figura 13 – Visualização onde Marte volta a seu movimento regular, imagem disponível através dos simuladores do IAG-USP



Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/Retrogrado/retrogrado.html>

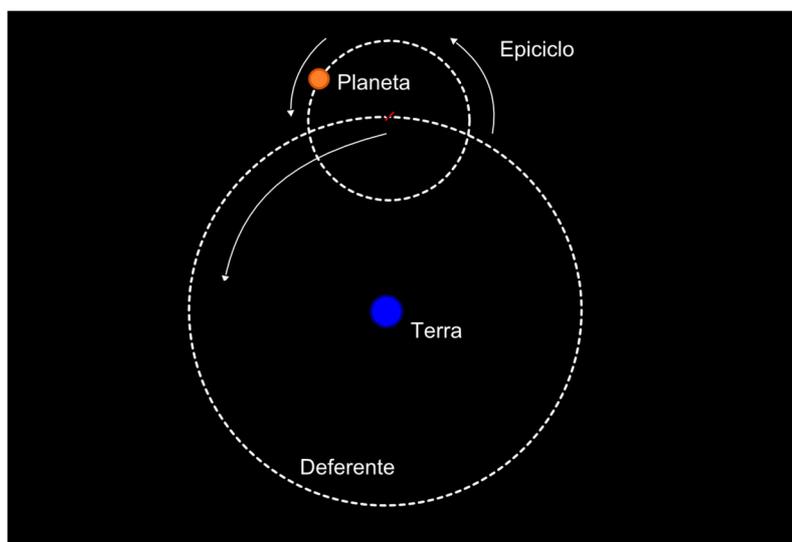
3.1.4 Geocentrismo ptolomaico

Cláudio Ptolomeu (Figura 14) se baseou nos estudos já feitos pelos aristotélicos e também em estudos feitos por babilônicos, que tinham registros de observações dos astros para descrever os movimentos que eram examinados. O ponto principal no modelo ptolomaico era o fator de que cada planeta orbitava pequenos círculos, denominados epípiclos, que nada mais era do que uma trajetória circular formada por um astro a uma certa distância da Terra que ele, o epípiclo, por sua vez orbitava a Terra, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 14 – Representação artística de Cláudio Ptolomeu, um dos autores do Geocentrismo



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/p1/p1.htm>

Figura 15 – Trajetórias circulares presentes no modelo de Ptolomeu

Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/Retrogrado/retrogrado.html>

A resolução de Ptolomeu para o problema encontrado pelos aristotélicos foi por muito tempo aceita, uma vez que ela conseguia corrigir muitos dos problemas que o modelo anterior do geocentrismo apresentava, como o movimento retrógrado, que ele explica nos dois últimos livros de sua já mencionada obra, o *Almagesto*. É importante ressaltar que em sua obra muitas relações astronômicas são mencionadas, como o movimento dos planetas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno, que são os cinco planetas observáveis a olho nu.

3.1.5 Modelo Heliocêntrico

Vivendo na época do renascimento, o polonês Nikolaus Koppernik ou Nicolau Copérnico (Figura 16), em meio a análises sobre o modelo geocêntrico de Ptolomeu, percebeu incoerências matemáticas apresentadas no modelo cosmológico que, até então, era aceito. Em suas análises, Copérnico destacou um ponto importante para a sua reflexão, a ideia do modelo geocêntrico de Ptolomeu na qual os planetas não orbitavam a Terra, mas sim um trajeto circular denominado epiciclo, e ele por sua vez orbitava a Terra. É importante ressaltar que no início dos estudos de Nicolau Copérnico ele não pretendia desenvolver um novo modelo cosmológico, mas sim restabelecer o princípio geocêntrico anterior, o geocentrismo aristotélico.

“*De revolutionibus orbium coelestium*”, livro publicado por Copérnico em 24 de maio de 1543 e considerado um dos livros mais importantes do período do renascimento, define o que conhecemos hoje como modelo heliocêntrico. Importante destacar que para estabelecer esse modelo, Copérnico define o sol como o centro do universo, de onde vem o nome hélio,

que significa sol em grego e o termo cêntrico que significa no centro, também do grego. Em sua obra, cuja tradução significa “Das revoluções das esferas celestes”, ele retorna a antiga astronomia grega para tentar definir o movimento dos planetas, e demonstra que, ao definir o sol no centro do universo, todos os planetas, inclusive a Terra, orbitam o sol em uma trajetória circular.

Figura 16 – Representação artística de Nicolau Copérnico, um dos autores do Modelo Heliocêntrico.



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/p1/p1.htm>

Em seus estudos, Copérnico enfrenta o mesmo problema de geocentrismo aristotélico, o de explicar o movimento retrogrado que os astros possuem. O sistema heliocêntrico, contudo, justifica esse fenômeno como uma consequência dos movimentos orbitais que os planetas possuem. O movimento de aparente retrocesso resulta da composição de movimentos que os planetas têm ao redor do sol. Uma vez que possuem velocidades e rotas diferentes, em alguns momentos tem-se a impressão que um planeta pode se movimentar para frente e em outros momentos se movimentar para trás.

3.1.6 Astronomia nova

Os estudos referentes a astronomia do século XVI tinham muita influência da astrologia. Deve ser levado em consideração também que mesmo após a publicação de Copérnico sobre o sistema heliocêntrico, o modelo anterior, geocêntrico, ainda era vastamente aceito.

Nessa época despontaram os estudos de Tycho Brahe (Figura 17), astrônomo que construiu tabelas de observação dos astros que tinham previsões mais acuradas. Os trabalhos

realizados por ele tiveram forte influência para a aceitação do sistema heliocêntrico da época, uma vez que esse trabalho também serviu para que Brahe aceitasse o modelo em questão. Nesse intervalo de tempo de seus estudos, Tycho elaborou o seu próprio modelo planetário, modelo denominado de sistema tychonico.

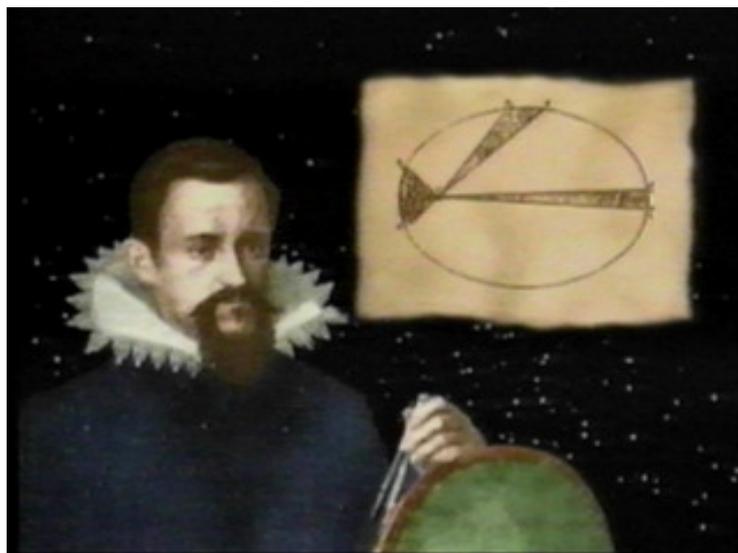
Figura 17 – Representação artística de Tycho Brahe, autor do modelo tychonico



Fonte: <https://astro.if.ufrgs.br/movplan2/movplan2.htm>

3.1.7 Johannes Kepler

O alemão Johanner Kepler (Figura 18) trabalhou com Tycho Brahe em Praga, após ser exilado da Áustria. Importante mencionar que nessa época Brahe e Kepler trabalharam juntos, até a morte do primeiro. Para Kepler, existia uma grande ligação entre a matemática e os estudos cosmológicos, sendo que diversas relações foram desenvolvidas por ele para testar suas hipóteses, até mesmo o fato de relacionar os sólidos de Platão com a órbita dos planetas, hipótese que logo foi descartada, uma vez que não condizia com os dados dos estudos de Tycho Brahe. Nos vinte anos seguintes, Kepler estudou a órbita da Terra em relação a Marte, uma vez que os estudos que se tinha na época não conseguiam explicar como a órbita do segundo planeta funcionava. Quando observada a órbita de marte e comparava com os modelos planetários existentes na época, muitas correções deveriam ser feitas para prever seus movimentos, uma vez que tanto para o modelo heliocêntrico de Copérnico ou geocêntrico de Ptolomeu os planetas possuíam órbitas perfeitamente circulares. O estudo dessa inconsistência o levou a enunciar as suas duas primeiras leis, publicadas em seu famoso livro, *Astronomia Nova*, onde utiliza os dados observados por Brahe.

Figura 18 – Representação artística de Johannes Kepler.

Fonte: <https://astro.if.ufrgs.br/movplan2/movplan2.htm>

3.2 LEIS DE KEPLER

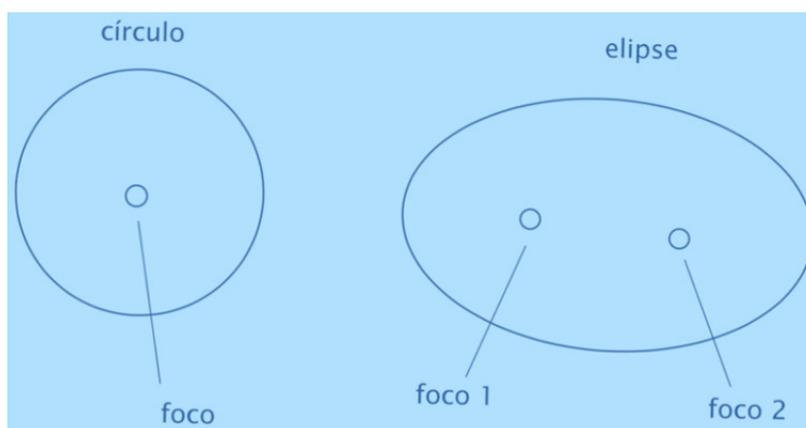
A principal contribuição do astrônomo alemão para a mecânica celeste, campo de conhecimento da astronomia que estuda os movimentos dos corpos celestes, são as três leis dos movimentos planetários.

Para seus estudos, Kepler assumiu que a órbita dos planetas não tinha o formato de um círculo perfeito como os pesquisadores anteriores a ele previram, mas sim que os planetas tinham órbitas elípticas. Isso foi possível, por que ele utilizou os dados das pesquisas deixadas por Tycho Brahe, que eram muito precisos para época.

Para a elaboração das três leis, Kepler adotou uma variante do modelo heliocêntrico, onde o sol continuava em estado estacionário, porém não estaria no centro do universo, mas que dividiria o centro de um conjunto de planetas que o orbitariam. Como as órbitas dos planetas estava definida como elíptica, a figura que dá origem ao tipo orbital possui dois pontos focais (Figura 19) para dividir seu centro. Em um de seus focos estaria o Sol e no outro foco vácuo.

Do estudo das cônicas sabemos que uma elipse tem a excentricidade entre zero e um ($0 < e < 1$). Kepler considerou, então, que a excentricidade da elipse do sistema Sol-Terra seria aproximadamente zero, o que era consistente com a interpretação vigente de que o movimento do nosso planeta seria uma circunferência perfeita.

Figura 19 – Foco da circunferência e foco da elipse.

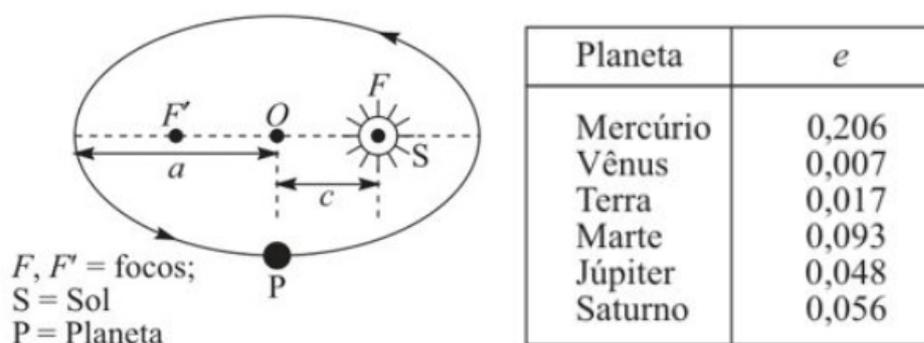


Fonte: Do próprio autor.

3.2.1 Primeira lei de Kepler

A primeira lei de Kepler, lei das órbitas elípticas, tende a relatar o seu principal pensamento em contradição com os modelos anteriores: *o planeta em órbita em torno do Sol descreve uma elipse em que o Sol ocupa um dos focos*, conforme a Figura 20. Ou seja, as órbitas que os planetas fazem em torno do sol não são circulares.

Figura 20 – Modelo de Kepler para órbita dos planetas e valores de excentricidade das órbitas.



Fonte:(NUSSENZVEIG, 2013, p.240), adaptada.

Se a é o semieixo maior de uma elipse e c é semidistância focal (Figura 20), a excentricidade e da elipse é dada por:

$$e = \frac{c}{a} \tag{1}$$

Note que para $c = 0$, ou seja, o foco coincidindo com o centro O , a elipse corresponde a um círculo e o valor da excentricidade é $e = 0$. Por outro lado, quanto maior for e , mais

achatada é a elipse. Na tabela da Figura 20, verificam-se os valores de excentricidade das órbitas dos planetas conhecidos na época de Kepler. Embora Mercúrio seja o mais excêntrico, não havia muitas medidas disponíveis sobre sua órbita, sendo Marte o segundo planeta mais excêntrico. Essa discrepância, que correspondia a 8 minutos de arco, em relação à circunferência, permitiu a Kepler concluir sua primeira lei.

Como consequência dessa lei, temos que a distância de um dos focos até o objeto somada a distância do objeto até o outro foco, é sempre igual, uma vez que isso é a característica de uma elipse.

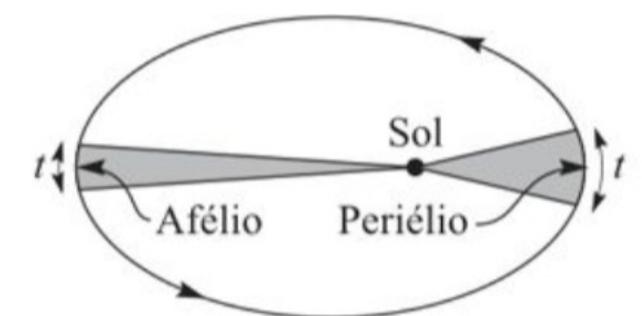
3.2.2 Segunda lei de Kepler

Como já previsto anteriormente, os planetas tendem a percorrer um caminho elíptico em torno de um dos focos. No caso, o foco escolhido é o possuidor de massa.

Na segunda lei, lei das áreas, Kepler propõe que uma linha imaginária faz a ligação entre um planeta e o sol, logo essa linha varre uma área conforme o planeta se movimenta. Segundo Kepler, *a linha que liga o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais*, mesmo que o movimento tenha formato elíptico. Disto, pode-se concluir que a velocidade do planeta, ao se movimentar em torno do sol, não é constante, visto que em alguns momentos ele está mais distante e em outros momentos ele está mais perto do foco em relação ao qual ele se movimenta.

Na trajetória elíptica destacam-se dois pontos principais: afélio e periélio, sendo o primeiro, o ponto mais distante da trajetória do planeta em relação ao sol e o segundo, o ponto mais próximo. É possível mostrar que quando o planeta está na posição relativa a periélio, mais próximo ao sol, o planeta move-se mais rapidamente e quando está na posição de afélio, mais afastado do Sol, move-se mais lentamente, como ilustra a Figura 21.

Figura 21 – Áreas varridas pelo raio vetor nas posições de afélio e periélio.



Fonte:(NUSSENZVEIG, 2013, p.241).

3.2.3 Terceira lei de Kepler

Kepler publicou suas duas primeiras Leis no livro *Astronomia Nova* (1609). Só muitos anos mais tarde, em 1618, chegou à formulação da terceira Lei, a qual foi publicada no livro *Harmonia do Mundo*, em 1619.

A terceira lei, intitulada de lei dos períodos, também é uma lei empírica que afirma que *o quadrado do período orbital de um planeta é diretamente proporcional ao cubo do raio médio entre o planeta e Sol*. Para se obter esse valor de raio médio de uma maneira simples é necessário saber a distância do periélio e somar com a distância do afélio (Figura 20), feito isso, dividir por 2.

$$\frac{D_{\text{periélio}} + D_{\text{afélio}}}{2} = R_m \quad (2)$$

Também é importante saber que o valor obtido na equação sempre vai ser igual, independente de qual seja o planeta analisado. O valor encontrado é definido como constante de Kepler, ou seja:

$$\frac{T^2}{R^3} = K \quad (3)$$

A Figura 22 ilustra os dados utilizados por Kepler, à época obtidos de Copérnico, e os dados atuais. Essa lei mostra que há uma relação de proporção entre a distância do planeta e o período de translação, que é a mesma para todos os planetas, correspondendo a uma regularidade no sistema solar.

Figura 22 – Tabela com dados para verificação da terceira Lei de Kepler.

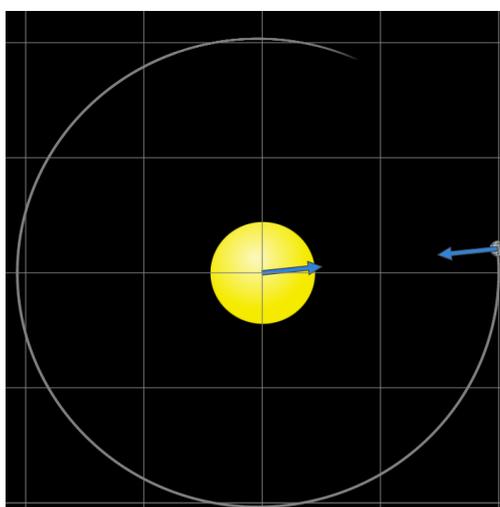
Planeta	Valores de Copérnico			Valores atuais		
	T (anos)	R (U.A.)	T^2/R^3	T (anos)	R (U.A.)	T^2/R^3
Mercúrio	0,241	0,38	1,06	0,241	0,387	1,00
Vênus	0,614	0,72	1,01	0,615	0,723	1,00
Marte	1,881	1,52	1,01	1,881	1,524	1,00
Júpiter	11,8	5,2	0,99	11,862	5,203	1,00
Saturno	29,5	9,2	1,12	29,457	9,539	1,00

Fonte:(NUSSENZVEIG, 2013, p.242).

Embora Kepler tenha encontrado a relação de regularidade que tanto procurava, ele não era capaz de explicar a razão do resultado obtido. Assim como nas leis anteriores, sua descoberta era empírica. A verdadeira causa dessa relação só pode ser entendida muito tempo depois com teoria da Gravitação de Isaac Newton, a qual será aplicada a seguir para demonstrar o resultado empírico obtido por Kepler.

Quando um planeta orbita o sol, tem-se uma força centrípeta (força que atua sobre objetos em trajetórias circulares), definida pela segunda lei de Newton e que no caso tem origem gravitacional de atração exercida pelo Sol, conforme ilustrado na Figura 23.

Figura 23 – Força gravitacional e força centrípeta.



Fonte: Elaborada pelo autor com o software PhET.

Conseqüentemente pode-se concluir que o planeta de massa m orbita o sol com uma velocidade angular ω e a força centrípeta F_c que ocorre nesse sistema é:

$$F_c = m\omega^2 r \quad (4)$$

$$F_c = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r \quad (5)$$

$$F_c = \frac{4m\pi^2}{T^2} r \quad (6)$$

Para o valor de r é importante adotar o valor do raio médio da órbita do planeta.

Escrevendo a relação para a força gravitacional entre o sol de massa M e o planeta de massa m , tem-se, pela Lei da Gravitação Universal de Newton:

$$F_c = \frac{G M m}{r^2} \quad (7)$$

Como sabemos que $F_g = F_c$:

$$\frac{4m\pi^2 r}{T^2} = \frac{G M m}{r^2} \quad (8)$$

$$T^2 = \frac{r^2}{G M m} \cdot 4m\pi^2 r \quad (9)$$

$$T^2 = r^3 \cdot \frac{4\pi^2}{GM} \quad (10)$$

A equação (10) corresponde exatamente à terceira lei de Kepler se definirmos, a constante de Kepler K como:

$$K = \frac{4\pi^2}{GM} \quad (11)$$

3.3 REFERENCIAL TEÓRICO DE APRENDIZAGEM: LEV VIGOTSKY

Vivendo apenas 37 anos, Lev Vigotsky (Figura 24), nasceu na Bielorrússia, mais precisamente na cidade de Orsha, e faleceu em Moscou, onde viveu por parte de sua vida. Os estudos de Vigotsky iniciaram na escola de medicina, porém ele não concluiu o curso para dar início ao curso de direito na universidade de Moscou, graduando-se posteriormente também em filosofia e história. Após sua formação, retornou para a cidade de Gomel, na Bielorrússia, em 1917, ano da revolução bolchevique, onde ministrava cursos para professores focando o campo da psicologia em um laboratório/instituto fundado por ele, que foi o pontapé para seus estudos de pesquisas na compreensão dos processos mentais humanos. Suas obras que originalmente foram escritas em russo nos chegam por meio de traduções e estudos realizados por outros pesquisadores.

Na obra de Marta Kohl (OLIVEIRA, 2001), podemos conhecer as ideias apresentadas por Vigotsky, com um foco nas relações culturais, da linguagem na formação humana e na cronologia sobre a vida e a obra do autor. É importante salientar que são mencionados em suas produções três pilares fundamentais, sendo o primeiro a observação do ser humano como ser biológico, com suas funções psicológicas produzidas pela atividade cerebral, o segundo, são as consequências dos processos históricos e os efeitos psicológicos que foram causados das associações da pessoa com o mundo, com sua comunidade e, por fim, o terceiro pilar são as relações possíveis de se medir entre o ser humano e o mundo, através de sistemas metafóricos.

Figura 24 – Lev Vigotsky, o referencial teórico deste trabalho.

Fonte: <https://novaescola.org.br/conteudo/7235/lev-Vigotsky>

O autor concentrou seus estudos nos campos das funções mentais superiores, cultura, linguagem e processos orgânicos cerebrais. Nesses estudos trabalhou com outros influentes psicólogos da época, mas como principais parcerias Alexander Luria e Alexei Leontiev, que deixaram contribuições para o Instituto de Deficiência de Moscou, influenciando Vigotsky no desenvolvimento de seu livro “A Formação Social da Mente”.

Vigotsky define em suas obras, e também podemos recorrer aos estudos de Marta para essas reflexões, que as funções psicológicas se referem aos processos mentais presentes nos seres humanos, que os capacita para processos mentais como imaginar e deduzir alguma coisa. Para o pensador é importante o processo de conhecimento sensorial que passamos na infância, pois no início da vida essas ações tem a função de fazer com que seja adquirido conhecimento do mundo ao redor, como o famoso exemplo do tirar a mão quando percebemos um objeto quente. É significativo apontar que essa é a fase associada ao desenvolvimento sensório-motor, termo do Suíço Jean Piaget (1896 – 1980), onde há a construção das primeiras noções, das primeiras ações que a criança adquire para poder diferenciar o mundo ao seu redor das relações com seu próprio corpo. João Batista Martins, em seu livro *Vigotsky e a Educação* de 2005 diz: "É a fase na qual a criança depende de sentidos como a visão para atuar no mundo e se manifesta exclusivamente por meio de sons e gestos, ligados à inteligência prática" (Martins, 2005). A etapa seguinte ao desenvolvimento sensório-motor, conhecido como pensamento verbal, vem da capacidade que se é adquirida ao fazer associações de significados com palavras, assim a construção conceitual de objetos do convívio de uma criança com a sua fala, logo fazendo com

que o pensamento não seja uma única reação biológica, mas uma relação às razões históricas e sociais para cada indivíduo.

O adquirir dessas experiências tem um papel fundamental no desenvolvimento psicológico do ser. Vigotsky em suas obras trabalha as relações entre o ser e o meio introduzindo o conceito de mediação, ou seja, a aquisição de conhecimento realizado por um intermediário entre o meio e o ser. Quando trata-se dos elementos mediadores, o autor explica essas noções em duas classificações, sendo um deles o uso da mediação através de instrumentos, ou seja, de um objeto palpável que tende a auxiliar uma ação, como um martelo que auxilia a colocar um prego no lugar ou uma caneta que auxilia na escrita. O outro tipo de mediação definida por Vigotsky é a mediação por signos, uma representação mental que tem como papel substituir objetos palpáveis reais, nada mais do que estímulos produzidos que atuam na memorização e na reprodução de uma ideia. Como dito por Vigotsky em sua obra "O aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer." (VIGOTSKY, 2007, p.103). Vigotsky demonstra a ideia de que o professor é um estimulador de desenvolvimento psíquico das crianças, o qual não necessita descarregar uma alta carga de conteúdo nos estudantes para que eles tenham maior proveito, mas sim apresentar a cada um deles maneiras alternativas de adquirir o conhecimento. Se for feita uma comparação entre duas pessoas em processo educacional que sejam submetidos a uma mesma quantidade de informações, eles tendem a assimilar e até compreender o que lhes foi apresentado de maneiras diferentes e em possivelmente em tempos diferentes.

Nos pensamentos Vigotskyanos, para o ser humano adquirir conhecimento devem ser observados os aspectos sociais. Essa categorização psicológica do funcionamento é dividida nas categorias filogênese, ontogênese, sociogênese e microgênese (VIGOTSKY; LURIA, 1996), conhecidas como planos genéticos de desenvolvimento, a partir dos quais se dá a formação de cada indivíduo (ARANTES, 2003).

O primeiro item do plano genético de desenvolvimento, filogênese, proposto por Vigotsky tem como influência primordial a origem e a evolução da vida. Cada espécie vai ter suas características e processos adaptativos que vão ser totalmente importantes para definir suas capacidades cognitivas, saber o quanto podem aprender e evoluir (RHODES, 1974).

Uma das maiores características do ser humano, para o desenvolvimento cognitivo é plasticidade do cérebro, que se resume na capacidade de se adaptar no decorrer do tempo. Essa capacidade adaptativa vem do sistema nervoso central que atua com a organização estrutural do cérebro e suas funcionalidades com o decorrer de ações que vão ser fornecidas ao indivíduo

ao decorrer do tempo (FONSECA, 2009). Esta neuroplasticidade ocorre em momentos diferentes do processo desenvolvimento humano, por exemplo, quando somos bebês, há nítida evolução de nossas funções; quando estamos passando para a fase que somos crianças e aprendemos, temos certas noções do mundo ao nosso redor e aprendemos nossas primeiras palavras e nossas primeiras conclusões.

Quando o processo analisado é o do desenvolvimento humano, em uma visão biológica, conhecido como ontogênese, caracteriza que todo organismo tem um conjunto de transformações, desde sua fase embrionária até a sua fase adulta. Processo que leva todo o tempo de vida de um ser (VELASCO, 2006).

Luria (1986) compreende o significado do termo da ontogenia de Vigotsky como um fator fundamental para o desenvolvimento histórico-social, como ele escreveu em sua obra: “no processo de desenvolvimento da criança tanto a referência da palavra ao objeto como a separação de suas correspondentes características, a codificação dos traços dados e a inclusão do objeto num determinado sistema categorial não permanecem imutáveis, mudam à medida que a criança se desenvolve” (LURIA, 1986). A partir disso, se tem a interpretação de que os processos adaptativos e cognitivos tendem a mudar no decorrer do seu período evolutivo. Logo como passa-se por diversas etapas do seu desenvolvimento biológico, o seu desenvolvimento psíquico também passa por diferentes etapas (LURIA, 1986).

Relacionando os aspectos comportamentais com os aspectos resultantes da origem e evolução da vida, as características, tem-se a apresentação das personalidades, costumes, impulsos, medos, habilidades e ações que cada ser possui.

Focando na dimensão social em seus estudos, a sociogênese, estuda as relações culturais que a comunidade conduz ao indivíduo para depois unir com os conceitos anteriores, filogênese e ontogênese (MOLL; TOMASELLO, 2007). O contexto social de cada um atua diretamente em quem somos, nas experiências que tivemos naquele local e como isso vai influenciar em nossas escolhas. O início de uma geração sempre vai herdar ensinamentos culturais e sociais da geração anterior. Essa herança obtida é adaptada e transformada na cultura e fundamentos sociais para a época (LEONTIEV, 2004).

Podemos pegar duas pessoas que, hipoteticamente, tem histórias relativamente semelhantes, nascidas no mesmo dia, com o mesmo sexo, cujos pais têm o mesmo emprego, que moram no mesmo bairro e estudam na mesma escola. Os processos culturais e sociais não garantem que elas tenham os mesmos desenvolvimentos psicológicos e cognitivos, levando em consideração que a cultura envolvida individualmente em cada uma faz com que mudanças apareçam.

Um fator importante para a desenvolvimento psicológico é a cultura regional que só é acessível para a população daquele meio, onde esses conhecimentos implicam diretamente na personalidade e na tomada de decisão de cada um, trazendo métodos diferentes para a resolução do mesmo problema que foi apresentado a um sujeito que não teve aquela carga de conhecimento cultural.

A microgênese é definida pelo acontecimento que provém do psiquismo individual no cruzamento dos fatores biológico, histórico e cultural, sendo crucial na questão da afetividade e no conceito de personalidade (SILVA, 2008). Pode ser contemplado em exemplos como: o aprender a andar de bicicleta, comer com garfo e faca ou qualquer outro fenômeno que se é aprendido de forma não global, que é apresentado de forma particular ou para pequenos grupos, desenvolvimentos que são aprendidos de maneira considerada micro para um desenvolvimento determinístico. Suas convicções se dão por meio das considerações dos processos e não dos objetos; as revelações a respeito das conexões dinâmico-causais; os levantamentos de hipóteses acerca dos indivíduos que tiveram dificuldades em seu processo de desenvolvimento, como meio de discernir a origem destes. (VELASCO, 2006). Ademais, apresenta característica ímpar, não no quesito micro em si, mas em sua competência genética.

Vigotsky define à microgênese a partir de momentos experimentados de maneira individual, que trazem mudanças nas áreas mentais do ser humano, ampliando novos níveis de desenvolvimento. (SCHERER, 2010)

Em seu livro “pensamento e linguagem” (1989), Vigotsky analisa a questão de conceitos organizados dentro de seus meios nas funções psicológicas, retirando as interligações entre as concepções científicas e cotidianas, como meio de aprendizado. Retrata que os conceitos científicos são introduzidos ocasionalmente, surgindo de situações já previstas no mundo real, adentrando e unificando para o plano mental. Dessa forma o professor atuará diretamente como parte da construção dos conceitos científicos tendo importante relação no processo de ensino aprendizagem por meio de interações entre professor/aluno.

3.3.1 Construção do conhecimento e zona de desenvolvimento proximal (ZDP)

Vigotsky (2007) afirmava que para que um novo conhecimento seja adquirido, necessita-se de um embasamento anterior que permita que o indivíduo faça associações ou cópias de processos anteriores para que o novo processo surja, assim caracterizando um novo conhecimento, como mencionado em seu livro, “A formação social da mente”.

O autor destaca que “o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que as cercam” (VIGOTSKY, 2007, p.100). A partir desse entendimento, Vigotsky (2007) formulou, em 1920, um novo conceito para a psicologia sociocultural, a denominada zona de desenvolvimento proximal ou ZDP.

Para entender o conceito de ZDP, é necessário assumir pelo menos dois níveis de desenvolvimento: nível de desenvolvimento real e nível de desenvolvimento potencial.

O nível de desenvolvimento real, corresponde aos conhecimentos adquiridos pelo aprendiz que permitem a ele resolver uma tarefa de forma completamente autônoma. Para isso, o indivíduo utiliza referências, habilidades e/ou experiências adquiridas anteriormente. Essa condição refere-se ao “nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabelecem como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados” (VIGOTSKY, 2007, p. 95-96).

O nível de desenvolvimento potencial é determinado pela condição em que o aprendiz só é capaz de solucionar os problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. É o saber a ser alcançado, ou seja, são os conhecimentos que ainda não foram construídos, seja individualmente ou com a mediação de alguém.

A zona de desenvolvimento proximal, por sua vez, nada mais é do que:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VIGOTSKY, 2007, p.97)

A aprendizagem ocorre na zona de desenvolvimento proximal, sendo aos poucos mediada por meio de outro indivíduo ou de um instrumento, que têm papel fundamental no desenvolvimento da construção do conhecimento, possibilitando que haja avanços significativos e construtivos.

Nesse processo, é importante que um mediador seja apresentado ao indivíduo para que ele consiga ter meios de aprender os passos necessários para a solução de seu problema. É muito comum confundir o auxílio mediador com uma pessoa, mas devemos considerar que este mediador pode se tratar de qualquer objeto capaz de demonstrar o caminho a ser percorrido para a solução de um problema ainda não solucionado.

Na ZDP são apontadas direções e potenciais que o aprendiz ainda não haveria alcançado e sobressai-se a importância do fortalecimento das relações sociais do aprendiz. Esse conceito

mostra que o indivíduo, com o auxílio e com a interação com outros indivíduos tende a alavancar seus conhecimentos mais do que se estivesse aprendendo sozinho.

Nessa perspectiva, segundo Vigotsky (2007), que o que é incompreensível na zona de desenvolvimento proximal hoje, será nível de desenvolvimento real amanhã.

Capítulo 4

DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA, DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO PRODUTO

Unindo o conhecimento de física do autor e a admiração por quadrinhos foi produzido um produto contendo 3 HQs que buscam trazer elementos com potencial para auxiliar o discente em seus estudos sobre as leis de Kepler.

4.1 PLANEJAMENTO DO PRODUTO E DESENVOLVIMENTO DAS HQS

4.1.1 O processo de criação das HQs

A receita da construção de histórias em quadrinhos muda de acordo com o autor. Para o desenvolvimento deste produto educacional foi utilizado o material de referência de Mylle Silva, formada em Comunicação Social na PUCPR e mantenedora da Oficina de Escrita, uma plataforma online que tende a auxiliar escritores.

De acordo com Silva (2019), a construção de uma história em quadrinhos é dividida em sete etapas, conforme a Figura 25, sendo elas degraus de uma escada.

Figura 25 – Etapas da construção de uma HQ.

Etapa	Descrição
Ideia	Idealização do que vai ser apresentado, o tema a ser incluído.
Plot	Planejamento da história, criação dos personagens iniciais e de seus objetivos.
Logline	Descrição simplificada do que se é desejado.
Sinopse	Contar a história do início ao fim, uma espécie de resumo.
Argumento	Guia cronológico.
Roteiro	Início do desenvolvimento artístico, colocando todos os elementos já idealizados.
Reescrita	A revisão de todos os pontos anteriores.

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o aplicativo Excel.

A primeira etapa é a idealização do projeto, onde a **ideia** ainda não possuiu uma forma e nem uma história definida, apenas uma abstração de que se tem sobre o que escrever. Por exemplo, no início da construção deste produto educacional, surgiu a ideia de falar sobre as leis de Kepler, mas como elas seriam apresentadas ainda era abstrato para o orientado e para a orientadora. Como fase de grande incerteza, este momento é onde o autor não tem definido a maior parte de seus personagens e nem seus propósitos.

A segunda etapa da construção é conhecida como o núcleo central da ação dramática da sua história, ou **plot**. Esta etapa ocorre logo após a finalização da idealização, aqui inicia o planejamento da história, como um esqueleto. Na etapa do plot é possível decidir quem serão os personagens iniciais e quais seus objetivos na trama. A autora define esta etapa como uma soma de três fatores: personagem + desejo + conflito = plot. Como a construção do núcleo central da ação dramática da história é um processo inicial, é importante que não surjam ideias com muitas elaborações. De acordo com Silva (2019), esta etapa requer objetivos diretos e simples, uma vez que a próxima etapa na estruturação da HQ tende a auxiliar o desenvolvimento da mesma e a etapa atual não prevê ideia definitivas para a construção da história. Um importante aspecto a ser ressaltado é o fato de que as duas etapas já citadas não são da construção da história, mas sim de um planejamento.

A primeira frase da construção da história é conhecida como **logline**. Em resumo, ela define a narrativa que vai ser tratada de uma maneira simplificada, a utilização de frases curtas para a construção do texto que vai ser utilizado para a construção do produto final. A utilização de pequenas frases torna visível o surgimento dos elementos principais da história, como os personagens principais e seus objetivos. No caso do produto educacional, por exemplo, durante a construção da **logline**, foi definida a função que os dois personagens que aparecem na primeira HQ (Figura 26) teriam:

Aline – Personagem responsável por explicar a primeira lei de Kepler

Paola – Personagem responsável por gerar questionamentos sobre um fenômeno astronômico.

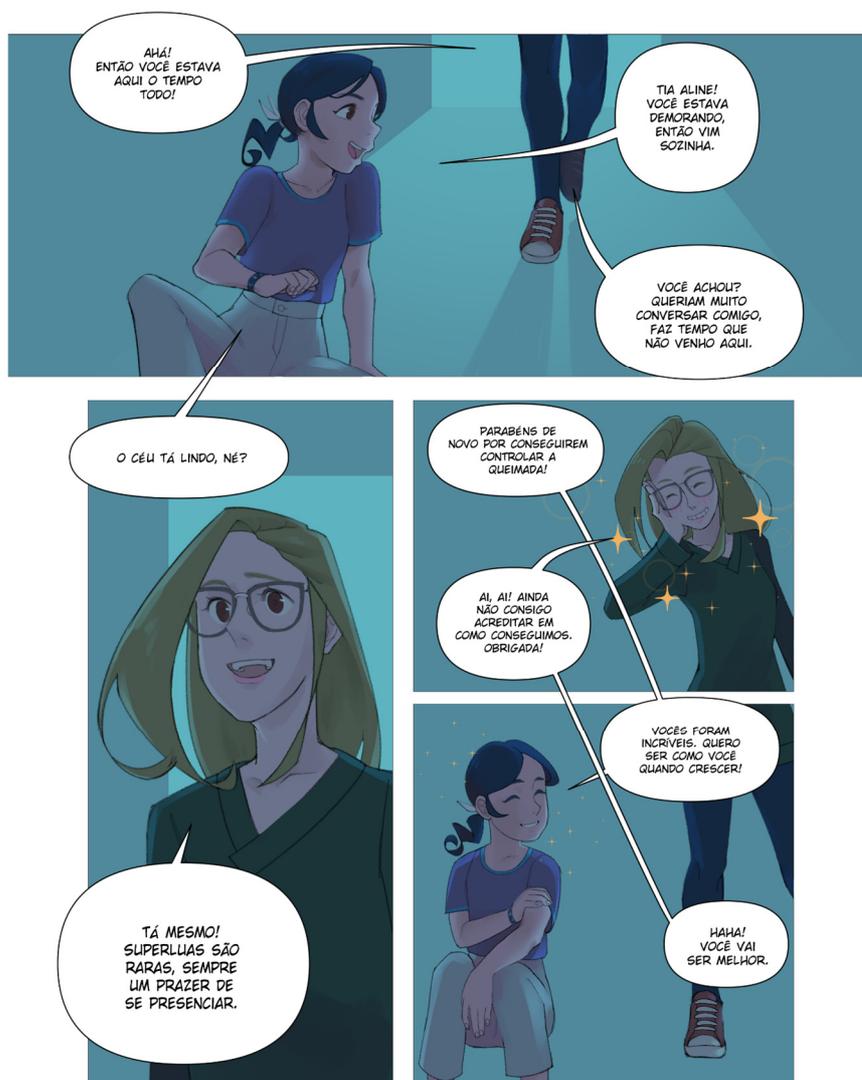
Ambiente – Reunião familiar.

Também são definidos outros detalhes da construção da história:

Página – descrição das cenas da página

Quadro – descrição do que será mostrado no quadro, com indicação de ordem e a qual página pertence, com informações do nome do personagem e dos diálogos que devem ser apresentados.

Figura 26 – Página do produto educacional onde se encontra o resultado final proposto pela logline.



Fonte: Elaborado pelo autor

A construção da **sinopse** é a etapa para contar a história do início ao fim, sobre como será a trama, os pontos que vão chamar a atenção do leitor, como será o enredo e a classificação lógica dos eventos. Com esses tópicos iniciados, a história começa a ganhar corpo e sentido. No momento da construção do produto educacional foram elaboradas três sinopses, uma para cada história, de maneira curta e simplificada, para que fosse possível compreender como seria a construção artística de tudo, por exemplo:

Primeira lei de Kepler – *Paola, sobrinha de Aline, vai estar sentada do lado de fora de sua casa, esperando por sua tia. Paola é uma adolescente curiosa e que aparenta gostar muito de ciências, porém não tem idade para aprender sobre esses conceitos na escola. Quando sua tia chega em casa, Paola fica toda animada ao recebê-la e logo vai abraçá-la e iniciam um diálogo, um diálogo sobre um fenômeno que está ocorrendo naquele dia, a superlua. Paola questiona Aline sobre aquele fenômeno, como ele ocorre, porque o vemos e outros questionamentos plausíveis ao tema. Aline, ao responder, explica a ela sobre a primeira lei de Kepler. A conversa entre elas demonstra um grande laço afetivo.*

Segunda lei de Kepler – *Paola e seu irmão Paulo estão indo à escola. Paola está inquieta na aula e quando a mesma termina, ela procura pelo seu professor de ciências para questioná-lo sobre as demais leis de Kepler. Seu professor fica surpreso pela sua curiosidade sobre o assunto e pergunta como ela ficou sabendo sobre isso. Após uma conversa inicial o professor a leva ao laboratório de ciências para fazer uma demonstração didática sobre a segunda lei de Kepler. A atenção dispensada ilustra a importância da relação aluno-professor.*

Terceira lei de Kepler – *Aline chega no seu trabalho, um laboratório de ciências, onde ela, sua chefe e seu estagiário estão trabalhando no lançamento de um novo satélite. Para o lançamento ela vai explicar para seu estagiário a aplicação da terceira lei de Kepler. O satélite que vai ser lançado tem como objetivo monitorar uma área de preservação ambiental. O estagiário faz alguns questionamentos sobre os diferentes tipos de satélites existentes e como é o funcionamento de cada um, bem como os diferentes tipos de órbitas. A atuação da Aline e da chefe ilustram a atuação feminina em espaços científicos de destaque.*

Após o trabalho da sinopse é importante a atuação da ferramenta da **argumentação**. É a principal etapa do planejamento da história a ser produzida, uma vez que nesta etapa os detalhes devem aparecer e também as características necessárias para cada cena. A criação da argumentação do produto educacional foi elaborada através de reuniões entre orientadora e o orientado, anotando os pontos necessários, as mensagens que gostariam que fossem incluídas em cada quadrinho e outros tópicos que foram considerados necessários para que possibilitasse

manter a atenção dos leitores na trama. Uma outra função que a argumentação tem é de ser um guia cronológico dos eventos, podendo arrumar pontos que foram deixados de lado na sinopse.

Depois de todo o planejamento idealizado se inicia a produção artística de todo o projeto. Esta etapa é conhecida como o desenvolvimento e criação do **roteiro**. Diferente do popular conhecimento que se tem de um roteiro, geralmente associado a um roteiro de um filme ou uma novela, onde apenas o desenvolvimento escrito é necessário, a produção de uma história em quadrinhos pode ser feita com alguns rabiscos e de acordo com Mylle (2019), na falta de criatividade na elaboração dos desenhos uma alternativa é utilizar novamente a ferramenta logline para auxiliar no processo criativo. Na produção do roteiro do produto educacional foram utilizadas as duas ferramentas. Entre as reuniões previstas para o desenvolvimento do material, alguns tópicos foram acrescentados o que demandou uma nova disposição para as informações em cada uma das histórias. A Figura 27, ilustra a utilização da ferramenta artística.

Figura 27 – Elaboração do roteiro utilizando ferramentas artísticas para sua produção.



Fonte: Elaborado pelo autor

E por fim ocorre a etapa da **reescrita**, etapa final, onde todos os erros devem ser arrumados, todos os pontos a serem incluídos devem ser integrados para que o produto final fique o mais próximo do que foi idealizado. No caso da elaboração do produto, toda análise técnica sobre conceitos físicos empregados na HQ e a adequação dos elementos visuais e verbais foi realizada nessa etapa.

Na conclusão das sete etapas espera-se que o produto esteja finalizado ou perto de sua finalização, porém como dito por Silva (2019), estas etapas não necessitam ser realizadas apenas uma única vez, já que a reescrita tem como intuito revisar os textos e os elementos utilizados, o que pode apontar melhorias a serem incluídas em algumas etapas do trabalho.

4.1.2 O processo de desenvolvimento das ideias e do material

O produto educacional (Apêndice A) trata-se de três histórias em quadrinhos que tem por objetivo ensinar as leis de Kepler e apresentar uma proposta de avaliação que utiliza os elementos presentes nos quadrinhos.

O desenvolvimento do material iniciou-se imaginando como introduzir o conteúdo de física no cotidiano, com a intenção de demonstrar aos alunos que os assuntos das ciências seriam visíveis em aspectos rotineiros.

A escolha dos temas e de como seria sua aplicação demandou da análise do conteúdo programático dos alunos do colégio onde foi aplicado e do prazo disponível, uma vez que o colégio trabalhava com material apostilado e com calendário para aplicação de cada tema.

Durante o desenvolvimento do trabalho, tudo era feito em forma de *logline*, ou seja, nas discussões orientador-orientando buscava-se delinear em poucas linhas o que seria explicado em cada etapa, quais as mensagens que seriam apresentadas aos alunos e como isso poderia ser ilustrado. O ambiente familiar pareceu ser relevante para iniciar a abordagem do tema, demonstrando a aplicação de conceitos físicos em uma conversa entre duas pessoas, mas destacar a importância do professor também era um ponto fundamental a ser explorado. Ambos os fatos foram utilizados.

Na terceira história, buscamos enfatizar também a ideia de protagonismo feminino e defesa do meio ambiente. Temas que, embora não sejam o foco deste trabalho, devem ser trabalhados de forma transversal aos conteúdos, sempre que possível.

A etapa final, ainda consistiu de uma leitura criteriosa na busca pela verificação e correção dos termos técnicos e do conteúdo de Física.

4.1.3 Estratégia didática utilizada

O conteúdo das Leis de Kepler foi ministrado de forma remota, utilizando slides produzidos com a ferramenta Nearpod. Após a aula ministrada, os alunos receberam o arquivo dos slides da aula e das HQs para ler. A produção e disponibilização dos slides de aula foram uma exigência da escola, já que em função do período de pandemia, todas as aulas necessitavam ser ministradas de maneira remota e gravadas, para que os alunos e/ou pais pudessem consultar o conteúdo posteriormente.

A ferramenta Nearpod é uma plataforma online baseada em aprendizagem móvel, que possui diversas funcionalidades para tornar uma aula mais atrativa. Com o aplicativo foi possível introduzir simuladores, animações, desenhos dinâmicos, vídeos e outras ferramentas que não seriam possíveis de serem reproduzidas em uma aula tradicional com a mesma facilidade e com resultados semelhantes no mesmo intervalo de tempo.

Na aula onde os simuladores foram aplicados, os alunos comentaram a possibilidade de expandir o uso da ferramenta a outros professores, pensando na economia de tempo que o simulador proporcionou e a qualidade da interpretação, pois quando o professor tenta fazer esquemas, desenhos ou tabelas no quadro pode não ficar tão intuitivo para os alunos.

Todo o material produzido, slides do Nearpod e HQs, foi aplicado inicialmente como um teste aos colegas do Grupo de Pesquisas em Ensino e Divulgação da Ciências (GPEDIC) da UFSCar, do qual orientando e orientadora participam. Os membros tiveram acesso aos quadrinhos com uma semana de antecedência para que pudessem apontar possíveis sugestões de alteração, antes da aplicação oficial em sala de aula.

Os debates e sugestões foram muito enriquecedoras e auxiliaram com subsídios para o momento de aplicação com os alunos e também com a elaboração da atividade avaliativa.

4.2 PLANEJAMENTO E ELABORAÇÃO DA ATIVIDADE AVALIATIVA

A avaliação a ser aplicada aos alunos teve como intuito fazê-los pesquisar e discutir entre si durante sua aplicação. Os critérios analisados na atribuição das notas consistiram em uma série de fatores, tais como a comunicação e compartilhamento de ideias entre eles, as fontes de pesquisas utilizadas para cada questão, os métodos de resolução e a elaboração de cada

resposta, considerando o debate havido e observado pelo professor, que ficaria na mesma sala virtual de cada grupo, com o microfone desabilitado.

Durante a elaboração das questões da atividade avaliativa, decidimos aplicar diferentes níveis de dificuldade nas questões, envolvendo desde pequenas pesquisas até cálculos e justificativas mais elaboradas. A atividade avaliativa foi composta de 5 questões.

Entendo a avaliação como um processo contínuo do aprendizado, no qual buscou-se a mediação por meio das HQs, o documento avaliativo (a prova!) foi elaborada utilizados os mesmos elementos visuais utilizados nas HQs. Além disto, as questões traziam os contextos dos personagens.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA TURMA DE APLICAÇÃO

A aplicação do produto educacional foi feita com os alunos do primeiro ano do ensino médio de um colégio particular da cidade de Iguape, no vale do Ribeira.

A turma possuía uma quantidade de 24 (vinte e quatro) alunos, que até o ano de 2020 não haviam tido aulas com este professor. De acordo com relatos internos dos profissionais da escola, foi a turma mais afetada pela transição do ensino presencial para o ensino remoto, uma vez que a escola recebeu diversos estudantes de outros colégios no início do ano e quando a transição ocorreu foi relativamente difícil para alunos e professores se adaptarem e reconhecerem as dificuldades de cada um.

O colégio sempre oferece atividades extracurriculares aos alunos no contra turno, atividades como reforço em exatas, humanas, atividades esportivas e outros. A quantidade de atividades disponibilizadas pela instituição para os alunos faz com que a cooperação entre os alunos sempre seja levada em consideração pelos mesmos. No início das atividades remotas, essas atividades tentaram continuar, com certa dificuldade, porém com o intuito de que os alunos continuassem a manter contato entre eles e assim se auxiliarem nas regulares atividades acadêmicas. Um trabalho que foi muito utilizado no período remoto, foi a aplicação de laboratórios virtuais para que os alunos continuassem vendo a prática das atividades no período de aulas virtuais. Boa parte do uso de laboratórios virtuais foi possível via ferramenta Nearpod.

4.4 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

O conteúdo que seria aplicado aos alunos foi exposto a eles em um primeiro momento no encontro virtual, na aula. Neste encontro o professor fez uma breve explicação de como seria feito a sequência de atividades, desde o prazo que eles teriam para ler e interpretar os quadrinhos, a aula de revisão para os alunos que por algum motivo não conseguiram receber ou ler os quadrinhos e pôr fim a avaliação.

O cronograma de aplicação de todas essas atividades foi de quatro aulas, o que contabilizou uma semana cheia, uma vez que os alunos possuem três aulas semanais de física e uma aula da semana seguinte. Como as atividades foram realizadas no fim do segundo semestre, a avaliação aplicada foi utilizada para compor a nota final deles.

Após a apresentação do conteúdo, os estudantes receberam via Google Drive e Google Classroom todos os quadrinhos. A segunda aula foi utilizada para que eles pudessem ler os quadrinhos no horário de aula, anotar as dúvidas e apresentá-las na próxima aula. A disponibilidade de uma aula para a leitura dos quadrinhos foi um recuso utilizado para evitar discursos de falta de tempo para ler o material.

Na terceira aula, a aula de dúvidas sobre o conteúdo que foi exposto a eles funcionou como uma aula de curiosidades sobre fatos mencionados nos quadrinhos e assuntos relacionados. A produtividade e a colaboração da turma nesta aula foram muito importantes para a avaliação, uma vez que alguns questionamentos tinham relação direta com as questões elaboradas para a atividade.

No dia da avaliação estava programado que os alunos fossem divididos em duplas para a resolução da mesma, porém isso não foi possível devido a uma forte chuva que caiu na cidade no dia, trazendo instabilidade de internet. Uma solução para a realização da atividade foi não seguir o período de aula, logo os alunos se dividiram em três duplas, quatro trios e um grupo no aplicativo de celular WhatsApp com três alunos para que fosse possível realizar a atividade. Durante a aplicação da atividade, um grupo não conseguiu ficar conectado na internet e fez a atividade utilizando o laboratório de informática da escola, como exigência da escola e por medida de segurança, os alunos não ficaram próximos uns dos outros, separados por uma distância considerável eles ficaram em uma sala virtual para que fosse possível realizar a avaliação da mesma maneira que os outros colegas.

Capítulo 5

RESULTADOS DA APLICAÇÃO E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados da aplicação das HQs aos estudantes. O processo de aplicação teve como registros os vídeos e os chats do Google Meet, utilizado pelos grupos de estudantes para discussão durante a realização da atividade avaliativa, bem como as observações do professor. Por meio da análise desse material, pretende-se discutir os processos sociais de interação para construção do conhecimento dos estudantes e para os avanços na sua zona de desenvolvimento proximal.

Garcia (1999) apresenta a concepção de propostas e modelos formativos de ensino, denominada de “CHART”, na qual cada letra desta sigla corresponde às abordagens **C**onteúdista: onde temos a sala de aula tradicional, sendo o professor o centro do conhecimento; **H**umanista: com o aluno como explorador do seu conhecimento, produzindo-o de acordo com seus interesses e curiosidades sobre os assuntos que são apresentados pelo mediador; **A**tivista, onde o professor tende a assumir uma posição ética, crítica e política; **R**eflexista: que traz uma situação improvável e com certo grau de dificuldade que tende a surpreender o discente, levando-o a refletir sobre sua prática; **T**ecnicista: que faz com que o mediador apresente um processo, sendo ele da criatividade do seu produtor, para que os estudantes busquem dados suficientes para propor uma solução.

Após refletir sobre as abordagens descritas pelo CHART de Garcia (1999), e perceber que todas têm possibilidade de aplicação no ensino de ciências, concluímos neste trabalho utilizamos a abordagem humanista para aplicação do produto educacional, uma vez que os alunos tiveram a autonomia de buscar a melhor maneira de compreender o conteúdo que foi mediado através dos quadrinhos.

5.1 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES – PRÉ-AVALIAÇÃO

Durante as aulas utilizadas para apresentação do conteúdo sobre as Leis de Kepler, quando os alunos receberam as HQs para leitura, foi possível observar alguns comentários e questionamentos associados à curiosidade da turma quanto a possíveis aplicações da astronomia e das teorias da física no cotidiano. Alguns comentários recorrentes versavam a respeito de como determinado fenômeno poderia ser possível, sem quer fosse percebido por eles.

Um outro questionamento que surgiu, referia-se à possibilidade de uma pessoa trabalhar utilizando teorias da física, como a personagem Aline, que foi apresentada nos quadrinhos. Também se questionou se era realmente possível fazer monitoramento em tempo real de uma área, uma vez que a ferramenta de visualização geográfica conhecida por eles, Google Maps, não tem atualização frequente, principalmente na região onde a escola se encontra.

Esse último questionamento, por exemplo, ilustra a tentativa do estudante de fazer uma associação do conhecimento que é apresentado a ele, ou seja, o funcionamento do monitoramento por satélite, com aquele conhecimento que ele já dispõe, visualização geográfica pelo Google Maps.

Como as aulas aconteceram de forma remota e com tempo bastante reduzido, em função do cronograma de aulas do colégio, não foi possível fomentar muito as interações entre os estudantes durante as aulas. Entendendo a importância dessas interações sociais para o avanço da Zona de Desenvolvimento Proximal, optou-se, então, por realizar as avaliações em grupo.

Além de visar a interação entre os estudantes, a atividade avaliativa também foi planejada com o intuito de incentivar a autonomia deles na busca de respostas aos problemas apresentados, considerando a importância da reflexão no processo de ensino e aprendizagem.

Destaca-se que na combinação desses processos durante a avaliação, o professor poderá identificar indícios para avaliar o avanço na ZDP, devido às interações e construções coletivas, bem como o nível de desenvolvimento real, por meio da descoberta de respostas de forma autônoma.

5.2 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES – AVALIAÇÃO

Para análise dos registros da atividade avaliativa, inicialmente foi feita a transcrição dos diálogos realizados pelas duplas e grupos, seguida da tabulação desses diálogos. Foi possível

notar que, de modo geral, houve comunicação na atividade em grupo, o que foi estimulado pelo professor, informando que um dos critérios de avaliação seria a comunicação entre eles.

A organização do trabalho para realização das atividades propostas diferiu entre os grupos. Em um caso, os membros do grupo se dividiram para resolver as questões, por exemplo, um integrante resolveu os exercícios pares e o outro resolveu os exercícios ímpares, para posterior conferência entre eles. Já outros grupos tentaram desenvolver a resposta de todas as questões coletivamente e aproveitaram as discussões para que uns pudessem ajudar os outros com dúvidas sobre os temas. O professor não realizou nenhuma interferência quanto à forma de organização dos grupos. Contudo, cabe ressaltar nessa análise processual que, conforme defendido por Vigotsky (2007) “o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam”, portanto, por meio da construção coletiva os estudantes podem ser capazes de resolver problemas muito mais complexos do que individualmente, consequentemente avançando em suas ZDPs.

Nas figuras 28 a 33, são apresentadas as questões aplicadas na avaliação dos estudantes.

Figura 28 – Questão 1 da avaliação.

JHONNY ESTA COM SUA NOMARODA EM UM PIQUE NIQUE A NOITE ILLUMINADOS PELA LUZ DAS ESTRELAS E DIZ A SUA NAMORADA:



NA CONVERSA DELES, JHONNY ACABA CONTANDO QUE O SATELITE ESTA A UMA DISTANCIA DE 34000KM DA SUPERFICIE DA TERRA. SABE-SE QUE A TERRA TEM UM RAIOS MEDIO DE 6371 KM, SENDO ASSIM CALCULE O PERIODO E O COMPRIMENTO DO TRAJETO DE UMA VOLTA QUE ESSE SATELITE FAZ AO ROTACIONAR A TERRA.

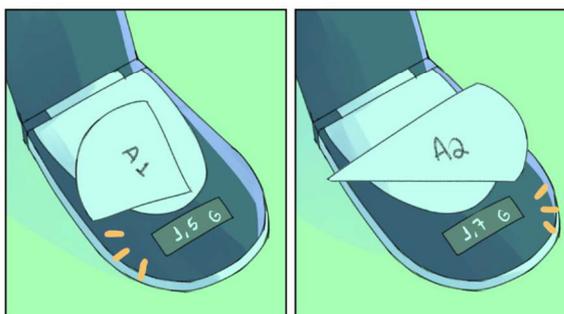
*CONSIDERE O SATELITE GEOESTACIONÁRIO.

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 29 – Questão 2 da avaliação.



PAOLA QUANDO CHEGOU DA ESCOLA ESTAVA CONVERSANDO COM SEU IRMÃO SOBRE O EXPERIMENTO QUE SEU PROFESSOR DEMONSTROU PARA ELA, MAS ELA ERRA NA DEMONSTRAÇÃO, EM SUA DEMONSTRAÇÃO A BALANÇA MOSTRA VALORES DIFERENTES, ASSIM:



PAOLA FICA CONFUSA POR NÃO TER CONSEGUIDO REPRODUZIR O EXPERIMENTO, MAS ELA NÃO SABIA QUE PAULO, SEU IRMÃO, ESTAVA NA SALA QUANDO O PROFESSOR DEMONSTROU, ASSIM ELE EXPLICOU PARA ELA O MOTIVO DE SEU EXPERIMENTO DAR ERRADO. UMA POSSIVEL EXPLICAÇÃO QUE ELE DEU A SUA IRMÃ PODERIA SER:

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 30 – Questão 3 da avaliação.



NO PRIMEIRO QUADRINHO, UM FENÔMENO LUNAR ESTÁ OCORRENDO, A SUPER LUA. KEPLER EM SEU LIVRO, O ASTRONOMIA NOVA, EXPLICA COMO ESSE FENÔMENO OCORRE, QUANDO ENUNCIA A SUA 2ª LEI, A LEI DA ÁREAS, COMO OBSERVAMOS NA FIGURA ABAIXO.

COMO VOCÊ JUSTIFICA O FENÔMENO DA SUPER LUA?



RECORTE DO LIVRO ASTRONOMIA NOVA

Fonte: Elaborado pelo autor

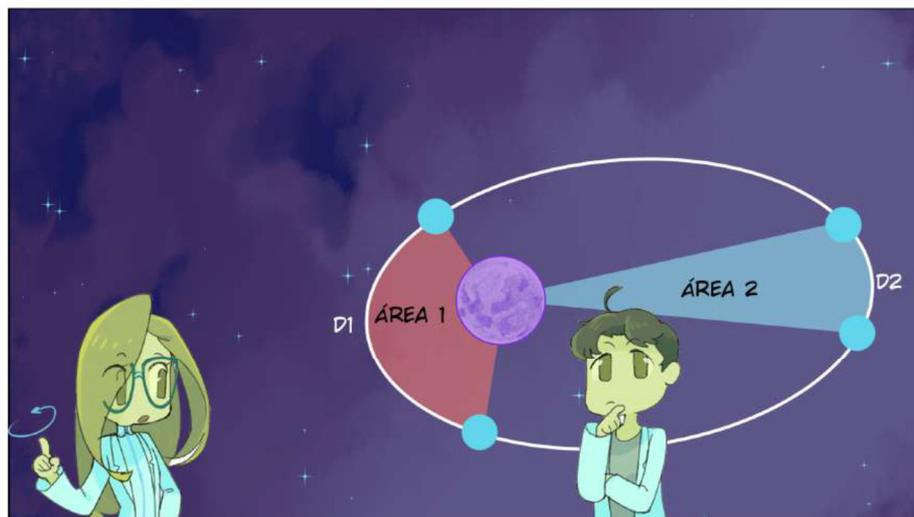
Figura 31 – Questão 4 da avaliação.

ALINE ESTÁ EM UM NOVO PROJETO, ELA E SEU ESTAGIÁRIO ESTÃO PLANEJANDO TIRAR ALGUMAS FOTOS DA LUA, MAS ELES ESTÃO COM UM PEQUENO PROBLEMA, QUE É O FATO DE SEMPRE TEREM A VISÃO DA MESMA FACE DA LUA. PARA TIRAR ESSAS FOTOS, ELA VAI ENTREGAR UMA CÂMERA ESPECIAL A UM ASTRONAUTA QUE VAI REGISTRAR AS IMAGENS DE UM ÔNIBUS ESPACIAL.

A) POR QUE VEMOS SEMPRE A MESMA FACE DA LUA?

B) A OUTRA FACE DA LUA RECEBE LUZ DO SOL? SE SIM POR QUANTOS DIAS?

C) PENSANDO QUE O ÔNIBUS ESPACIAL DEVE ORBITAR A LUA E FAZER O CAMINHO INDICADO NA FIGURA ABAIXO:



SABENDO QUE A ÁREA DA ELÍPSE VARRIDA PELA LINHA QUE LIGA O CORPO A LUA NO TRECHO DA ÁREA 2 É $A_2 = 2X A_1$, JÁ A DISTÂNCIA PERCORRIDA NO TRECHO $D_2 = 0,8 D_1$ E A VELOCIDADE V_1 É PAROXIMADAMENTE 500 KM/H, LOGO QUANDO VALE A VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA NO TRECHO 2?

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 32 – Questão 5 da avaliação.

JHONNY ESTAVA LENDO ALGUMAS CONSIDERAÇÕES QUE ALINE ESCREVEU EM UM RELATÓRIO E VIU QUE EXISTE UM SATÉLITE ORBITAL QUE PASSA POR UMA REGIÃO MONITORADA A CADA 4H.



SE COMPARARMOS O RAIOS DA ÓRBITA DE UM SATÉLITE GEOSTACIONÁRIO E CONSIDERARMOS QUE AMBOS OS SATÉLITES SE MOVAM EM MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME, EM TORNO DA TERRA, PODEMOS AFIRMAR QUE O RAIOS DA ÓRBITA DO SATÉLITE DE MONITORAMENTO É DE:

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 33 – Questão 6 da avaliação.

SEM QUERER O ESTAGIÁRIO DERRUBOU CAFÉ EM UMA PLANILHA QUE CONTINHA DADOS SOBRE OS PLANETAS DO NOSSO SISTEMA SOLAR, UTILIZANDO A 3ª LEI DE KEPLER, AJUDE-O A REFAZER ESSA TABELA.

Planeta	Raio médio	Período (anos terrestres)
Mercurio	0,39	0,24
Venus	0,72	0,62
Terra	1	1
Marte	1,52	1,88
Jupiter	5,2	11,86
Saturno	9,54	29,46
Urano	19,19	84,01
Netuno	30,16	164,8

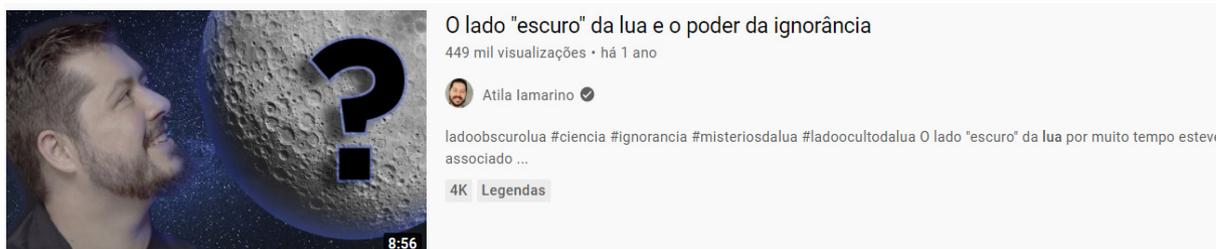
Fonte: Elaborado pelo autor

Seguem os relatos da organização das atividades nos diferentes grupos.

Grupo 1 – Grupo composto por três alunos, onde todos os membros do grupo têm facilidade com exatas.

O grupo dividiu as tarefas para que os membros se sentissem confortáveis ao desenvolver a atividade. Um dos membros possuía um perfil de liderança e esse líder dava as orientações, sempre conduzindo o caminhar da atividade.

Como o grupo possuía uma certa facilidade com a disciplina, foi o grupo que conseguiu desenvolver a prova em um curto intervalo de tempo, sem fazer muitas consultas durante a realização da prova. Entre os poucos diálogos registrados no chat, foi possível identificar uma consulta a um vídeo (Figura 34) e a explicação de um termo, já que um dos membros do grupo, o que estava encarregado por escrever as respostas não havia utilizado o mesmo termo que estava no produto educacional. Neste grupo, um dos alunos era pouco comunicativo, porém, um ótimo aluno em exatas. Este aluno recebeu a confiança do grupo para desenvolver os cálculos, também registrados no chat da Figura 35.

Figura 34 – Vídeo utilizado como consulta durante a avaliação pelo Grupo 1.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=qBwfi-gCZOg>

Figura 35 – Parte do chat do Google Meet do Grupo 1.

00:39:21.342,00:39:24.342
 [Redacted]: A rota da lua não é um círculo perfeito, sua distancia da terra muda, o fenômeno acontece quando a lua esta cheia, e em sua posição mais próxima da terra.

00:46:48.014,00:46:51.014
 [Redacted]: Nós só temos a visão da mesma face da lua porque a lua orbita em relação a terra e não em seu próprio eixo.

00:47:46.713,00:47:49.713
 [Redacted]: A outra face da lua recebe luz do sol, pois ao orbitar em volta da Terra, a Terra esta orbitando o sol, e assim a outra face da lua recebe luz do sol

00:52:32.360,00:52:35.360
 [Redacted]: é na c

01:01:09.701,01:01:12.701
 [Redacted]: <https://www.youtube.com/watch?v=qBwfi-gCZOg>

01:37:41.794,01:37:44.794
 [Redacted]: ^2

01:38:01.733,01:38:04.733
 [Redacted]: $\sqrt{2}$

02:33:49.559,02:33:52.559
 [Redacted]: <https://youtu.be/hdTccdtmSI>

Fonte: Elaborado pelo autor

Grupo 2 – Este grupo possuía dois membros e foi o grupo que mais utilizou consultas online para a resolução das atividades.

Além da consulta a um vídeo para responder uma questão, eles também utilizaram o aplicativo Excel (Figura 36), para construir uma tabela, e recorreram à terceira HQ (Figura 37) para encontrar a fórmula que deveria ser aplicada na resolução da questão.

Aluno 1: Na página 8 da historinha da terceira lei tem a fórmula, vou usar ela aqui para encontrar o valor para Júpiter e te falo a resposta.

Aluno 2: Se eu fizer uma planilha no Excel acho que sai rápido esse.

Aluno 1: Tá bom, mas não sei usar o Excel.

Aluno 2: Faz a conta que eu vou te falar no papel e a gente compara aqui o resultado de uma, se bater a gente usa para os outros.

Do diálogo, observa-se que os estudantes fizeram uso do instrumento mediador oferecido pelo professor e buscaram ferramentas capazes de “mecanizar” o processo de cálculo,

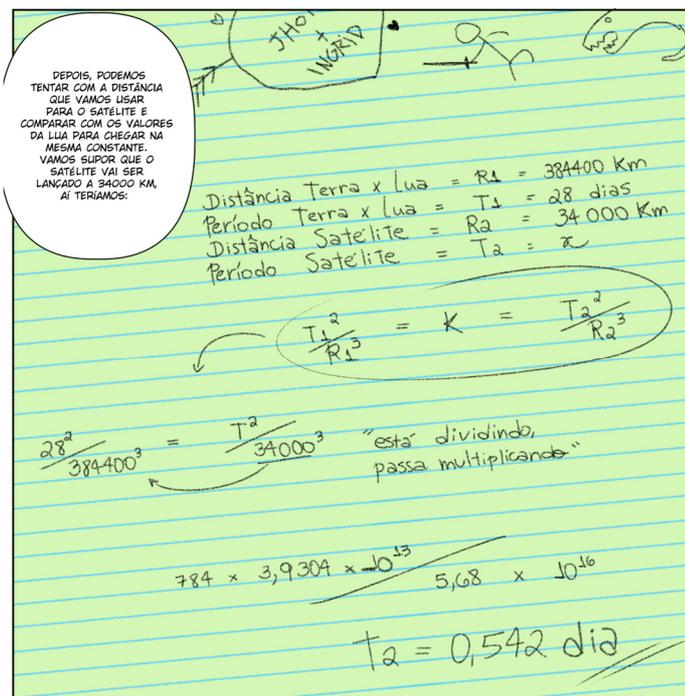
uma vez que todos os cálculos necessários correspondiam à mesma fórmula. Isso mostra, que eles compreenderam que o movimento de todos os planetas em torno do Sol era regido pela mesma equação.

Figura 36 – Tabela desenvolvida pelos alunos do grupo 2 para resolver a atividade.

	A	B	C
1	Planta	Ráio médio	Periodo (anos terrestres)
2	Mercurio	0,39	0,24
3	venus	0,72	0,62
4	terra	1	1
5	marte	1,52	1,88
6	jupter	5,2	11,86
7	saturno	9,54	29,46
8	urano	19,19	84,01
9	netuno	30,16	164,8

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 37 – Quadro da página 8 da terceira HQ, onde aparece a terceira lei de Kepler.



Fonte: Elaborado pelo autor

O grupo se dividiu para resolver a avaliação, mas, no decorrer da atividade, eles foram consultando um ao outro para conferir se as justificativas que estavam construindo para as respostas eram coerentes.

Aluno 1: *Vamos juntos para a questão 5 agora? O que você acha da gente tentar desenhar isso? Eu vou fazer um desenho e te mando no Discord.*

Aluno 2 (depois de ver o desenho): *Mas a gente não pode dizer o período do satélite geoestacionário? Por que se ele é estacionário o período dele é o mesmo do da Terra, não?*

Aluno 1: *Tá, vou desenhar de novo.*

Aluno 2: *Não precisa, vamos tentar por regra de três.*

Aluno 1: *Cara, regra de três não tá indo não, e se a gente calcular a velocidade do satélite?*

Aluno 2: *Acho que primeiro tem que ser do geoestacionário, né? Porque a gente tem o período de rotação dele que é 24h.*

(...)

Aluno 2 (sobre a questão 2): *Veja se tem sentido isso, no 2 a menina lá não consegue explicar o experimento por que na história os recortes têm o mesmo peso e no exercício não. Aí o professor quer um por quê. O Por que é que ela deve ter cortado sem precisão eles e por isso ficou diferente.*

Aluno 1: *Acho que sim, mas como ela ia saber se cortou com o mesmo peso?*

Aluno 2: *Medindo na balança.*

Neste ponto, nos apoiamos nas ideias Zeichner (1993) apud Langhi; Nardi (2016) que argumenta que tanto o mediador quanto o aluno sejam construídos na ideia de autonomia, vivenciando práticas que proporcionem uma reflexão sobre as dificuldades apresentadas, análise de erros e acertos, avaliações, definições de ações e projetos para conduzi-los a formações significativas. De acordo com Zeichner (1993), o bom professor deve buscar em suas práticas os conhecimentos prévios que cada aluno traz consigo, considerando suas tradições e respeitando suas limitações. Sendo assim o conhecimento torna-se significativo visando um melhor proveito em um ambiente de ensino. Considerando esses conhecimentos prévios, cabe ao professor ter um olhar atento às novas práticas visando a autorrealização individual de cada aluno para que um conteúdo possa ser abordado de diversas maneiras com um resultado similar para todos (Zeichner, 1993).

Grupo 3 – Grupo composto por 3 membros, onde apenas um dos membros tinha facilidade com exatas.

Neste grupo, os alunos buscaram consultar os quadrinhos e conseguiram tirar uma boa nota na atividade. Os integrantes do grupo se dividiram para conseguir desenvolver as atividades, sendo um membro para fazer as consultas, outro membro para justificar as respostas e o outro para fazer os cálculos necessários. Durante a resolução dos exercícios, os membros utilizaram a webcam para explicar certos exercícios se comunicando também com gestos para facilitar a interpretação e a discussão da melhor justificativa. Após a escrita de uma resposta, todos os membros escutavam o que foi escrito opinavam se concordavam ou não.

Aluno 1: Esse primeiro ele quer a trajetória do satélite, como que podemos fazer?

Aluno 2: Acha a velocidade primeiro?

Aluno 3: Pode ser, porque ele pergunta o período e deu a distância.

Aluno 2: E como a gente acha o período?

Aluno 3: Abre nos quadrinhos, cada um, procura em um.

Aluno 1: Achei no último, no fim dele, pagina 9, está escrito assim, o menino pergunta sobre o geoestacionário e a menina responde: "é uma órbita feita por satélites que completam uma rotação interna em torno da terra no período de 24h, isto é, durante um dia". Então o período é um dia.

Aluno 2: Qual das duas distancias eu uso?

Aluno 3: Acho que a do satélite.

Aluno 2: Mas não faz sentido porque a distância dele é pequena.

Aluno 1: Se ele tá na órbita da terra, ele tem que ter um raio maior do que o da Terra, se não ele estaria dentro da Terra.

Aluno 2: Verdade, e então?

Aluno 3: Acho que temos que somar.

Nesse diálogo, percebe-se que quando o Aluno 1 apresenta uma situação de conflito onde utilizar o valor da altura do satélite como o raio na expressão da terceira Lei corresponderia a ter um objeto dentro da Terra, o que leva o Aluno 3 a perceber que se trata de uma situação de soma do raio da Terra com a altura do satélite. Pelas interações, pode-se supor que o Aluno 1 está num nível de desenvolvimento real mais avançado que os alunos 2 e 3 e que as intervenções que ele faz no diálogo contribuem para o avanço na ZDP dos colegas.

Nesse grupo, os integrantes também buscaram associar seus conhecimentos cotidianos e suas vivências com os assuntos tratados na avaliação e ressaltaram a importância de estudar física conceitualmente, indo além dos cálculos matemáticos.

Aluno 1 (sobre a questão 2): *Eu gosto dessa resposta, tem que passar com as nossas palavras só.*

Aluno 2: *O bom dessa questão foi que não precisava fazer conta.*

(...)

Aluno 1 (sobre o exercício 4): *Minha mãe sempre fala que a gente só consegue ver são Jorge quando olha para a lua, então a gente pode colocar que é porque ele sempre está protegendo a gente. (Risos).*

Aluno 3: *Olhem na câmera, como que eu explico isso? (enquanto rodava a tampa da caneta em volta da caneta).*

Aluno 1: *Não entendi.*

Aluno 3: *Por que a lua tá rodando em volta da Terra, mas para que a gente veja só um lado, ela tem que rodar em volta dela também, não?*

Aluno 2: *Translação e rotação?*

Aluno 3: *Isso, a lua também tem translação e rotação, só que por algum motivo é parecida com o da Terra.*

Aluno 2: *A gente pode escrever assim: a Terra ao orbitar o Sol tem dois movimentos, o de rotação e o de translação, logo a lua ao orbitar a Terra tem esses mesmos dois movimentos, porém a lua em seus movimentos fica alinhada com a terra, fazendo com que nós sempre vejamos o mesmo ponto da lua.*

Para o item b) vamos fazer uns desenhos, porque a lua vai ficar com a outra face em algum momento voltada para o sol, por causa do movimento, mas eu não sei dizer por quantos dias, dá para fazer uma pesquisa rápida, já que a prova é com consulta mesmo.

Aluno 3: *Primeiro A em física, 'Aluno 2'?*

Aluno 3: (Riso) *Mas essa prova faz a gente pensar em física como a literatura das exatas.*

Nota-se que o Aluno 2 utilizou seu conhecimento prévio sobre os movimentos de translação e rotação da Terra em torno do Sol para construir uma hipótese de que a lua executa movimentos semelhantes em torno da Terra.

Segundo SASSERON; CARVALHO (2011), no ambiente escolar, ao construir conhecimentos, o mediador deve possibilitar a síntese de argumentos que desencadeiem as relações sociais entre os alunos, alinhando as informações existentes com o ensino logicamente construído, compartilhando dúvidas e acertos de maneira que as questões apresentadas auxiliem os mesmos em suas indagações. O registro do diálogo entre os membros do grupo 3 sugere que a HQ possibilitou desencadear esse processo para a aprendizagem desses estudantes.

Grupo 4 – Grupo composto por dois membros, que apresentou dificuldades para se comunicar de uma maneira eficiente durante a realização da atividade.

Um dos alunos tentou justificar uma resposta utilizando um desenho, porém não conseguiu mostrar este desenho para seu colega e precisou utilizar outro aplicativo para compartilhar o que tinha feito.

Grupo 5 – Grupo composto por três membros, sendo um dos membros um aluno muito comunicativo. Essa necessidade de comentar tudo que estava sendo realizado durante a atividade foi algo que atrapalhou os outros membros do grupo, tirando a concentração deles.

Grupo 6 – Grupo composto por dois membros. Os dois tinham dificuldades em Física e manifestaram várias vezes ao longo do diálogo completo que não podiam tirar “nota vermelha” na prova. Um trecho do diálogo, abaixo transcrito, exemplifica como a falta de alguns conceitos básicos dificulta aos estudantes avançar no processo de aprendizagem.

Aluno 1: No exercício 2) ele tá perguntando o porquê tá errado e o que o irmão deveria dizer. A segunda história é sobre a segunda lei, vou pesquisar a segunda lei e você procura ela no quadrinho, é o segundo.

(...)

Aluno 1: No site do mundo educação diz: "A segunda lei de Kepler, também conhecida como a lei das áreas, afirma que a reta imaginária que liga um planeta até o Sol varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais. De acordo com essa lei, a área percorrida pelo raio vetor que liga um planeta até o Sol durante um intervalo de tempo é constante e recebe o nome de velocidade areolar." Entendeu?

Aluno 2: Não muito.

Aluno 1: *Também fala assim na introdução: "A segunda lei de Kepler decorre diretamente do princípio da conservação do momento angular."*

Aluno 2: *Só não pode colocar assim, tem que escrever diferente, o que é momento angular?*

Aluno 1: *Não sei, mas tem a ver com a resposta do exercício isso?*

Aluno 2: *Não sei, a gente tem que saber por que tá errado.*

Aluno 1: *Na página 6 do quadrinho, no primeiro balãozinho fala: "como o papel é homogêneo, a distribuição de massa é igual em todos os seus pontos, então vamos recortar esses papeizinhos e pesá-los. Como a área varrida foi igual no A1 e no A2, a massa deles também deve ser igual."*

Aluno 2: *Eu acho que tem a ver com isso a resposta.*

Aluno 1: *Pode ser, mas o quê?*

Aluno 2: *Continua pesquisando.*

(...)

Aluno 1: *E se o papel que ela usou não for homogêneo?*

Aluno 2: *O que é homogêneo?*

Aluno 1: *Pesquisa no Google, o que é homogêneo.*

Aluno 2: *"Na física, um material ou sistema homogêneo tem as mesmas propriedades em todos os pontos; é uniforme, sem irregularidades." Entendeu?*

Aluno 1: *Não sei, mas tem a ver com a resposta do exercício isso?*

Aluno 2: *Diz que tem as mesmas propriedades em todos os pontos. A propriedade que ele fala no quadrinho é qual?*

Aluno 1: *Massa?*

Aluno 2: *Então a gente pode colocar na resposta que o irmão disse que a distribuição da massa do papel que ela usou não é homogênea, daí deu errado.*

Aluno 1: *Tá, vou escrever isso.*

Nesse debate, os estudantes utilizaram tanto a segunda HQ, como sites de pesquisa como mediadores no processo de aprendizagem. As dificuldades encontradas por eles e o excesso de perguntas e dúvidas apresentados, sugerem que ambos estão em um nível de desenvolvimento real próximo entre si, porém anterior a alguns outros colegas da sala. Juntos eles conseguiram construir uma hipótese, mas percebe-se que ainda continuaram com dúvida quanto aos conceitos de propriedade, homogeneidade e momento angular.

Importante ressaltar que não foi possível registrar os relatos de alguns grupos, uma vez que as condições climáticas na região não foram favoráveis, impossibilitando conexão com a internet de alguns estudantes.

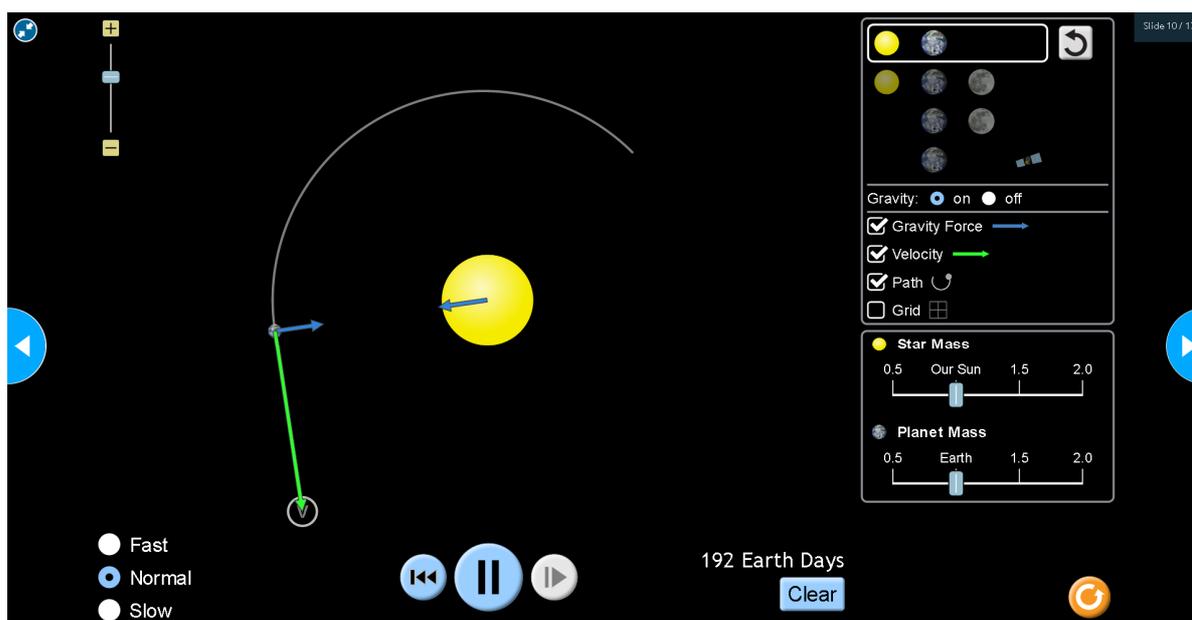
5.3 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES – PÓS-AVALIAÇÃO

Após a atividade avaliativa, em aula, o professor questionou os alunos sobre possíveis melhorias que poderiam ser aplicadas para essa atividade. Alguns alunos sugeriram que alguns exercícios de fixação poderiam ser anexados ao final de cada história, para que eles pudessem preencher e entregar ao professor, valendo nota de atividade, por exemplo. Outra sugestão foi que o professor incluísse nas HQs mais aplicações sobre o tema, visto que a terceira história foi a mais longa.

Na aula pós avaliação, foi realizada a correção da prova pelo professor. Para tanto, o professor utilizou uma apresentação de slides interativos no aplicativo Nearpod, exemplificado na Figura 38.

Por último, foi aplicado aos estudantes um formulário para que registrassem suas opiniões sobre a experiência com o produto educacional.

Figura 38 – Simulador de órbitas da plataforma PhET, disponível no aplicativo Nearpod.



Gravity and Orbits — Model



Fonte: Elaborado pelo autor - <https://nearpod.com/library/preview/lesson-L117879158>

Treze alunos participaram da atividade, respondendo ao questionário de avaliação do produto educacional, o qual é transcrito a seguir, seguido da síntese das respostas.

Questão 1: As ilustrações estavam nítidas?

100% respondeu Sim.

Questão 2: Os diálogos utilizados nos quadrinhos eram suficientes para entender a mensagem principal dos quadrinhos (as três leis de Kepler)?

100% respondeu Sim.

Questão 3: As ilustrações te agradaram visualmente?

100% respondeu Sim.

Questão 4: A partir dos quadrinhos, você conseguiu entender sobre as três leis de Kepler?

100% respondeu Sim.

Questão 5: Você acha que com apenas as explicações feitas nos quadrinhos você conseguiria responder questões sobre o tema proposto?

69% respondeu Sim e 31% respondeu Não.

Questão 6: Em sua opinião, a aplicação de quadrinhos, como o que foi proposto para vocês, pode deixar uma aula mais interessante e/ou mediar o processo de aprendizagem? Poderia justificar sua opinião?

100% respondeu Sim e alguns justificaram:

Aluno 1: *Na minha opinião, é uma maneira mais leve de aprender assuntos que são mais complicados, como este, por exemplo. A aula ficou mais suave e tranquila.*

Aluno 2: *Achei super enriquecedora para deixar as aulas mais leves e o aprendizado mais divertido.*

Aluno 3: *Pode ajudar a aula a ficar mais interessante. Pois proporciona uma maneira diferente de aprendizado.*

Aluno 4: *Também o slide com toda história contada é interessante. As ilustrações, de uma forma simples e didática, ajudam o aluno a entender melhor o assunto, tanto na forma empírica, quanto na algébrica. Observação é essencial para o entendimento da matéria. Aula muito boa! :D*

Aluno 5: *A proposta de apresentar conteúdos no formato de quadrinhos aproxima o aluno da matéria estudada e incentiva o aprendizado, tornando-o prazeroso. A ideia é ainda melhor quando envolve matérias que, majoritariamente, envolvem maior dificuldade aos alunos, como é o caso do campo de exatas.*

Aluno 6: *Sem dúvida torna a aula muito mais interessante. É uma metodologia ótima que sai do "tradicional" das aulas, ou seja, o professor e o aluno na sala de aula. Além de tornar o assunto muito mais fácil de entender é também divertido ler os quadrinhos.*

Aluno 7: *Na minha opinião, aulas que contam com o auxílio de quadrinhos como os que foram propostos podem ser muito mais produtivas, uma vez que o conteúdo é passado de uma forma lúdica e visualmente agradável e interessante, o que potencializa a fixação da matéria e pode ajudar os alunos a lembrarem-se dela com mais facilidade durante a resolução dos exercícios.*

Questão 7: O aplicativo que você está utilizando se chama NearPod, você acha que as interfaces desse aplicativo podem ajudar nas aulas? Interfaces como as das questões que foram propostas para você até esse momento.

77% respondeu Sim e 23% relatou ter tido dificuldades no uso do aplicativo.

Questão 8: Gostaria de saber se você tem mais alguma crítica, comentário ou sugestão sobre esse trabalho.

54% não respondeu. Dos 46% que responderam, alguns comentários foram:

Aluno 1: *Nenhuma crítica. Trabalho excelente.*

Aluno 2: *Os quadrinhos ajudaram muito na compreensão do assunto e creio que me ajudarão a fixar o conteúdo por muito tempo. Além disso, despertaram em mim um interesse muito grande pela área da física estudada. Parabéns pelo projeto! Ficou muito bom mesmo!*

Aluno 3: *Excelente trabalho! Obrigada por ter enviado os quadrinhos. As ilustrações estão incríveis, as explicações estão ótimas e de fácil entendimento. Quando li o quadrinho antes de assistir sua aula não ficou difícil de entender do que se tratava, logo com o auxílio da aula ficou bem tranquilo de entender o conteúdo.*

Aluno 4: *Professor, gostaria apenas de agradecer seu esforço em tornar as aulas e as atividades mais lúdicas e interessantes para nós. Os quadrinhos ficaram muito legais, visualmente agradáveis e de fácil compreensão. Com certeza nos ajudarão a lembrar das Leis de Kepler durante a realização de provas. Parabéns pelo trabalho!*

Aluno 5: *Eu gostei muito, e o entendi super bem o conteúdo.*

As questões 1 a 4 referiam-se à qualidade do produto. Todos os estudantes que responderam ao questionário avaliaram positivamente o material elaborado.

Quando perguntados sobre a possibilidade de utilizarem apenas os quadrinhos no aprendizado, na questão 5, 31% dos estudantes respondeu que não seria suficiente. Esse

resultado ilustra a importância da atuação do professor em sala de aula, tirando dúvidas e apresentando materiais diversificados. Esse resultado é coerente com a resposta seguinte, onde 100% dos estudantes responderam que consideram que material pode deixar a aula mais interessante e auxiliar no processo de aprendizagem. Fica clara aqui a avaliação dos estudantes de que o produto proposto auxiliou no seu aprendizado, com a ressalva de que não deve ser o único material a ser utilizado, evidente no comentário de um estudante que enfatizou a importância dos slides. Ainda nos comentários vários usaram o termo “aula mais leve”, “lúdica”, sugerindo que consideram a disciplina de Física “pesada”. Alguns enfatizaram ser positivo sair do ensino “tradicional”, normalmente se referindo ao uso de giz e lousa, comum à maioria das aulas de Física.

Para nossa surpresa, alguns estudantes relataram dificuldade com interface do Nearpod, na questão 7, indicando que o uso das novas plataformas digitais demanda que os alunos inicialmente sejam familiarizados com as ferramentas, para que posteriormente possam aplicá-las adequadamente para o seu aprendizado.

Na questão 8, vários estudantes reforçaram sua avaliação positiva sobre a atividade.

De modo geral podemos dizer que as avaliações sobre a aplicação da atividade foram muito positivas, indicando que os estudantes se sentiram motivados a estudar o conteúdo.

Capítulo 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto aqui descrito foi desenvolvido e aplicado no contexto de ensino remoto, com o intuito de manter os alunos interessados e atentos quanto aos conteúdos de Física, e possibilitando a utilização desse material fora do ambiente escolar.

A produção do material buscou contemplar os conceitos físicos das Leis de Kepler e as suas aplicações no cotidiano. Além desse conteúdo, buscou-se destacar alguns temas transversais como a relação aluno-professor, o protagonismo feminino nas ciências e o respeito ao meio ambiente, por exemplo.

A aplicação das HQs foi acompanhada de aulas com uso do software Nearpod. O uso desta ferramenta, bem como a crescente familiarização com as ferramentas de tecnologia de informação e comunicação mostraram a possibilidade de desenvolver aulas mais interativas e atraentes aos estudantes.

Durante a aplicação da avaliação, os estudantes procederam pesquisas de conteúdo nas HQs disponibilizadas, em vídeos do youtube, sites escolares, buscador Google e utilizaram o software Excel. A análise dos registros de interação durante a realização da atividade avaliativa permitiu verificar como essas diferentes fontes puderam ser utilizadas como mediadoras no processo de aprendizagem dos estudantes.

Além disso, os diálogos registrados permitiram identificar indícios de avanços nas zonas de desenvolvimento proximal dos estudantes, principalmente nos grupos que trabalharam de forma mais coletiva, discutindo as questões e apresentando contrapontos aos colegas, no processo de construção de hipóteses.

Outro ponto positivo da aplicação produto foi o aumento de interesse de alguns alunos, que não tinham facilidade com exatas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, V. Física em quadrinhos Material de apoio ao professor utilizando Histórias em Quadrinhos no ensino. Disponível em:[https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/12142/dissertacao-dep%*c3*%*b3*sito-valeriaalvares.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/12142/dissertacao-dep%c3%b3sito-valeriaalvares.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acessado em três de março de 2021.

ARANTES, V. A. Afetividade na escola: alternativas teóricas e práticas. Summus editorial, 2003.

BARBOSA, Alexandre et al. Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula. Contexto, 2004.

BRASIL, Ministério de Educação e Cultura – MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs): Ensino Médio. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

CAPES. Plataforma Sucupira. Governo do Brasil. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>. Acesso em: out. 2021.

CARUSO, F. “Quadrinhos para a cidadania”. História, ciência. - saude Manguinhos, 16: 217, 2009.

CARUSO, F.; CARVALHO, M.; SILVEIRA, M.C. Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. Ciência & Sociedade, Rio de Janeiro, v.8, 2002.

CARVALHO A., A. A. A. Indicadores de Qualidade de Sites Educativos. Cadernos SACAUSEF, 2006.

CARVALHO D., D. A educação está no Gibi. Campinas: Papirus, 2006.

FERNANDES, H. L., & Carvalho, A. K. L. de. (2019). Quadrinhos e divulgação científica: compreendendo a ação dos vírus da dengue no organismo humano. 9ª Arte (São Paulo), 8(2), 53-68. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9877.v8i2p53-68>. Acessado em vinte e dois de março de 2021.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

FREITAS, M.T. de A. O Pensamento de Vigotsky e Bakhtin no Brasil. Ed. Papirus, 1998.

FONSECA, V. Cognição, neuropsicologia e aprendizagem: abordagem neuropsicológica e psicopedagógica. Petrópolis, RJ, Vozes, 2009.

GARCIA, C. M. Formação de professores: para uma mudança educativa. Portugal: Porto Editora, 1999.

GIBIO. Projeto Campus Ufscar Sorocaba. Ufscar Fotografia, 2007. Disponível em: Acesso em: março 2021.

GONICK, L. Cálculo em Quadrinhos. Tradução de Marcelo Alves. São Paulo: Blucher, 2014.

GONZAGA, Luiziana A.; MACETI, Huemerson; LAUTENSCHLEGUER, Ivan José; LEVADA, Celso Luis. A física dos super-heróis de quadrinhos (HQ). Caderno de Física da UEFS, Feira de Santana, v. 12, n. 1, p. 07-30, 2014.

GORDON, I. Comic Strips and Consumer Culture 1890-1945. Smithsonian, 2004.

IWATA. Y.A. Alfabetização E Divulgação Científica De Química Por Meio Da Produção De Histórias Em quadrinhos. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/7310/DissAYI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em março de 2021.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Interpretando reflexões de futuros professores de física sobre sua prática profissional durante a formação inicial: a busca pela construção da autonomia docente. Investigações em Ensino de Ciências, v. 16, n. 3, p. 403-424, 2016.

LEONTIEV, A.; O Desenvolvimento do Psiquismo. São Paulo, Centauro, 2004

LOURENÇON, B.D. Elaboração De Uma História Em Quadrinhos Utilizando Tópicos De Física Para O Ensino Médio. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/11458/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Bruno_Darros_PROFIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acessado em março de 2021.

LURIA, A.R. Pensamento e linguagem: as últimas conferências de Luria. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO. Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. Brasília/DF.: MEC – Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC), 1999.

MOLL, H.; TOMASELLO, M. Cooperation and human cognition: the Vigotskyan intelligence hypothesis. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci, v.362, n.1480, 2007.

NASCIMENTO JUNIOR, Francisco de Assis. Quarteto fantástico: ensino de física, histórias em quadrinhos, ficção científica e satisfação cultural. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/D.81.2013.tde-23042013-113427. Acesso em: 2022-04-06.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Mecânica (Volume 1). Blucher, 2013.

OLIVEIRA, M.K. de. Letramento, cultura e modalidades de pensamento. Mercado de Letras, 1995.

OLIVEIRA, M.K. de. Vigotsky: Aprendizado e Desenvolvimento, um Processo Sócio-Histórico. Ed. Scipione, 1995.

- OUTCAULT, R. The Yellow Kid Stakes a Claim at Klondyke. “Disponível em: “https://cartoons.osu.edu/digital_albums/yellowkid/1897/1897.htm”. Acessado em doze de março de 2021.
- PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS – Ciências Humanas e suas Tecnologias. Brasília/DF: MEC – Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC), 2002.
- PIETROCOLA, M. Pogibin, A. Andrade R. De. Romero, T. R. Física - Conceitos & contextos 1 - Ensino médio. Editora do Brasil, 2016.
- REIS, J.C. Braga, B. Breve História da Ciência Moderna, Jorge Zahar Editor, 2003
- RHODES, F. H. T. Evolution. Golden Press, 1974.
- SCHERER, C. A. A contribuição da música folclórica no desenvolvimento da criança. *Educativ*, v. 13, n. 2, 2010.
- SILVA, B. V. C. Utilizando tirinhas em sala de aula: uma experiência com alunos do curso de Licenciatura em Física. 2010. Disponível em: <http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/VI.encontro.2010/GT.13/GT_13_06_2010.pdf>. Acessado em quinze de março de 2021.
- SILVA, E. R. As relações entre cognição e afetividade em LA: a influência de Vigotsky nessa abordagem temática. *Soletras*, v. 15, 2008.
- SILVA, M. Guia básico e pratico de roteiro para histórias em quadrinhos. Curitiba, Têmpora, 2019.
- TATALOVIC, M. Science comics as tools for science education and communication: a brief, exploratory study. *JOURNAL OF SCIENCE COMMUNICATION*, v. 8, n. 04, p. A02, 2009. Disponível em: [https://jcom.sissa.it/archive/08/04/Jcom0804\(2009\)A02/Jcom0804\(2009\)A02.pdf](https://jcom.sissa.it/archive/08/04/Jcom0804(2009)A02/Jcom0804(2009)A02.pdf). Acesso em:
- TOLKIEN, J.R.R. O Senhor dos anéis: a sociedade do anel. Tradução Lenita Maria Rómoli Esteves. São Paulo: Martins Pontes, 2002.
- VELASCO, C. G. Retrogênese: um processo a ser verificado. In: Velasco, C.G. *Aprendendo a envelhecer à luz da psicomotricidade* (p. 61-63). São Paulo: Phorte Editora, 2006.
- VERGUEIRO, W. Como Usar as Histórias em Quadrinhos na Sala de Aula. 1a ed. São Paulo, Editora Contexto, 2009.
- VIGOTSKY, Lev. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- VIGOTSKY, L. S. A. Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores. Ed. Martins Fontes, 2007.
- VIGOTSKY, L. S. A. Vigotsky e a educação. 1ª edição. Minas Gerais, Autêntica, 2005.

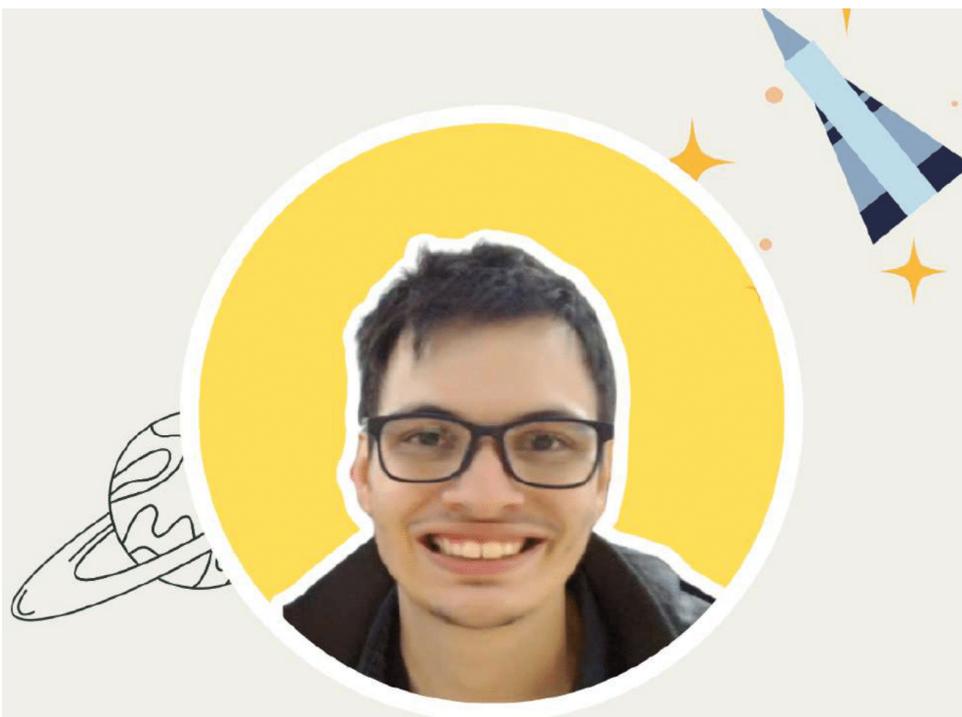
VIGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R. Estudos sobre a história do comportamento: Estudos sobre a história do comportamento símios, homem primitivo e criança. Artes Médicas, 1996.

ZEICHNER, K. A formação reflexiva de professores: idéias e práticas. Lisboa: EDUCA, 1993.

Apêndice A

PRODUTO EDUCACIONAL





Professor Luiz

Olá meus alunos, espero que estas histórias possam, além de entreter, ensinar a vocês os conceitos das três leis de Kepler

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Luiz Chiavini



O MEU FOCO

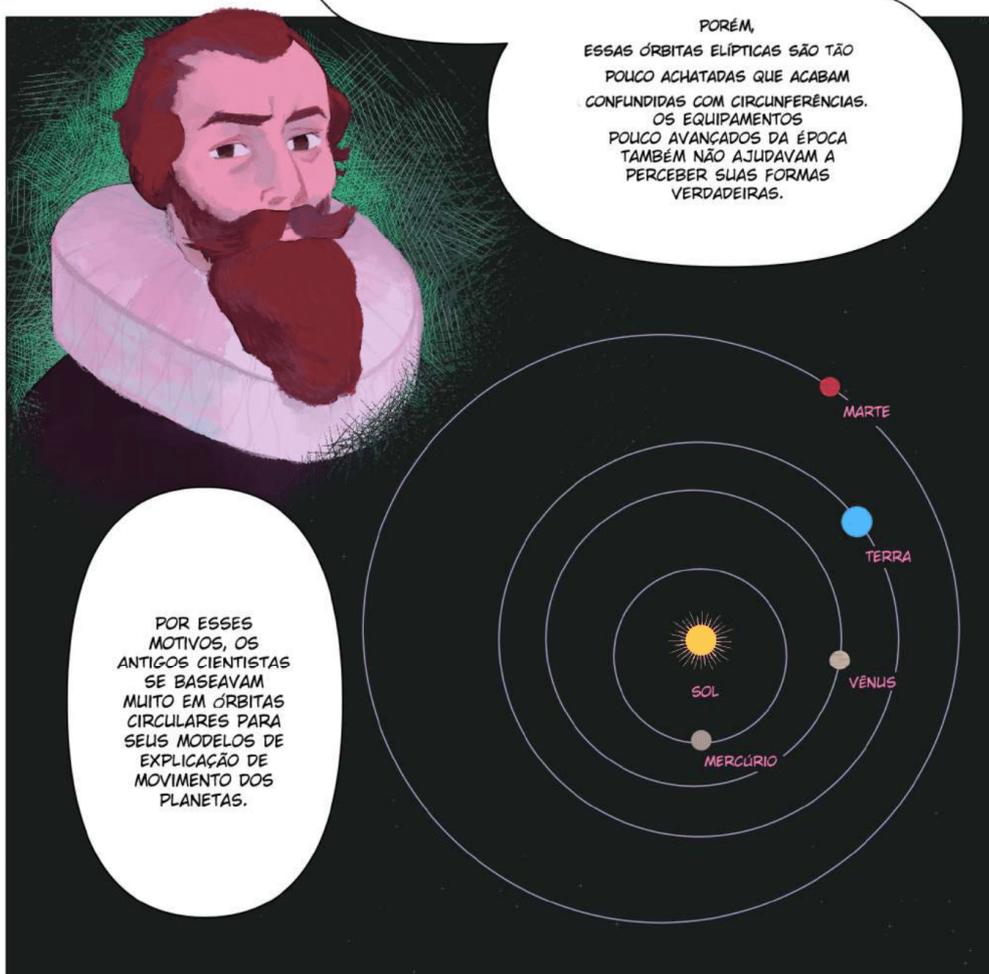
1ª LEI DE KEPLER

Nesta história será enunciada a primeira lei de Kepler, conhecida como a lei das órbitas elípticas, onde ela diz que os planetas ao orbitarem um outro corpo fazem trajetória elíptica e não circular.



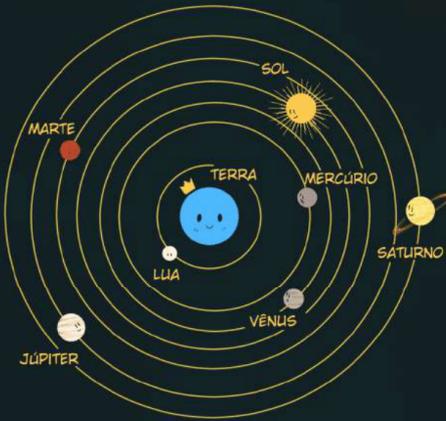




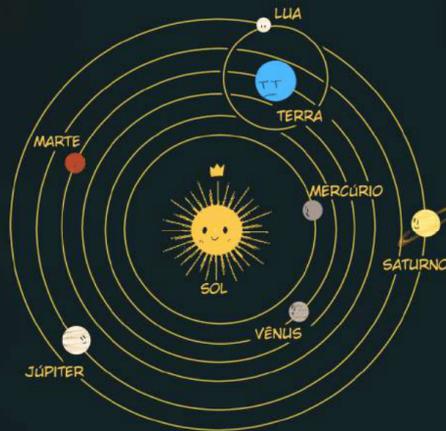


ENTRE ESSES MODELOS, PODEMOS DESTACAR...

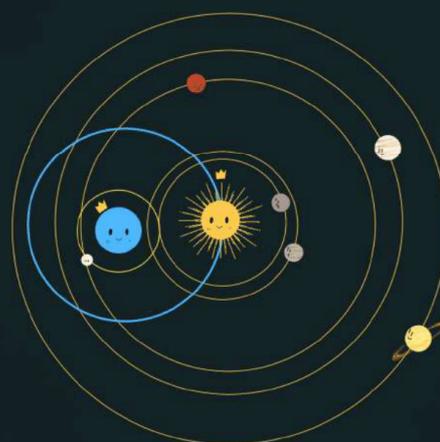
O PTOLOMAICO, TAMBÉM CONHECIDO COMO "GEOCÊNTRICO", NO QUAL A TERRA ERA O CENTRO, ORBITADA PELOS OUTROS PLANETAS E TAMBÉM PELO SOL...



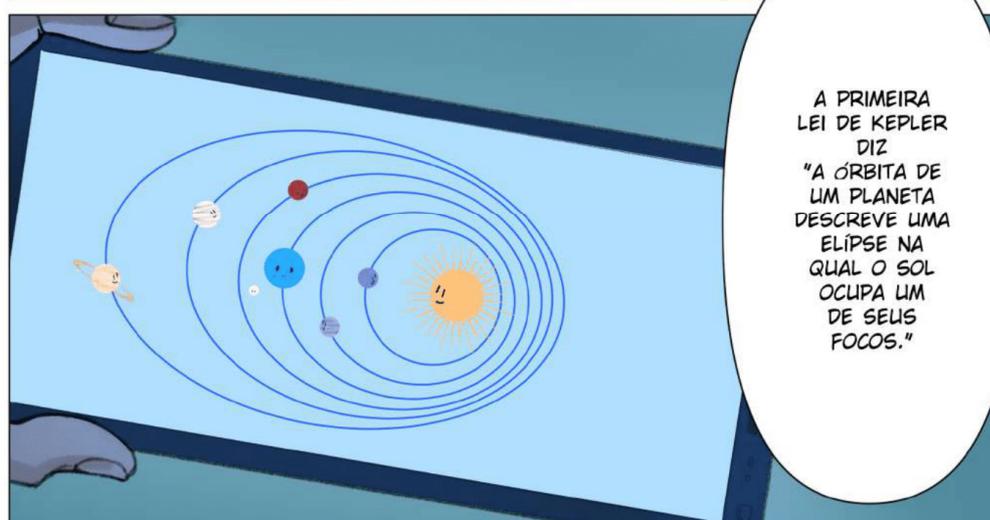
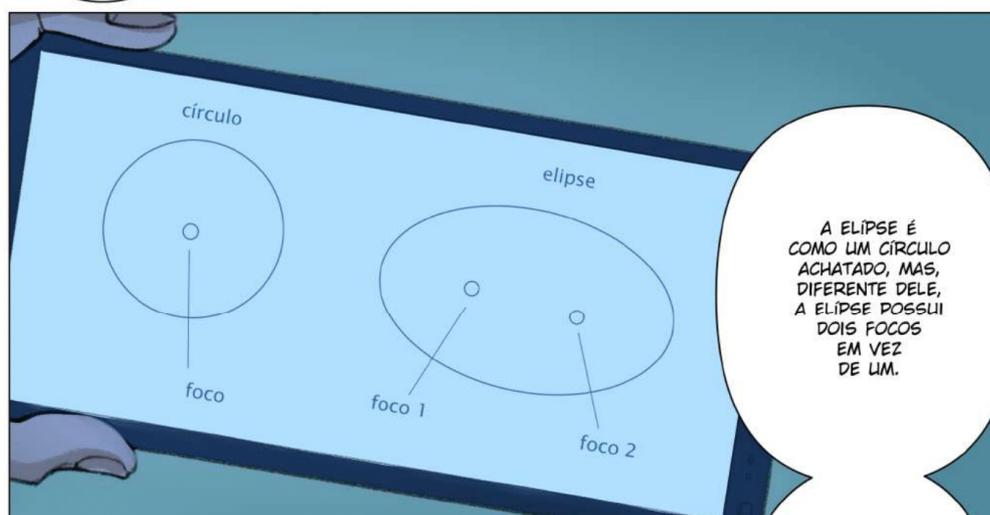
... O HELIOCÊNTRICO, DE COPÉRNICO, QUE ACREDITAVA QUE A TERRA ESTAVA ENTRE OS PLANETAS ORBITANTES DO SOL...

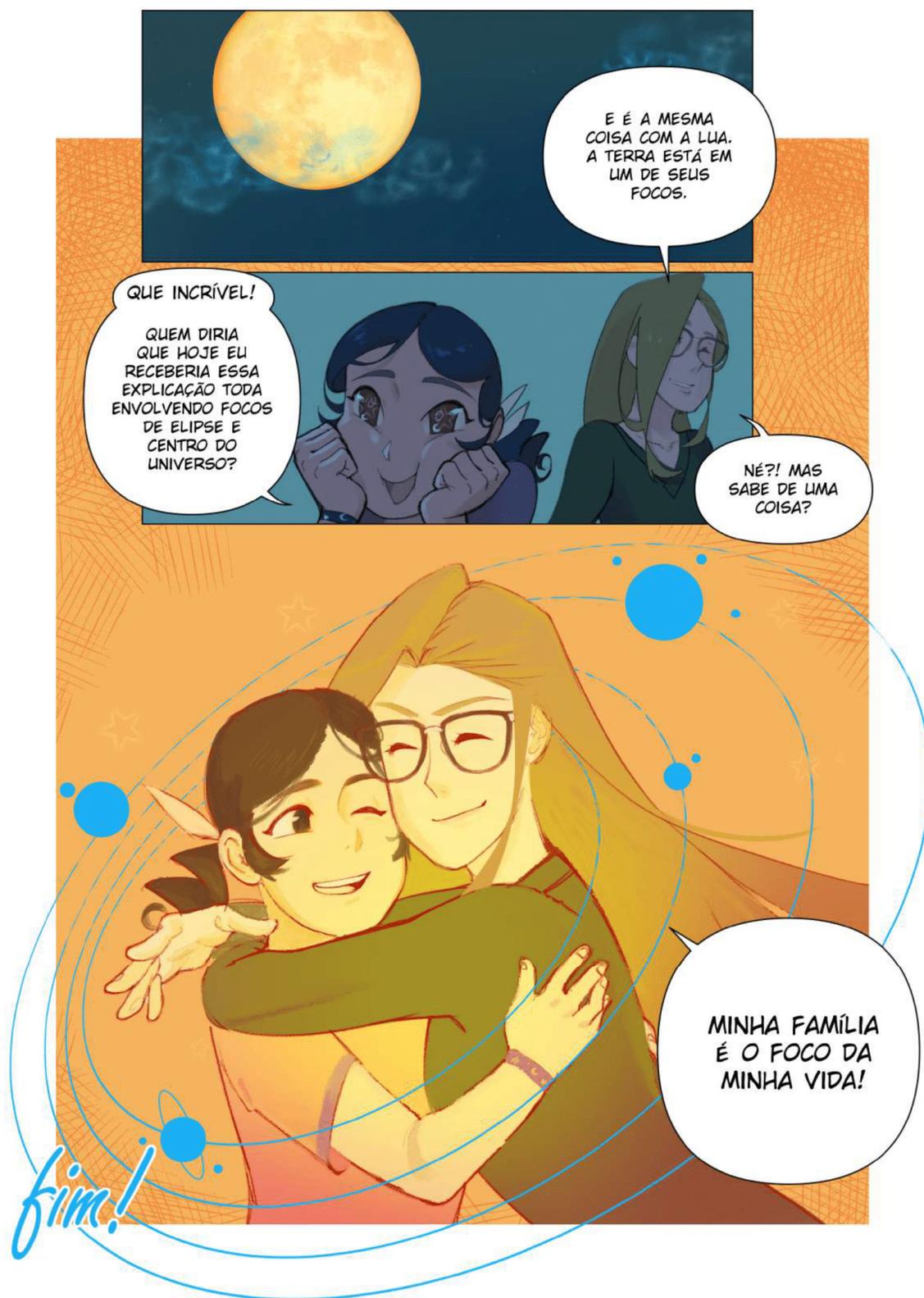


... E O DE TYCHO BRAHE, QUE MISTURAVA OS DOIS ANTERIORES, FAZENDO DA TERRA SEU CENTRO, ORBITADA PELO SOL ENQUANTO ELE ERA ORBITADO PELOS OUTROS PLANETAS.



QUE DOIDEIRA!







A ÁREA DO SABER

2ª LEI DE KEPLER

Nesta história será enunciada a segunda lei de Kepler, a lei das áreas, que nos ensina sobre a relação proporcional do movimento do planeta em relação ao tempo levado



PARA A 2ª LEI DE KEPLER, DEFINIDA COMO "A LEI DAS ÁREAS", TEMOS QUE CONSIDERAR QUE AS ÓRBITAS QUE OS PLANETAS FAZEM EM TORNO DO SOL NÃO SÃO CIRCULARES, MAS SIM ELIPTICAS.

OS PLANETAS, AO ORBITAR O SOL, TÊM SUA VELOCIDADE DIFERENTE DE ACORDO COM SUA DISTÂNCIA ENTRE ELLES E O SOL.

$v_1 \neq v_2$
 $D_1 \neq D_2$

SENDO ASSIM, QUANDO O PLANETA ESTÁ PERTO DO SOL, ELE TEM MAIOR VELOCIDADE E QUANDO ESTÁ LONGE DO SOL, ELE TEM SUA MENOR VELOCIDADE.

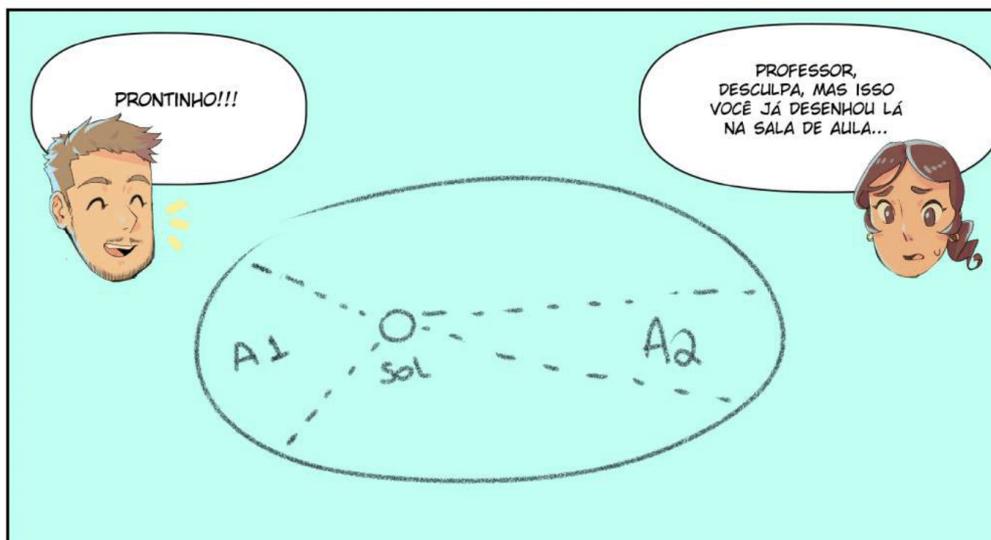
OU SEJA, SUA VELOCIDADE É MAIOR QUANDO O PLANETA ESTÁ EM UMA REGIÃO PRÓXIMA DO PONTO DE PERIÉLIO

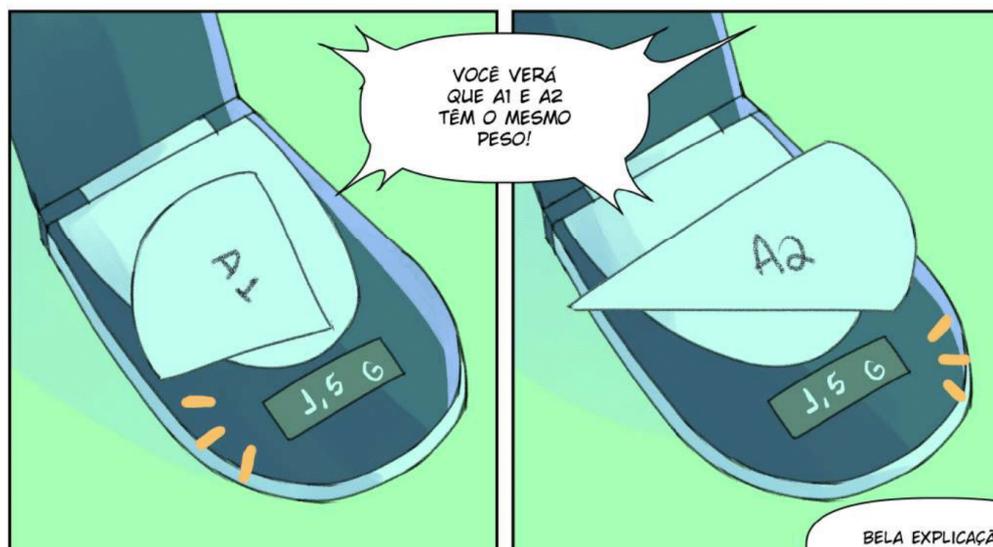
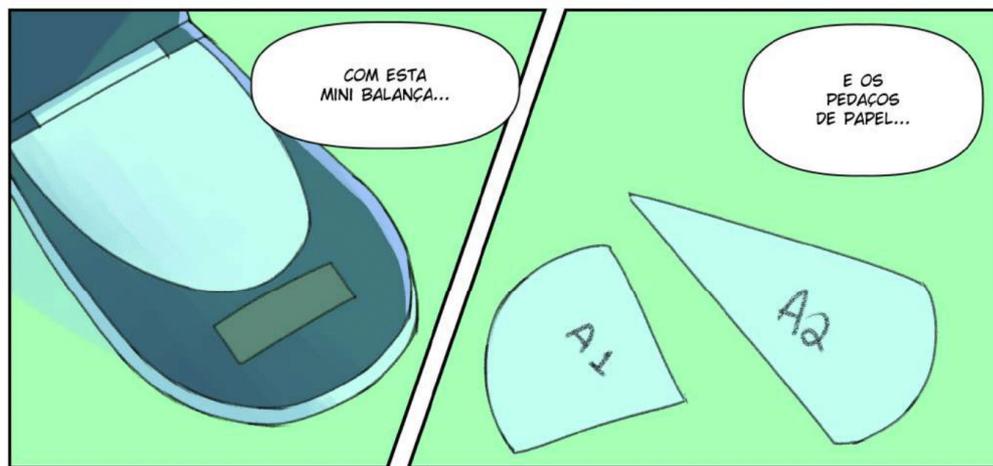
E SUA VELOCIDADE É MENOR, QUANDO O PLANETA PERCORRE A REGIÃO DA ÓRBITA PRÓXIMA DO AFÉLIO.

PERIÉLIO É O PONTO DA ÓRBITA DE UM CORPO QUANDO ELE ESTÁ MAIS PERTO DO SOL

AFÉLIO É O PONTO DA ÓRBITA DE UM CORPO QUANDO ELE ESTÁ MAIS DISTANTE DO SOL



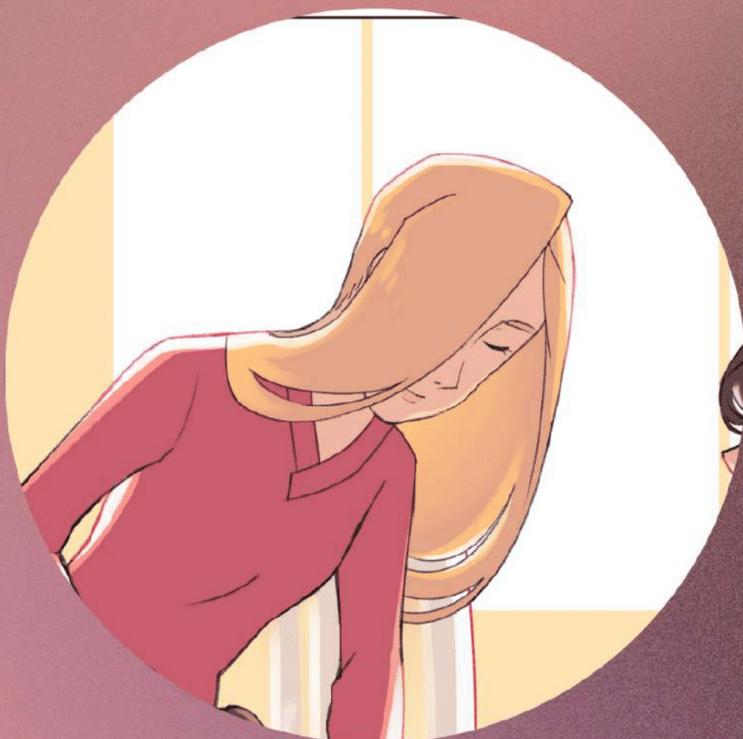




BELA EXPLICAÇÃO, "FESSOR"...



fim!

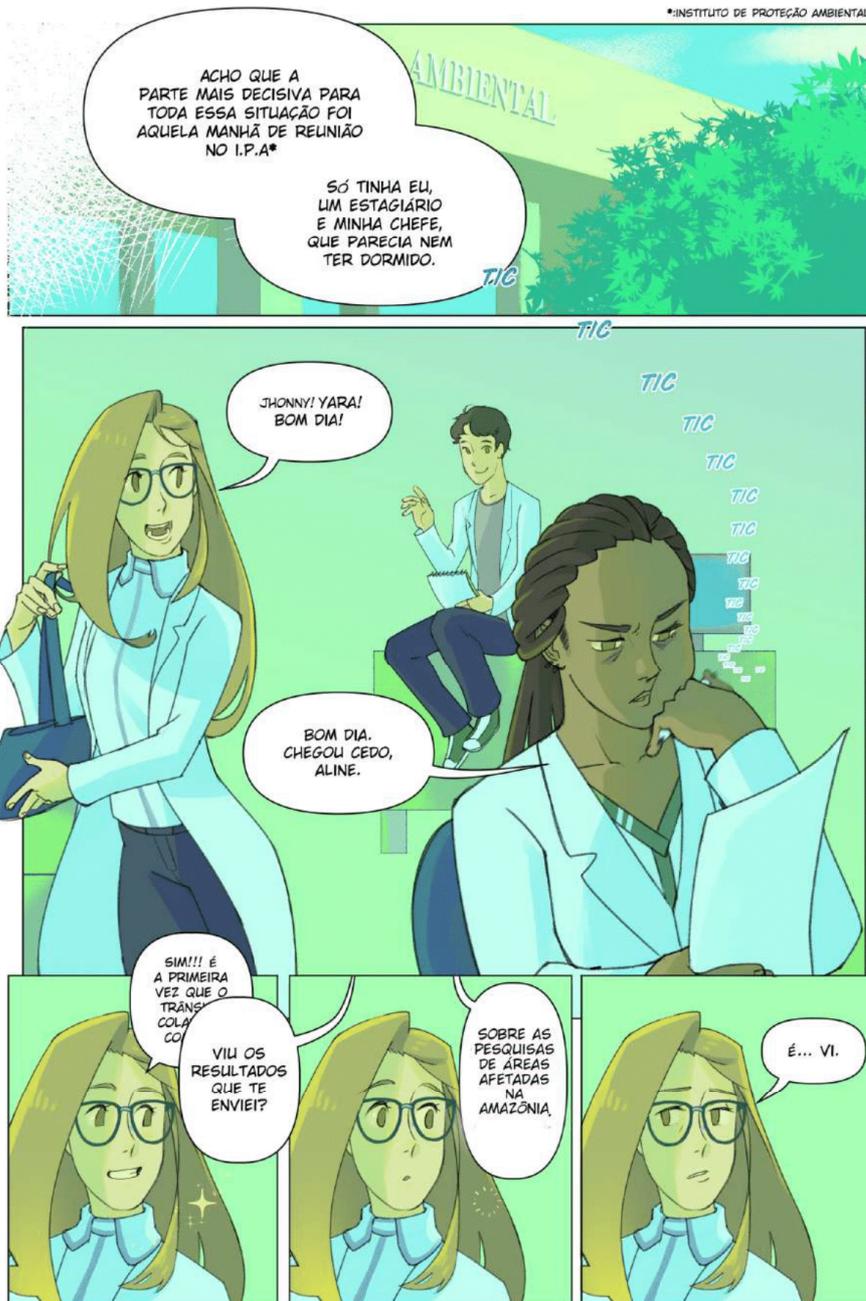


HARMONIA

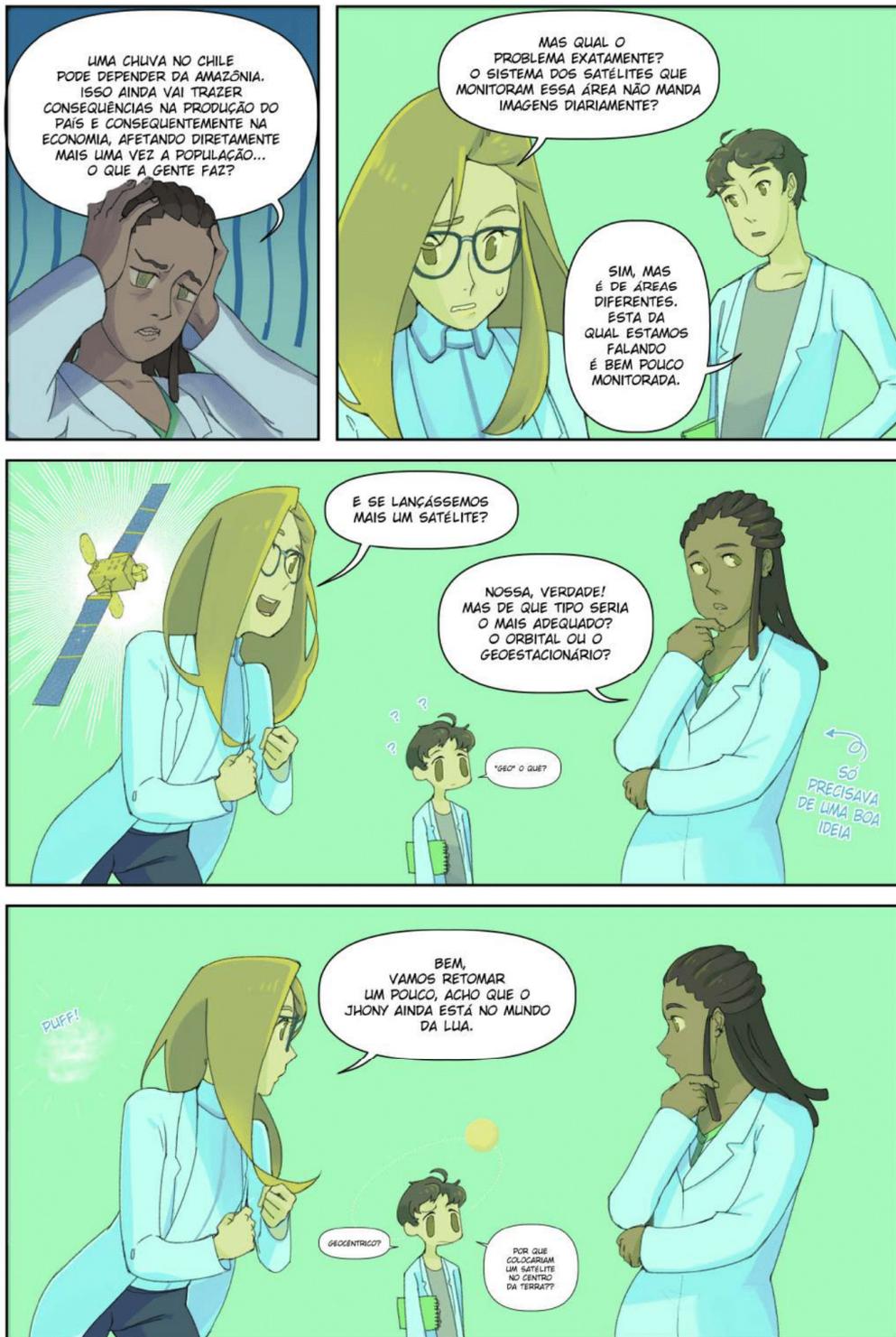
3^a LEI DE KEPLER

Nesta história será enunciada a terceira lei de Kepler, a lei harmônica, tratando da harmonia que rege o movimento planetário

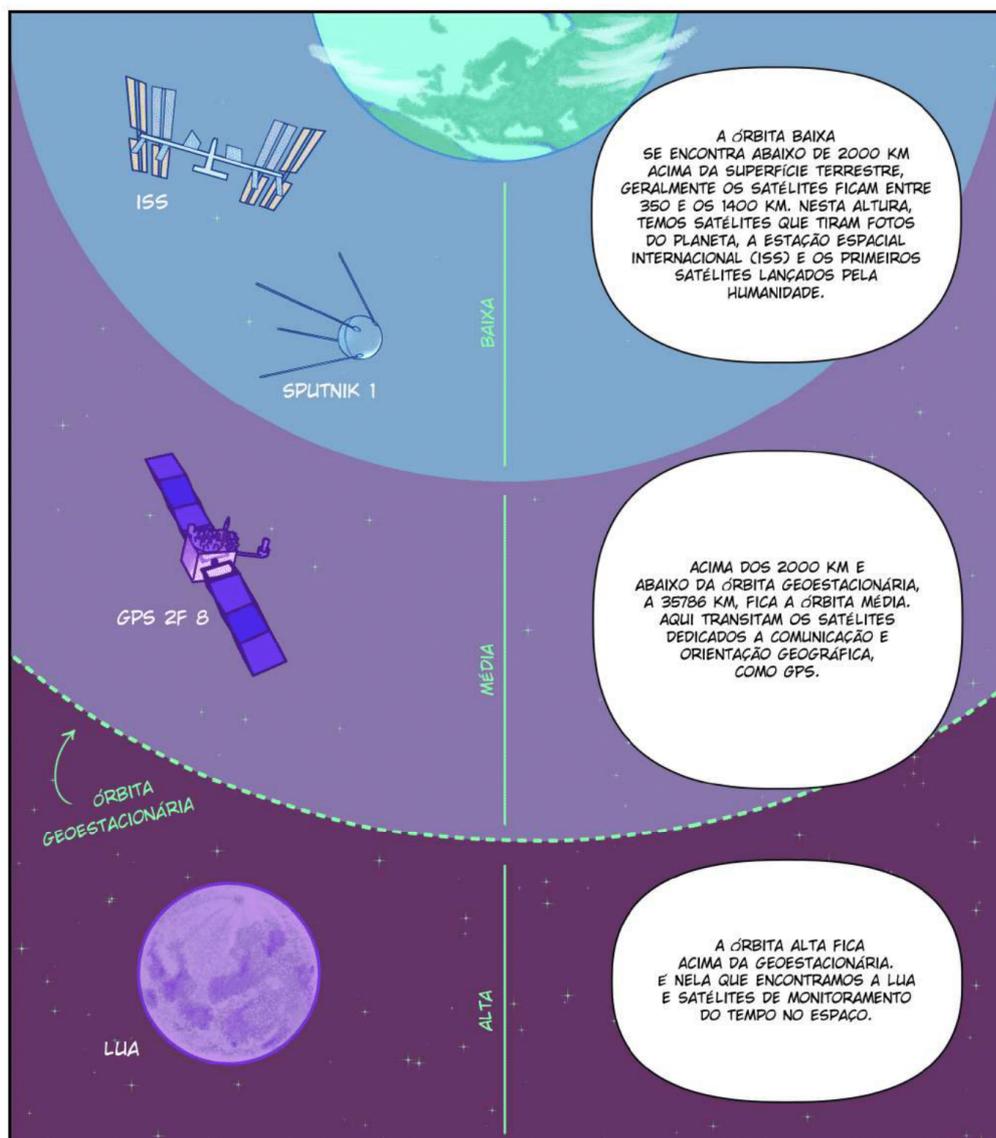


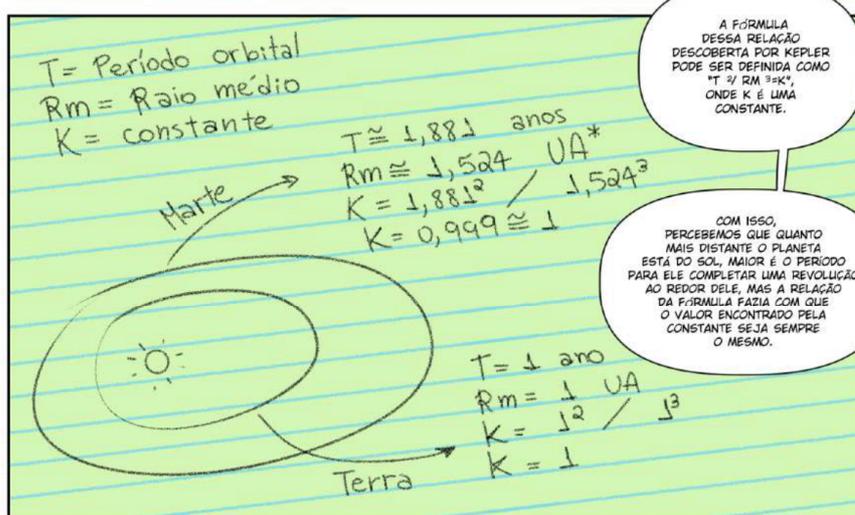
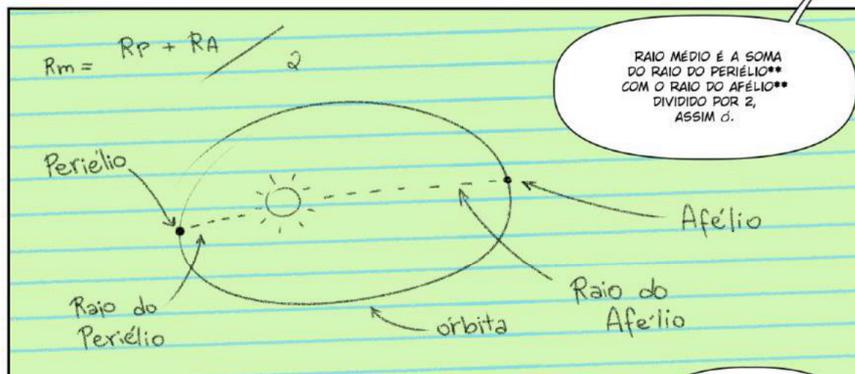






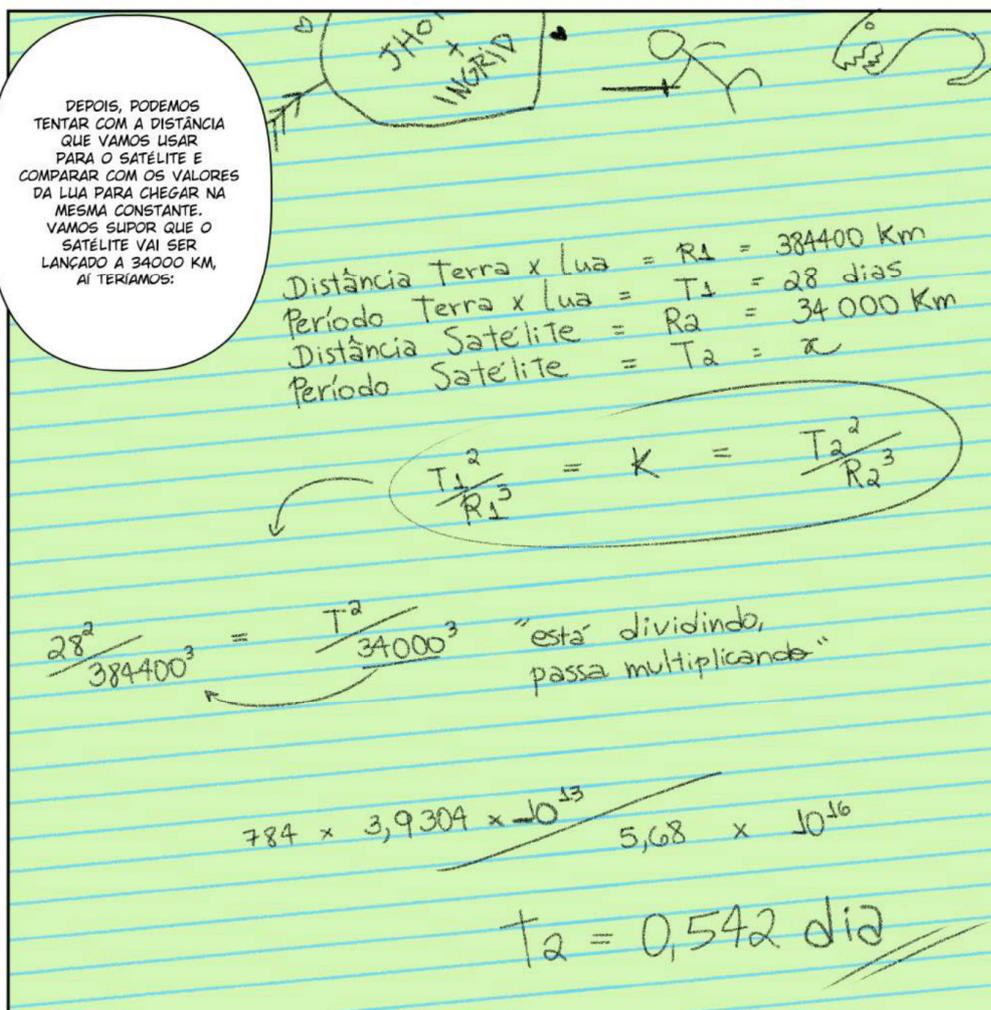
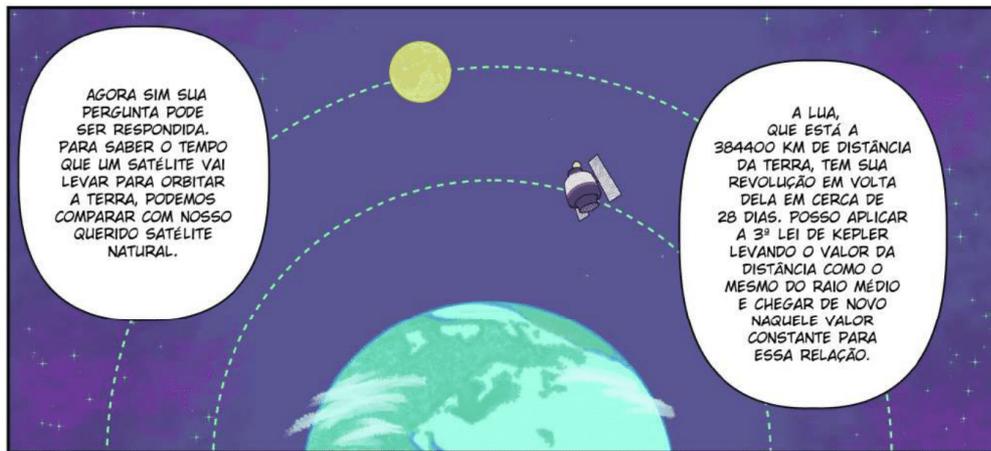


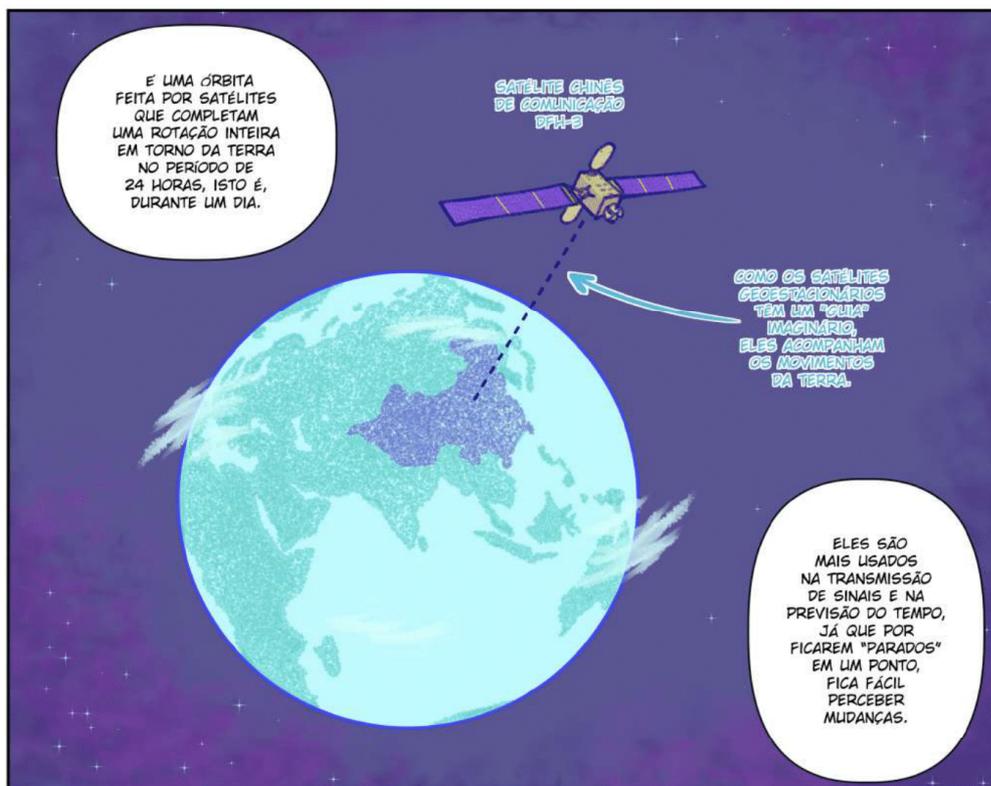




* UNIDADE ASTRONÔMICA, UNIDADE GERALMENTE USADA PARA MEDIR DISTÂNCIAS DENTRO DO SISTEMA SOLAR, EQUIVALE APROXIMADAMENTE À DISTÂNCIA MÉDIA ENTRE A TERRA E O SOL (150 MILHÕES DE QUILOMETROS).

** PERIÉLIO E AFÉLIO SÃO, RESPECTIVAMENTE, OS PONTOS MAIS PRÓXIMO E MAIS DISTANTE DO SOL NA ÓRBITA DE UM PLANETA. QUANDO NO PONTO MAIS PRÓXIMO DO SOL, O PLANETA SE MOVE MAIS RÁPIDO.





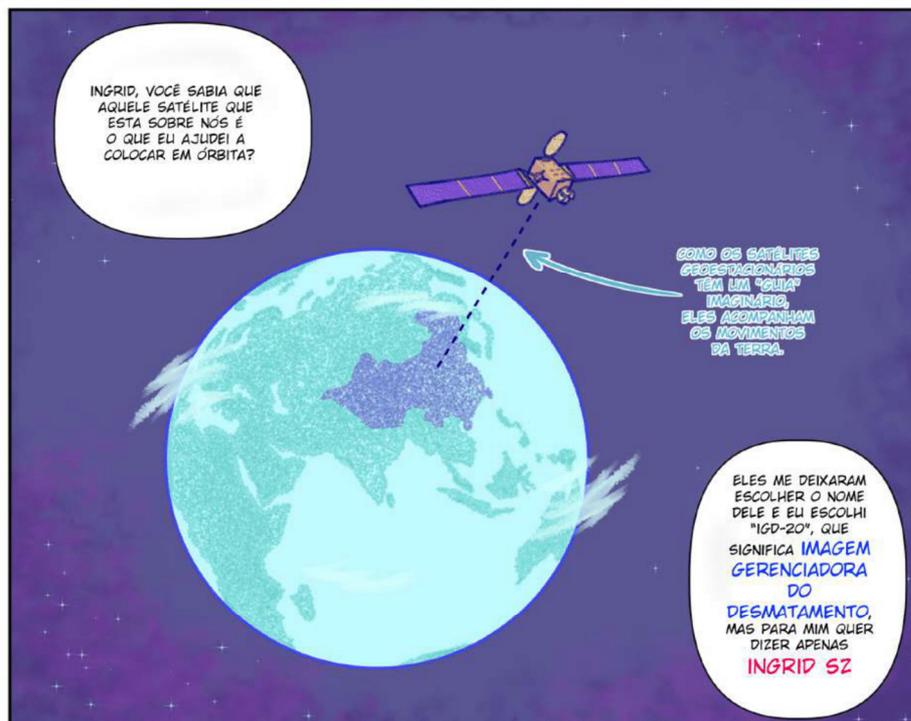




Testando conhecimentos



JHONNY ESTÁ COM SUA NAMORADA EM UM PIQUENIQUE A NOITE ILLUMINADOS PELA LUZ DAS ESTRELAS E DIZ A SUA NAMORADA:

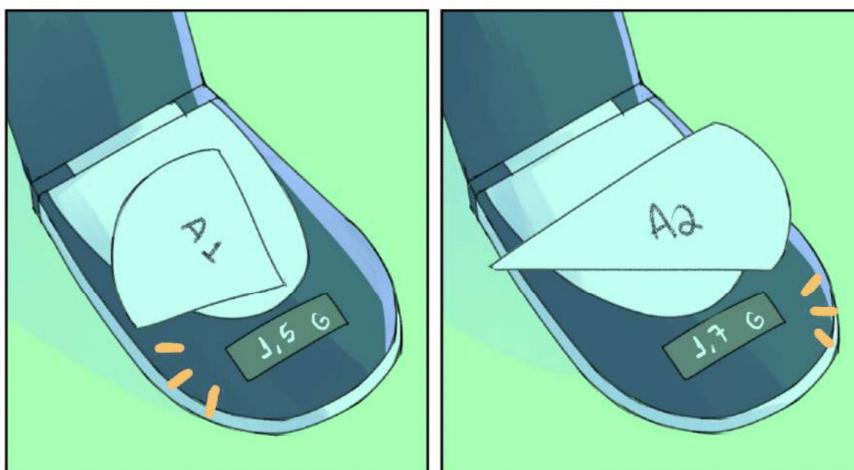


NA CONVERSA DELES, JHONNY ACABA CONTANDO QUE O SATÉLITE ESTÁ A UMA DISTÂNCIA DE 34000 KM DA SUPERFÍCIE DA TERRA. SABE-SE QUE A TERRA TEM UM RAI0 MÉDIO DE 6371 KM, SENDO ASSIM, CALCULE O PERÍODO E O COMPRIMENTO DO TRAJETO DE UMA VOLTA QUE ESSE SATÉLITE FAZ AO ROTACIONAR A TERRA.

*CONSIDERE O SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO.



PAOLA QUANDO CHEGOU DA ESCOLA ESTAVA CONVERSANDO COM SEU IRMÃO SOBRE O EXPERIMENTO QUE SEU PROFESSOR DEMONSTROU PARA ELA, MAS ELA ERRA NA DEMONSTRAÇÃO, EM SUA DEMONSTRAÇÃO A BALANÇA MOSTRA VALORES DIFERENTES, ASSIM:



PAOLA FICA CONFUSA POR NÃO TER CONSEGUIDO REPRODUZIR O EXPERIMENTO, MAS ELA NÃO SABIA QUE PAULO, SEU IRMÃO, ESTAVA NA SALA QUANDO O PROFESSOR DEMONSTROU, ASSIM ELE EXPLICOU PARA ELA O MOTIVO DE SEU EXPERIMENTO DAR ERRADO. UMA POSSIVEL EXPLICAÇÃO QUE ELE DEU A SUA IRMÃ PODERIA SER:



NO PRIMEIRO QUADRINHO, UM FENÔMENO LUNAR ESTÁ OCORRENDO, A SUPER LUA. KEPLER EM SEU LIVRO, O ASTRONOMIA NOVA, EXPLICA COMO ESSE FENÔMENO OCORRE, QUANDO ENUNCIA A SUA 2ª LEI, A LEI DA ÁREAS, COMO OBSERVAMOS NA FIGURA ABAIXO.

COMO VOCÊ JUSTIFICA O FENÔMENO DA SUPER LUA?



RECORTE DO LIVRO ASTRONOMIA NOVA

ALINE ESTÁ EM UM NOVO PROJETO, ELA E SEU ESTAGIÁRIO ESTÃO PLANEJANDO TIRAR ALGUMAS FOTOS DA LUA, MAS ELES ESTÃO COM UM PEQUENO PROBLEMA, QUE É O FATO DE SEMPRE TEREM A VISÃO DA MESMA FACE DA LUA. PARA TIRAR ESSAS FOTOS, ELA VAI ENTREGAR UMA CÂMERA ESPECIAL A UM ASTRONAUTA QUE VAI REGISTRAR AS IMAGENS DE UM ÔNIBUS ESPACIAL.

- A) POR QUE VEMOS SEMPRE A MESMA FACE DA LUA?
 B) A OUTRA FACE DA LUA RECEBE LUZ DO SOL? SE SIM POR QUANTOS DIAS?
 C) PENSANDO QUE O ÔNIBUS ESPACIAL DEVE ORBITAR A LUA E FAZER O CAMINHO INDICADO NA FIGURA ABAIXO:



SABENDO QUE A ÁREA DA ELÍPSE VARRIDA PELA LINHA QUE LIGA O CORPO A LUA NO TRECHO DA ÁREA 2 É $A_2 = 2X A_1$, JÁ A DISTÂNCIA PERCORRIDA NO TRECHO $D_2 = 0,8 D_1$ E A VELOCIDADE V_1 É PAROXIMADAMENTE 500 KMH, LOGO QUANDO VALE A VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA NO TRECHO 2?

JHONNY ESTAVA LENDO ALGUMAS CONSIDERAÇÕES QUE ALINE ESCREVEU EM UM RELATÓRIO E VIU QUE EXISTE UM SATÉLITE ORBITAL QUE PASSA POR UMA REGIÃO MONITORADA A CADA 4H.



SE COMPARARMOS O RAIOS DA ÓRBITA DE UM SATÉLITE GEOSTACIONÁRIO E CONSIDERARMOS QUE AMBOS OS SATÉLITES SE MOVAM EM MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME, EM TORNO DA TERRA, PODEMOS AFIRMAR QUE O RAIOS DA ÓRBITA DO SATÉLITE DE MONITORAMENTO É DE:

SEM QUERER O ESTAGIÁRIO DERRUBOU CAFÉ EM UMA PLANILHA QUE CONTINHA DADOS SOBRE OS PLANETAS DO NOSSO SISTEMA SOLAR, UTILIZANDO A 3ª LEI DE KEPLER, AJUDE-O A REFAZER ESSA TABELA.

Planeta	Raio médio	Período (anos terrestres)
Mercurio	0,39	0,24
Venus	0,72	0,62
Terra	1	1
Marte	1,52	1,88
Jupiter	5,2	
Saturno	9,54	
Urano	19,19	
Netuno	30,16	