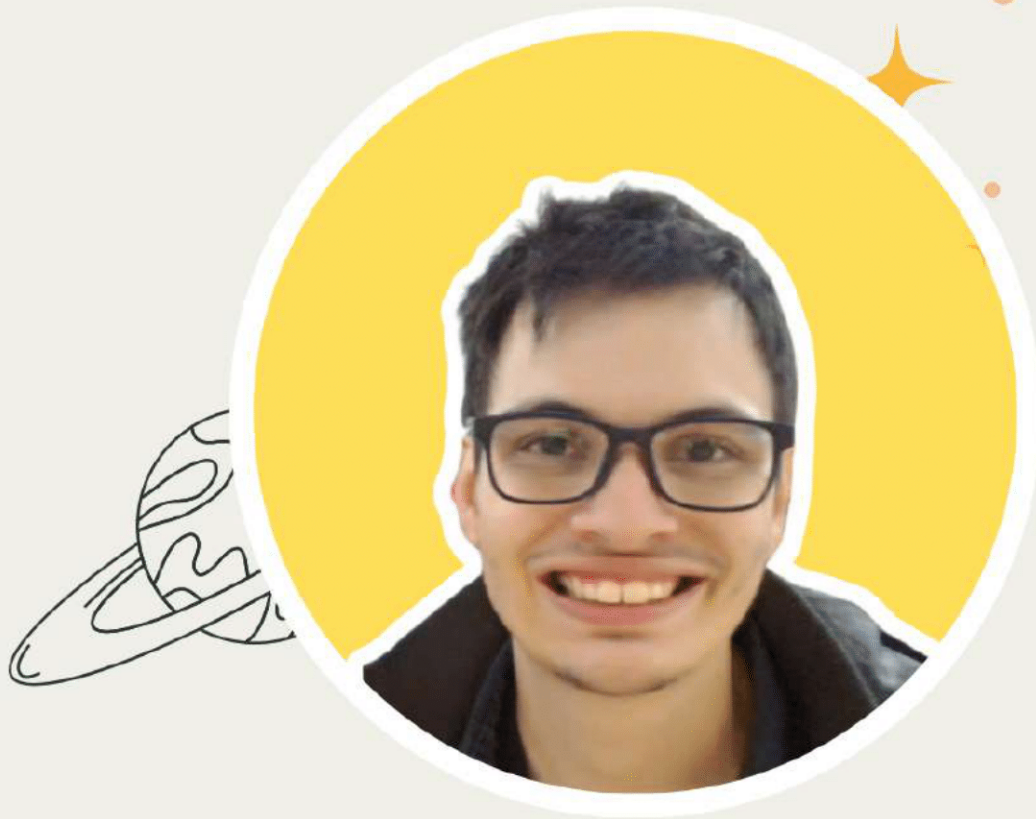


**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física  
Polo **ufes** Sorocaba

**SBF**  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

# AS LEIS DE KEPLER

LUIZ CHIAVINI



# 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.


# O Meu Foco

1ª lei de Kepler


ERA NOITE DE SUPERLUA QUANDO A FAMÍLIA DE PAOLA E ALINE DECIDIU FAZER UMA FESTA PARA COMEMORAR A RECENTE VITÓRIA DA CIENTISTA CONTRA AS CRESCENTES QUEIMADAS NA AMAZÔNIA.

PAOLA, PORÉM, AFASTAVA-SE POR UM MOMENTO DE TODA A COMILANÇA, MÚSICA E CELEBRAÇÃO PARA ADMIRAR O SILENCIOSO E RARO EVENTO QUE ACONTECIA NO CÉU, COM A CERTEZA DE QUE SUA TIA SE JUNTARIA A ELA A QUALQUER MOMENTO...





AHÁ!  
ENTÃO VOCÊ ESTAVA  
AQUI O TEMPO  
TODO!




TIA ALINE!  
VOCÊ ESTAVA  
DEMORANDO,  
ENTÃO VIM  
SOZINHA.

VOCÊ ACHOU?  
QUERIAM MUITO  
CONVERSAR COMIGO,  
FAZ TEMPO QUE  
NÃO VENHO AQUI.



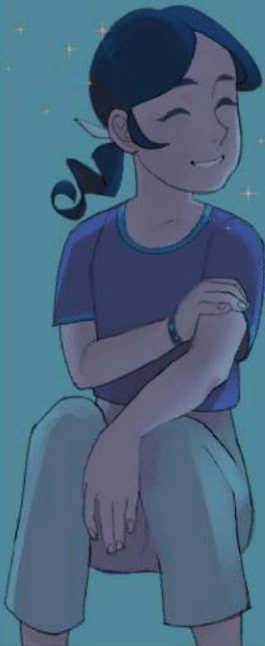
O CÉU TÁ LINDO, NÉ?

TÁ MESMO!  
SUPERLUAS SÃO  
RARAS, SEMPRE  
UM PRAZER DE  
SE PRESENCIAR.



PARABÉNS DE  
NOVO POR CONSEGUIREM  
CONTROLAR A  
QUEIMADA!

AI, AI! AINDA  
NÃO CONSIGO  
ACREDITAR EM  
COMO CONSEGUIMOS.  
OBRIGADA!



VOCÊS FORAM  
INCRÍVEIS. QUERO  
SER COMO VOCÊ  
QUANDO CRESCER!

HAHA!  
VOCÊ VAI  
SER MELHOR.

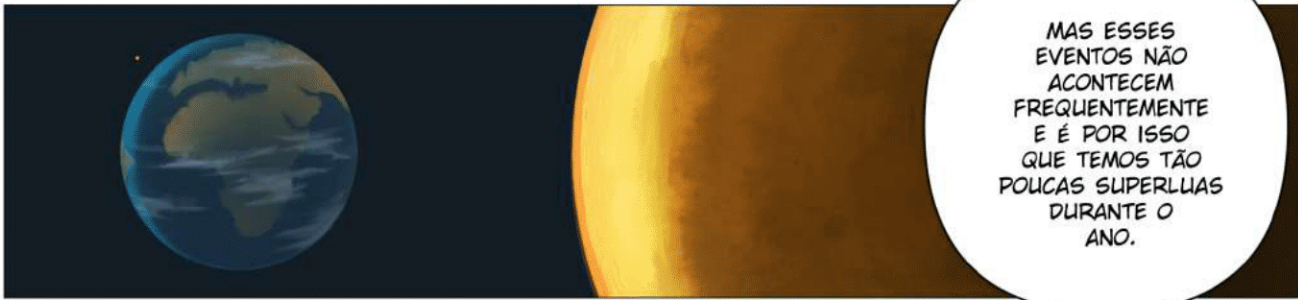


TIA, COMO ACONTECEM AS SUPERLUAS?



COMO A ROTA DA LUA NÃO É UM CÍRCULO PERFEITO, SUA DISTÂNCIA DA TERRA MUDA, EMBORA SEJA DIFÍCIL NOTAR A OLHO NU.

ELAS ACONTECEM QUANDO A LUA ESTÁ CHEIA E EM SUA POSIÇÃO MAIS PRÓXIMA DA TERRA.



MAS ESSES EVENTOS NÃO ACONTECEM FREQUENTEMENTE E É POR ISSO QUE TEMOS TÃO POUCAS SUPERLUAS DURANTE O ANO.



SÉRIO? E COMO É QUE A LUA ORBITA A TERRA?

BOM, VOCÊ SABE COMO CHEGARAM NO MODELO ATUALMENTE ACEITO PARA O MOVIMENTO DOS CORPOS CELESTES NO SISTEMA SOLAR OU SOBRE QUEM O DETERMINOU?

NÃO SEI NÃO, QUEM FOI?

FOI UM CIENTISTA CHAMADO JOHANNES KEPLER...

KEPLER ESTUDOU  
A ÓRBITA DE MARTE E  
PERCEBEU QUE, ASSIM COMO  
AS DE OUTROS PLANETAS,  
ELA FORMAVA UMA  
ELIPSE.

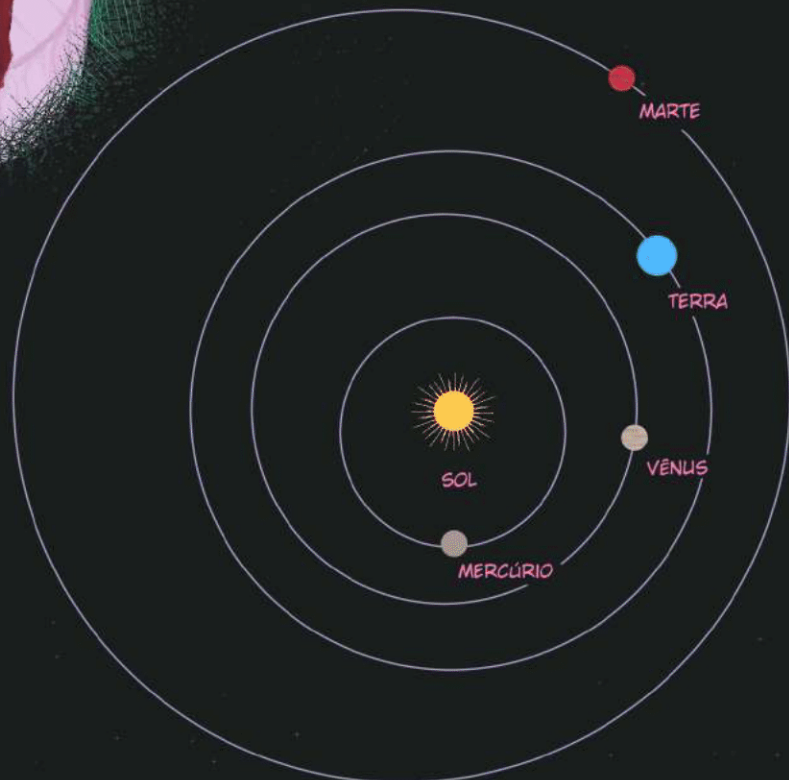
ISSO NO ANO DE 1600.

NOSSA!  
HÁ TANTO TEMPO  
ASSIM?!

SIM!  
OS ESTUDOS DE CORPOS  
CELESTES NA VERDADE  
SÃO MUITO ANTIGOS.

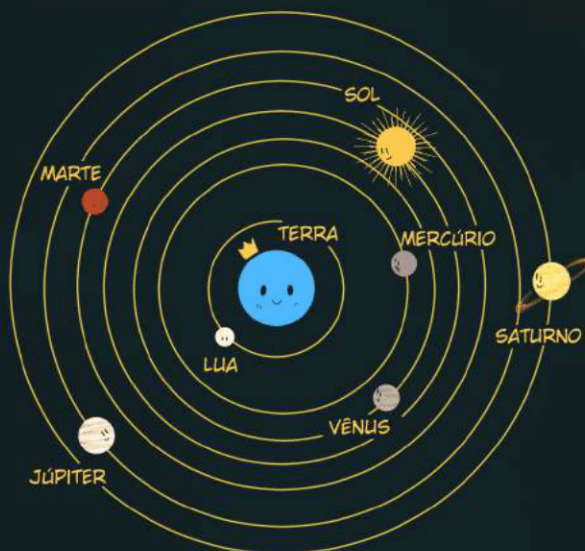
PORÉM,  
ESSAS ÓRBITAS ELÍPTICAS SÃO TÃO  
POUCO ACHATADAS QUE ACABAM  
CONFUNDIDAS COM CIRCUNFERÊNCIAS.  
OS EQUIPAMENTOS  
POUCO AVANÇADOS DA ÉPOCA  
TAMBÉM NÃO AJUDAVAM A  
PERCEBER SUAS FORMAS  
VERDADEIRAS.

POR ESSES  
MOTIVOS, OS  
ANTIGOS CIENTISTAS  
SE BASEAVAM  
MUITO EM ÓRBITAS  
CIRCULARES PARA  
SEUS MODELOS DE  
EXPLICAÇÃO DE  
MOVIMENTO DOS  
PLANETAS.

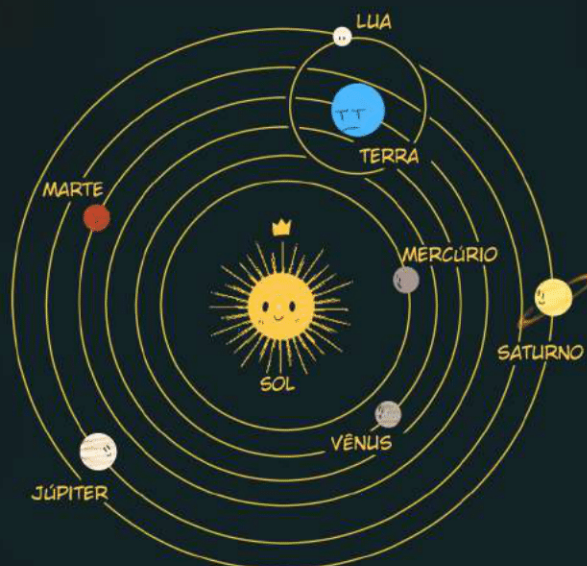


ENTRE ESSES MODELOS,  
PODEMOS DESTACAR...

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

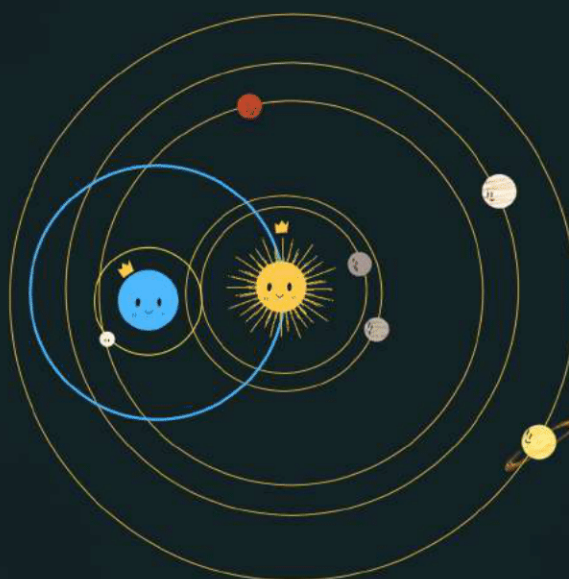


... O  
HELIOCÊNTRICO,  
DE COPÉRNICO,  
QUE ACREDITAVA  
QUE A TERRA  
ESTAVA ENTRE  
OS PLANETAS  
ORBITANTES  
DO SOL...



... 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!





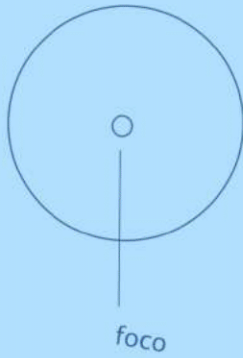
O SEGUNDO  
PARECIA TÃO  
CERTO, MAS...  
AS ÓRBITAS  
NÃO ERAM  
ELIPTICAS  
NESSES  
MODELOS!

AS ÓRBITAS  
DOS PLANETAS  
SÃO ELIPTICAS,  
NÃO CIRCULARES!

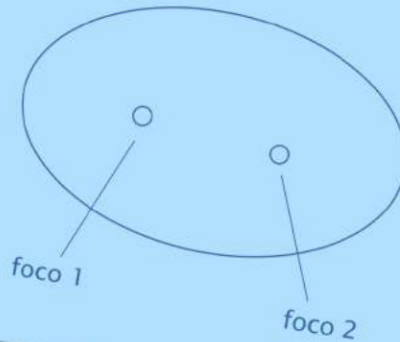
AGORA SÓ  
FALTA EU  
ENTENDER  
MELHOR O  
QUE É UMA  
ELIPSE!

É PRA JÁ,  
PAOLA.

círculo

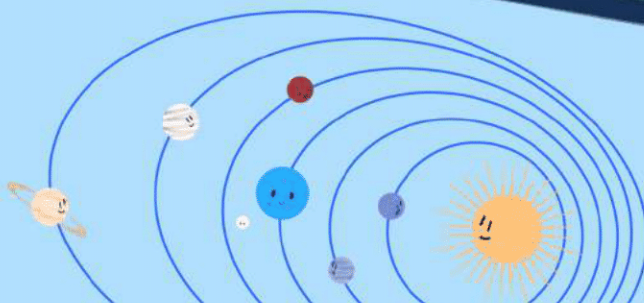


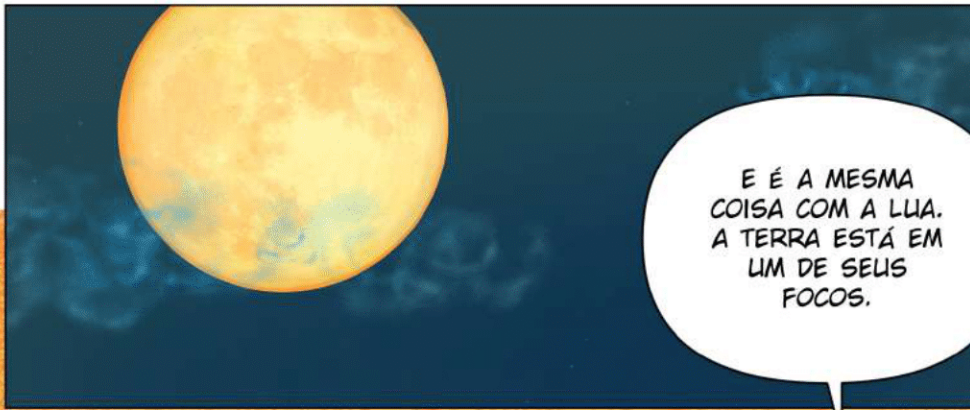
elipse



A ELIPSE É  
COMO UM CÍRCULO  
ACHATADO, MAS,  
DIFERENTE DELE,  
A ELIPSE POSSUI  
DOIS FOCOS  
EM VEZ  
DE UM.

A PRIMEIRA  
LEI DE KEPLER  
DIZ  
"A ÓRBITA DE  
UM PLANETA  
DESCREVE UMA  
ELIPSE NA  
QUAL O SOL  
OCUPA UM  
DE SEUS  
FOCOS."





E É A MESMA  
COISA COM A LUA.  
A TERRA ESTÁ EM  
UM DE SEUS  
FOCOS.

QUE INCRÍVEL!

QUEM DIRIA  
QUE HOJE EU  
RECEBERIA ESSA  
EXPLICAÇÃO TODA  
ENVOLVENDO FOCOS  
DE ELIPSE E  
CENTRO DO  
UNIVERSO?



NÉ?! MAS  
SABE DE LIMA  
COISA?



MINHA FAMÍLIA  
É O FOCO DA  
MINHA VIDA!

*fim!*



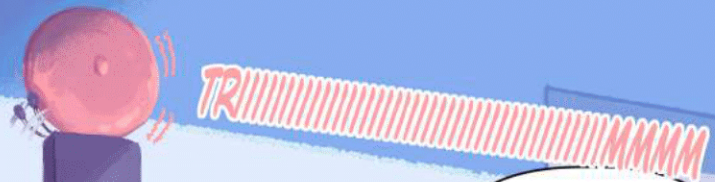
## A ÁREA DO SABER

### *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

# A área do saber

2ª lei de Kepler



UÉ?  
O SINAL JÁ  
TOCOU?



NÓS NOS VEMOS  
NA SAÍDA, OK?

?



HEY, VOCÊ BEM QUE  
PODERIA ME APRESENTAR À  
SANDY, NÉ? AQUELA  
SUA AMIGA...



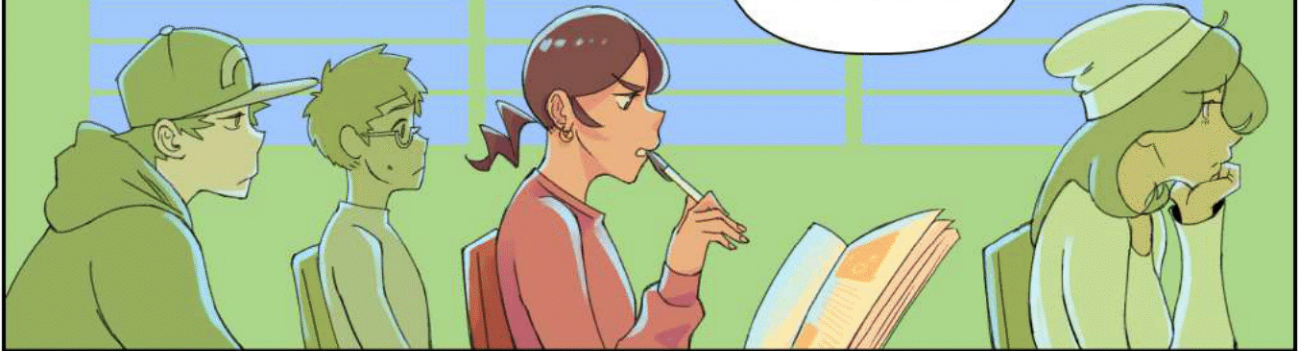
VOCÊ  
DEVERIA ESTAR  
FOCADO EM  
ESTUDAR  
MAIS!

ESTUDAR  
SÓ BIOLOGIA  
NÃO VAI  
TE FAZER  
PASSAR NO  
VESTIBULAR!

OK, OK,  
BOA AULA  
PARA VOCÊ  
TAMBÉM.

E ENTÃO, PERTO DA HORA DA SAÍDA, NO FIM DA AULA DE FÍSICA COM O PROFESSOR ANDRÉ...

LEMBRANDO QUE SEMANA QUE VEM COMEÇAM AS PROVAS BIMESTRAIS, ESPERO QUE ESTUDEM TODA A MATÉRIA DADA ATÉ O MOMENTO.



FORA ISSO, O TRABALHO E A LIÇÃO DE CASA... UM ÓTIMO FIM DE SEMANA, DISPENSADOS!

PROFESSOR!

EU ESTAVA FALANDO COM MINHA TIA SOBRE A PRIMEIRA LEI DE KEPLER.



FIQUEI BASTANTE CURIOSA E GOSTARIA DE SABER MAIS, PODERIA ME EXPLICAR A SEGUNDA?

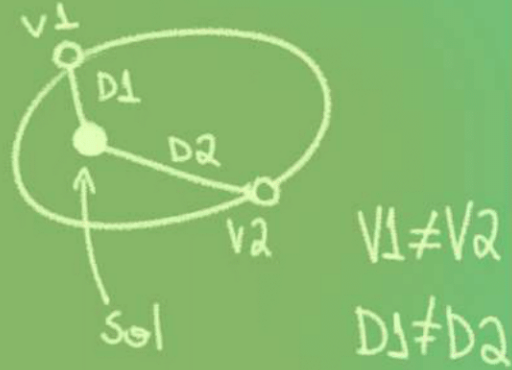
OPA!!!  
VAMOS LÁ!



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 ELÍPTICAS.



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



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



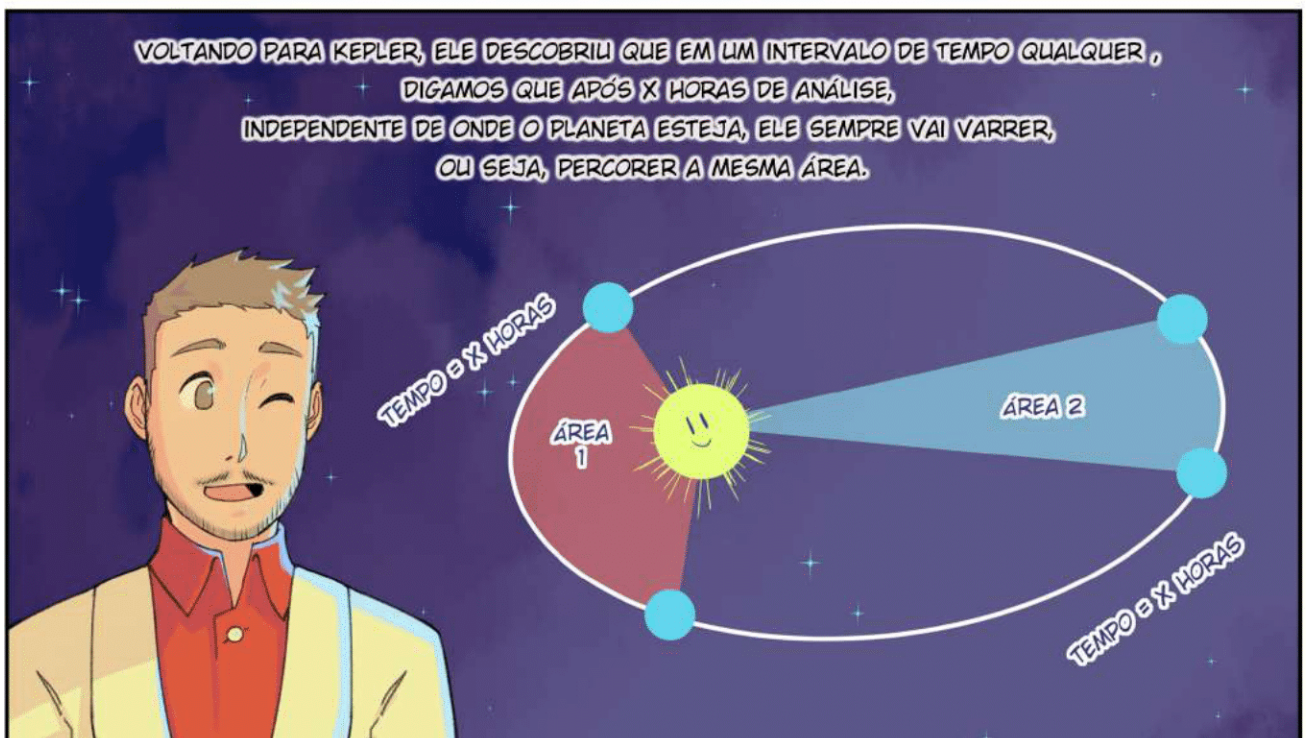
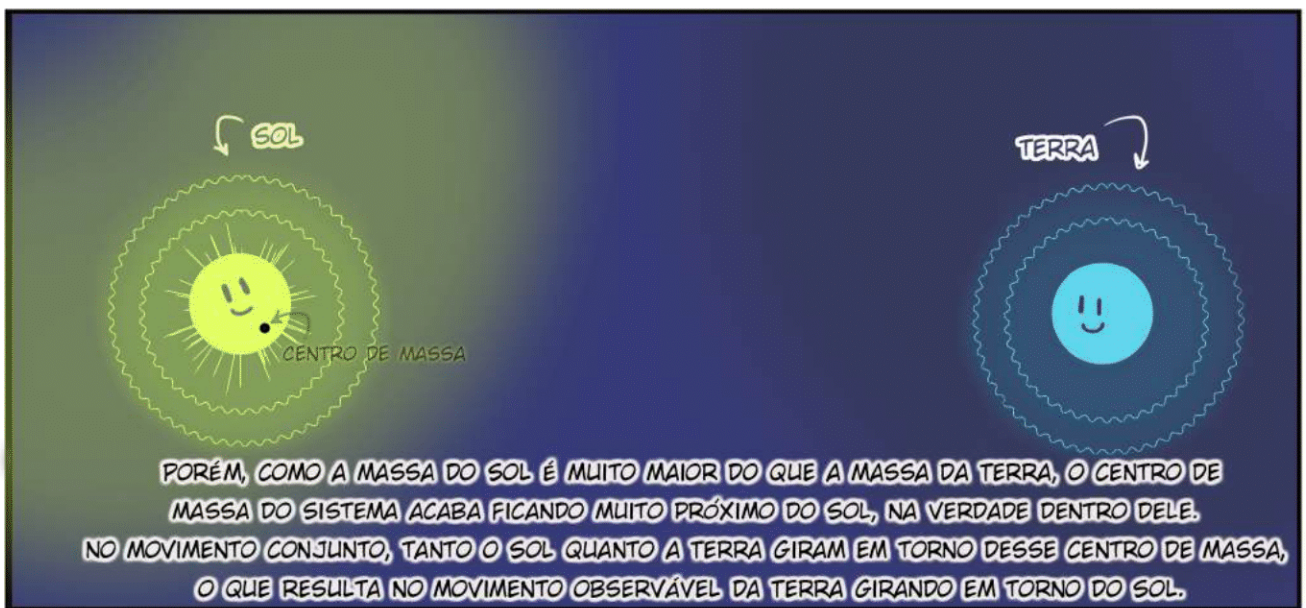
OU SEJA, SUA VELOCIDADE É MAIOR QUANDO O PLANETA ESTÁ EM UMA REGIÃO PRÓXIMA DO PONTO DE PERIÉLIO

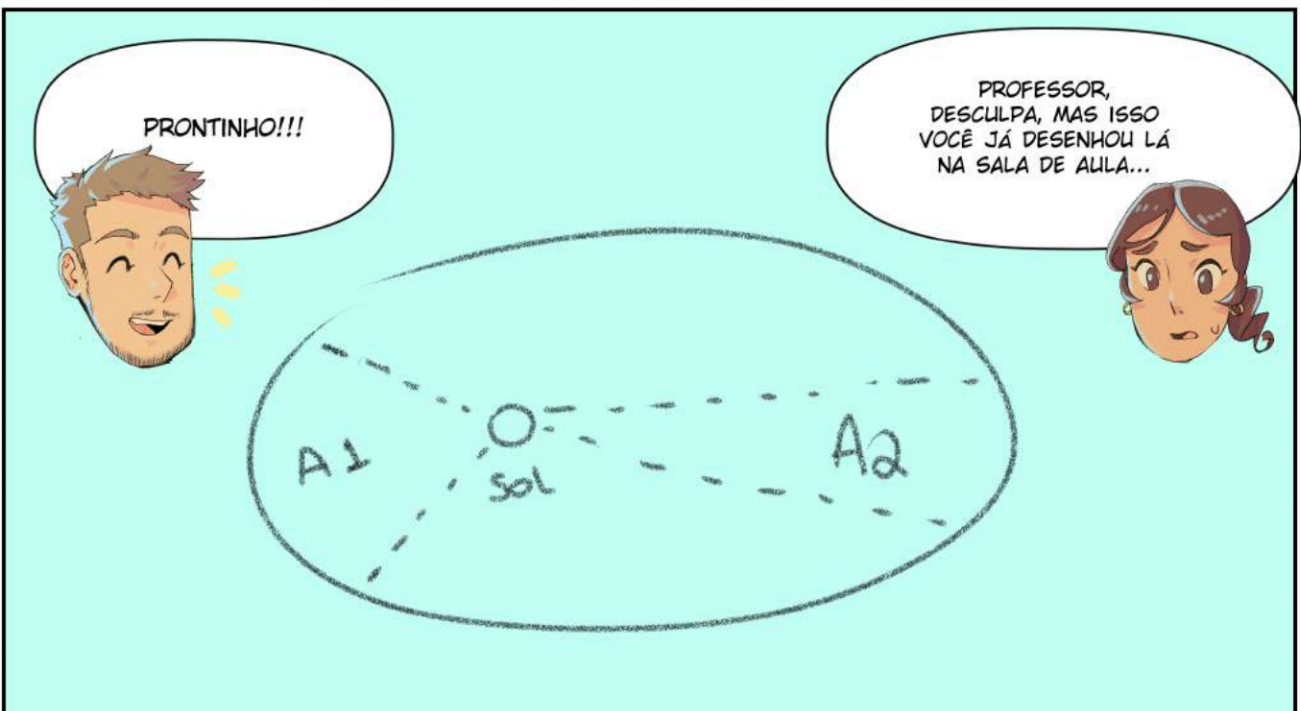
E SUA VELOCIDADE É MENOR, QUANDO O PLANETA PERCORRE A REGIÃO DA ÓRBITA PRÓXIMA DO AFÉLIO.

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









COMO O PAPEL É HOMOGENEO, A DISTRIBUIÇÃO DE SUA MASSA É IGUAL EM TODOS OS SEUS PONTOS, ENTÃO VAMOS RECORTAR ESSES PAPEZINHOS E PESÁ-LOS.

COMO A ÁREA VARRIDA FOI IGUAL NO A1 E NO A2, A MASSA DELES TAMBÉM DEVE SER IGUAL.

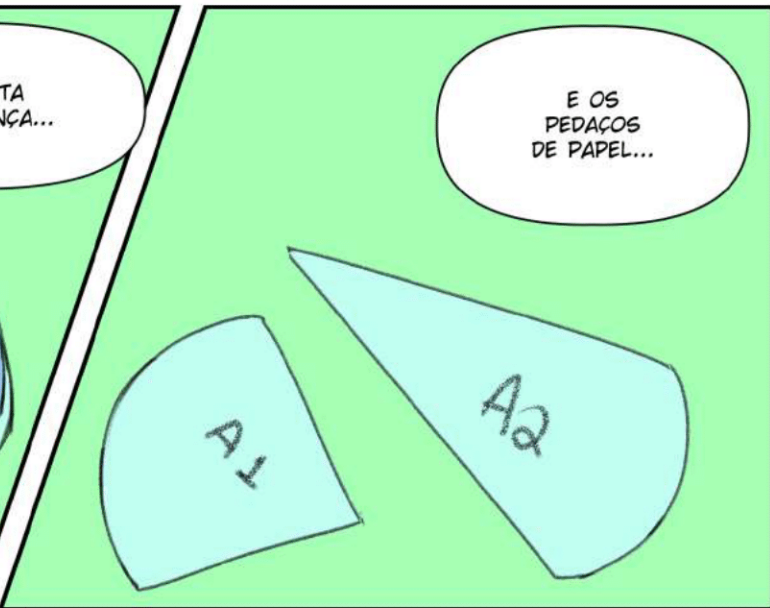


ENTÃO ESSES PEDACINHOS VÃO REPRESENTAR A TRAJETÓRIA DO PLANETA?

SIM! CADA PEDAÇO DE PAPEL REPRESENTA UMA DAS TRAJETÓRIAS ANALISADAS



COM ESTA MINI BALANÇA...



E OS PEDACOS DE PAPEL...

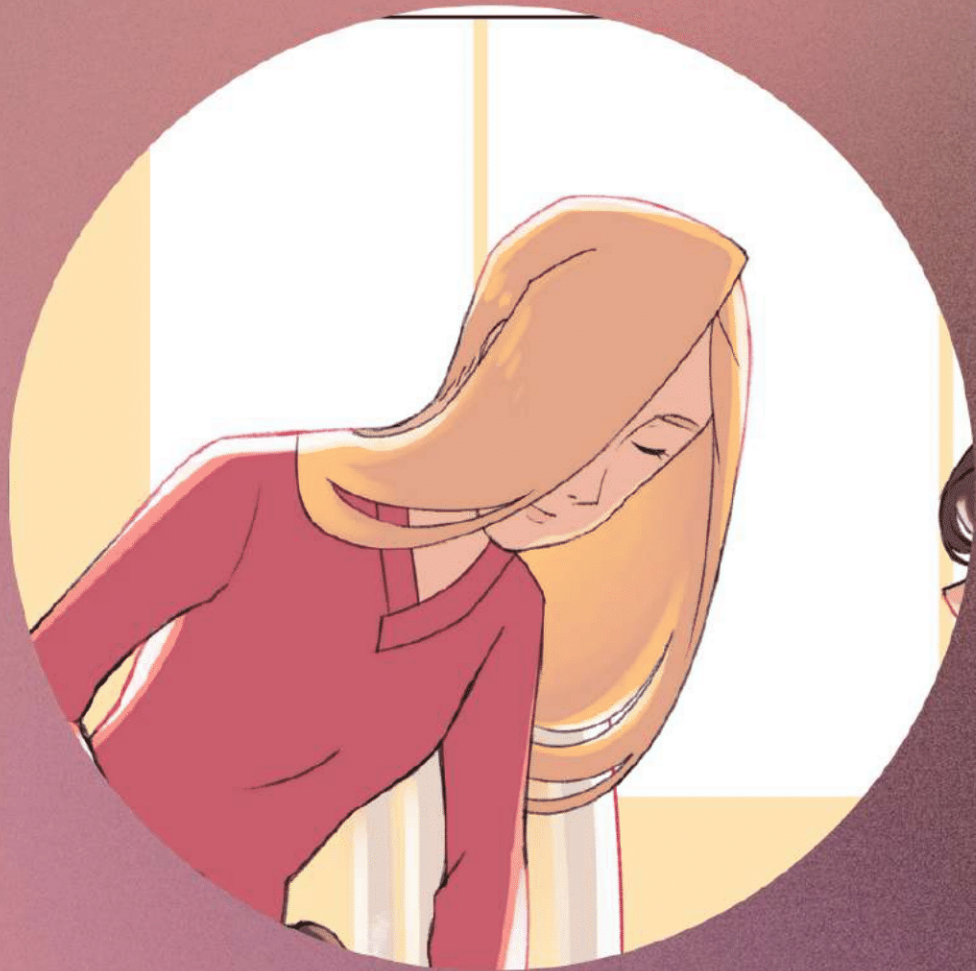


VOCE VERA QUE A1 E A2 TÊM O MESMO PESO!

BELA EXPLICAÇÃO, "FESSOR"...



fim!



## HARMONIA

### *3<sup>a</sup> LEI DE KEPLER*

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

# Harmonia

3ª lei de Kepler



TIA,  
VOCÊ AINDA NÃO  
CONTOU SOBRE COMO  
CONSEGUIU CONTROLAR  
A QUEIMADA.



ATÉ QUERIA  
CONTAR COM  
DETALHES ONTEM,  
MAS DUVIDO QUE  
ENTENDERIAM.

OU ATÉ QUE  
QUISESSEM  
ESCLUTAR.



NÃO  
DEVE SER  
NADA QUE ELES  
NÃO MEREÇAM  
TENTAR OUVIR.  
AS VEZES  
SUBESTIMAMOS  
OS OUTROS  
DEMAIS.



MAS, SE É ASSIM,  
APOSTO QUE TEM A VER  
COM MAIS UMA LEI  
DE KEPLER.

E TEM.

JÁ QUE INSISTIU....



AH AH,  
QUENTE!



ACHO QUE A PARTE MAIS DECISIVA PARA TODA ESSA SITUAÇÃO FOI AQUELA MANHÃ DE REUNIÃO NO I.P.A.\*

SÓ TINHA EU, UM ESTAGIÁRIO E MINHA CHEFE, QUE PARECIA NEM TER DORMIDO.

TIC



JHONNY! YARA! BOM DIA!

BOM DIA. CHEGOU CEDO, ALINE.

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

SIM!!! É A PRIMEIRA VEZ QUE O TRÂNSITO COLA NA COLA...

VIU OS RESULTADOS QUE TE ENVIEI?

SOBRE AS PESQUISAS DE ÁREAS AFETADAS NA AMAZÔNIA.

É... VI.

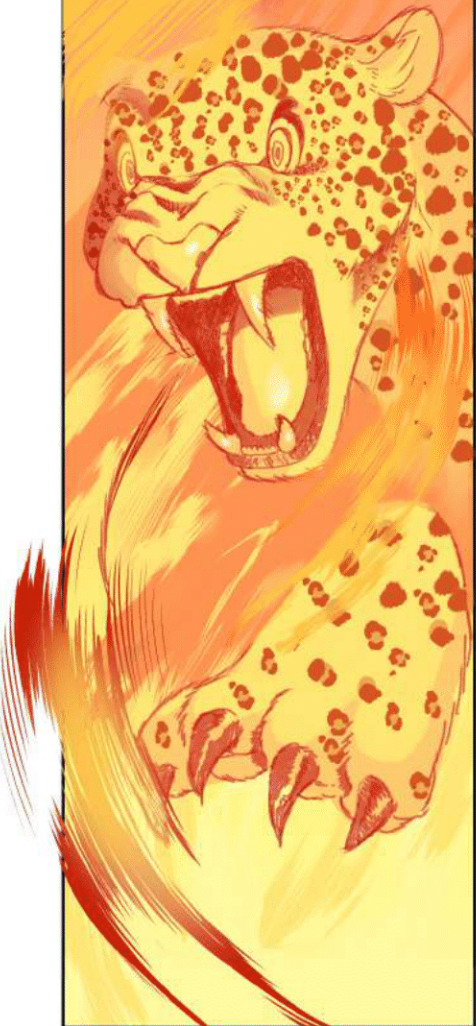




ESTÁ IMPOSSÍVEL CONTROLAR ESSAS QUEIMADAS, NEM TEMOS CERTEZA AINDA SE SÃO NATURAIS OU INDUZIDAS PELO HOMEM.

PIOR AINDA ESTÁ CONSEGUIR VER SEM ATRASOS ONDE AFETAM, OS RESULTADOS DE CERTA ÁREA SÓ CHEGAM A NÓS UMA SEMANA DEPOIS...

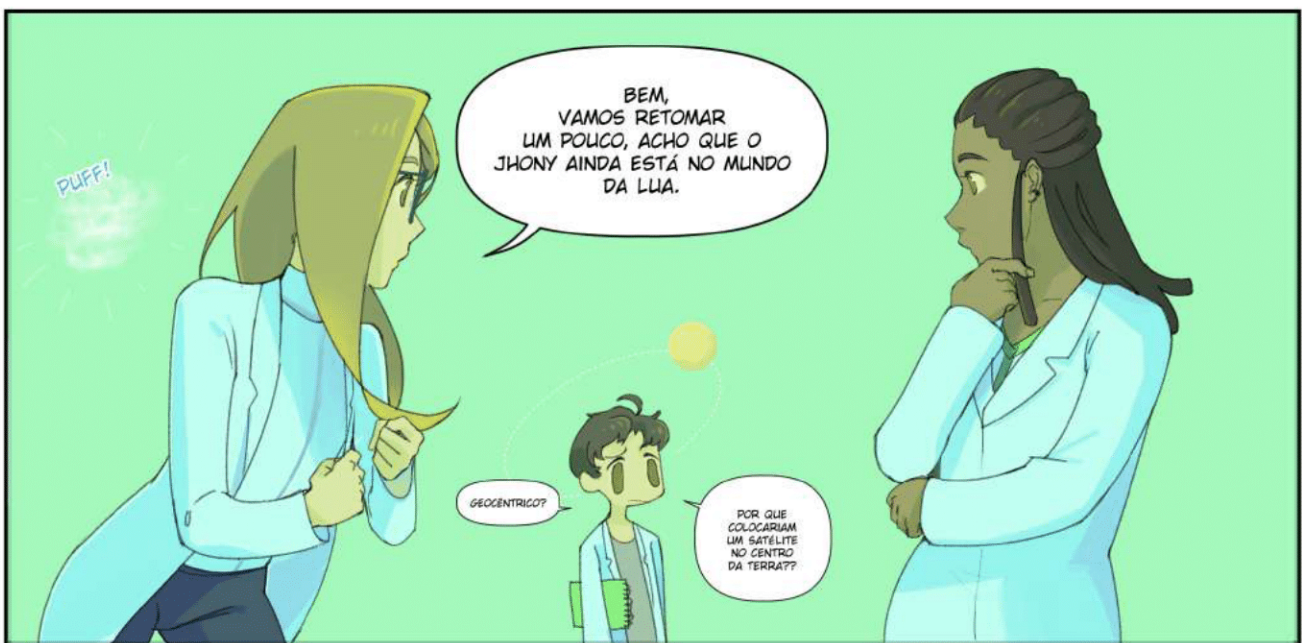
... UMA SEMANA É MAIS QUE O BASTANTE PARA REDUZIR MAIS DA NOSSA RICA FAUNA E FLORA A PÓ! ISSO ESTÁ ACONTECENDO ATÉ MESMO AGORA, ENQUANTO CONVERSAMOS!

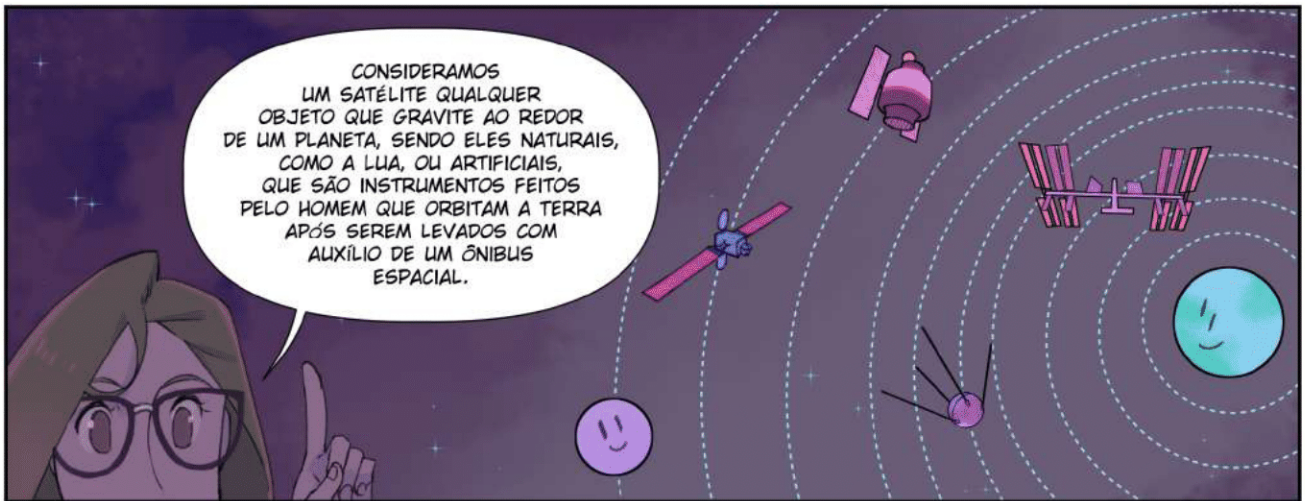


PERDA DE ESPÉCIES, EMPOBRECIMENTO DO SOLO, AUMENTO DE CO<sub>2</sub> NA ATMOSFERA...  
ISSO SÓ PARA CONTAR OS RESULTADOS IMEDIATOS! PORQUE SEM A RETENÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA E A UMIDADE EVAPOTRANSPIRADA PELAS ÁRVORES AMAZÔNICAS QUE VIAJA PARA ATÉ FORA DO BRASIL...



... TERÍAMOS DIVERSAS ÁREAS NO MUNDO TODO SE TRANSFORMANDO EM DESERTOS.





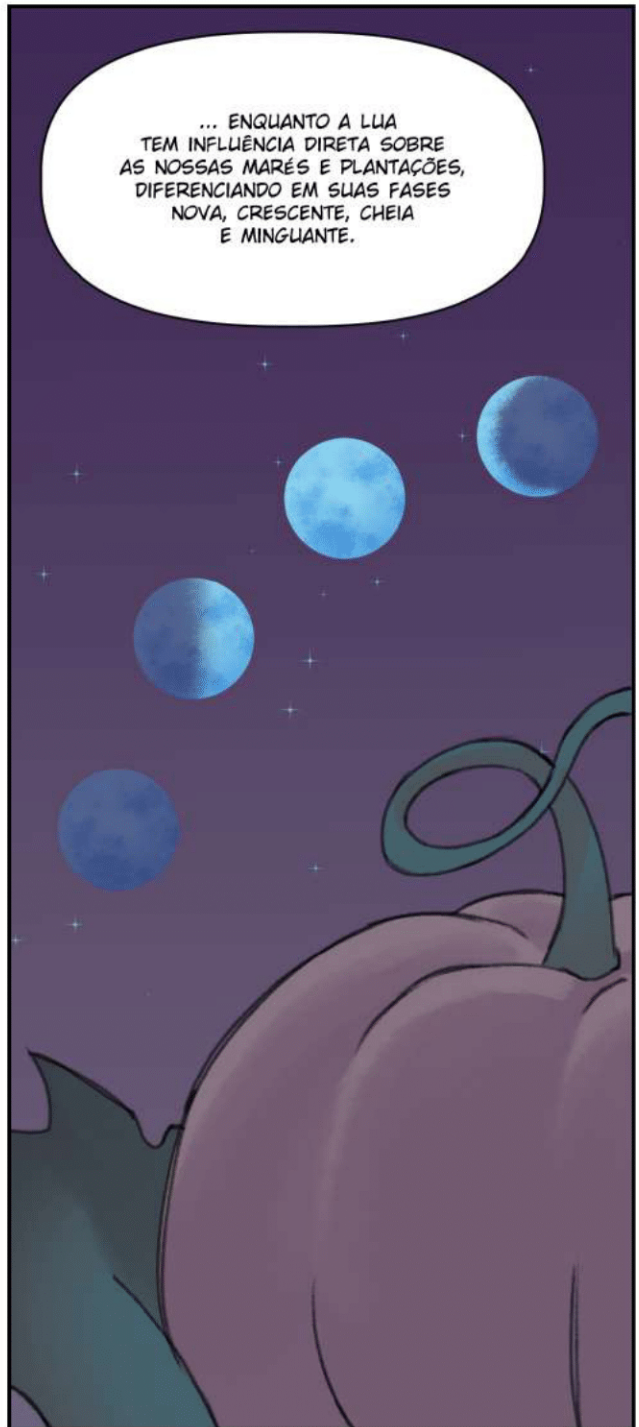
CONSIDERAMOS  
UM SATÉLITE QUALQUER  
OBJETO QUE GRAVITE AO REDOR  
DE UM PLANETA, SENDO ELES NATURAIS,  
COMO A LUA, OU ARTIFICIAIS,  
QUE SÃO INSTRUMENTOS FEITOS  
PELO HOMEM QUE ORBITAM A TERRA  
APÓS SEREM LEVADOS COM  
AUXÍLIO DE UM ÔNIBUS  
ESPACIAL.



ESSES SATÉLITES  
ARTIFICIAIS TORNAM POSSÍVEIS  
DIVERSAS AÇÕES DO NOSSO COTIDIANO,  
COMO A COMUNICAÇÃO POR INTERNET  
E A PREVISÃO DO TEMPO...

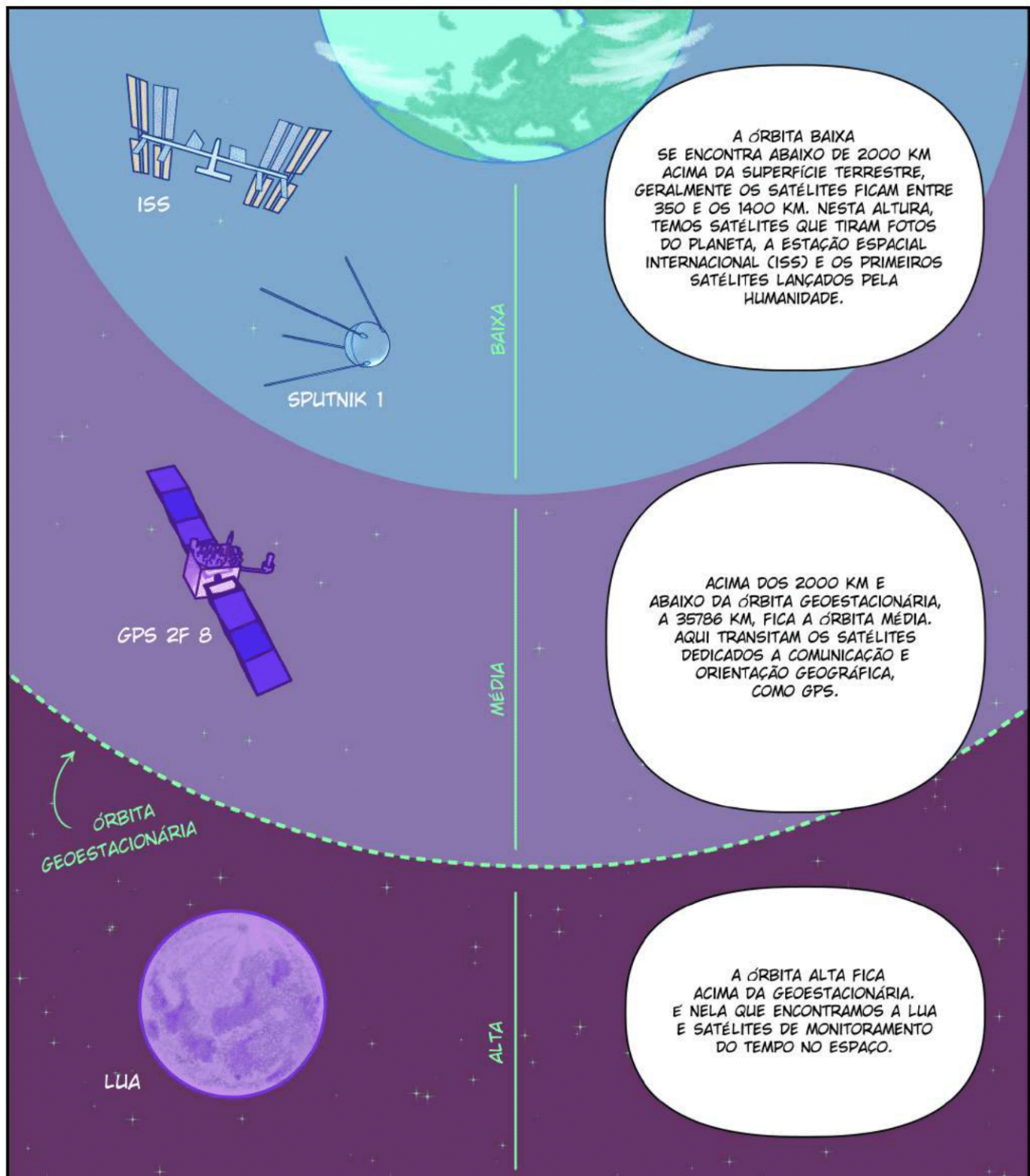
DE NOVO?!

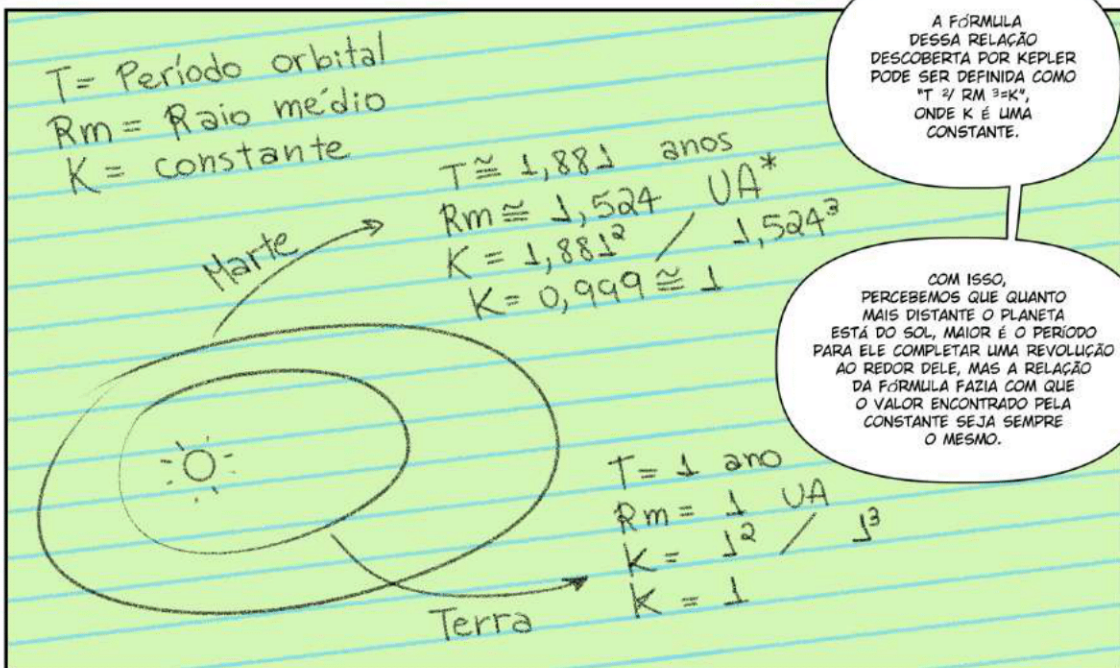
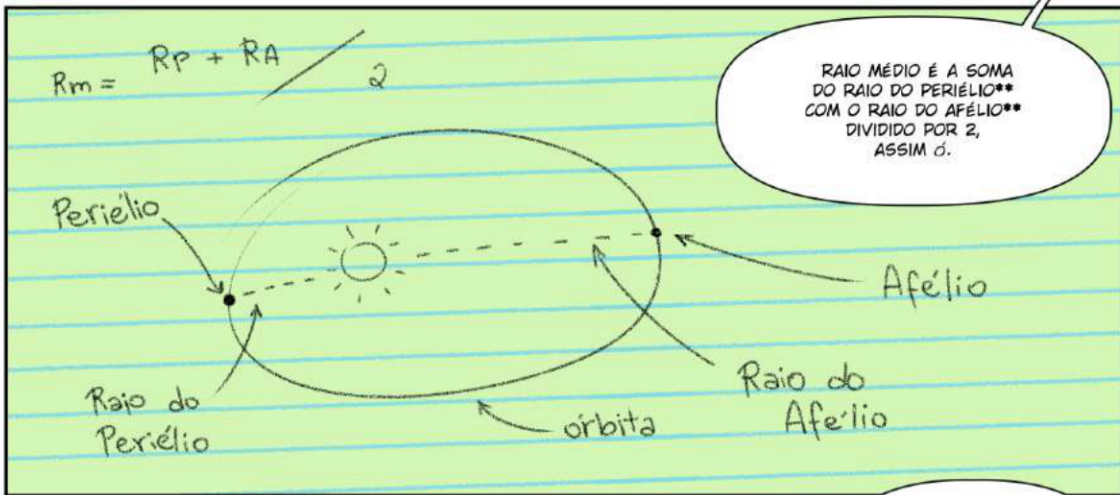
- JHONY FOI EJETADO.



... ENQUANTO A LUA  
TEM INFLUÊNCIA DIRETA SOBRE  
AS NOSSAS MARÉS E PLANTAÇÕES,  
DIFERENCIANDO EM SUAS FASES  
NOVA, CRESCENTE, CHEIA  
E MINGUANTE.







\*: 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).  
 \*\*: PERIHÉLIO 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.

AGORA SIM SUA PERGUNTA PODE SER RESPONDIDA. PARA SABER O TEMPO QUE UM SATÉLITE VAI LEVAR PARA ORBITAR A TERRA, PODEMOS COMPARAR COM NOSSO QUERIDO SATÉLITE NATURAL.

A LUA, QUE ESTÁ A 384400 KM DE DISTÂNCIA DA TERRA, TEM SUA REVOLUÇÃO EM VOLTA DELA EM CERCA DE 28 DIAS. POSSO APLICAR A 3ª LEI DE KEPLER LEVANDO O VALOR DA DISTÂNCIA COMO O MESMO DO RAIO MÉDIO E CHEGAR DE NOVO NAQUELE VALOR CONSTANTE PARA ESSA RELAÇÃO.

DEPOIS, PODEMOS TENTAR COM A DISTÂNCIA QUE VAMOS USAR PARA O SATÉLITE E COMPARAR COM OS VALORES DA LUA PARA CHEGAR NA MESMA CONSTANTE. VAMOS SUPOR QUE O SATÉLITE VAI SER LANÇADO A 34000 KM, AI TERIAMOS:

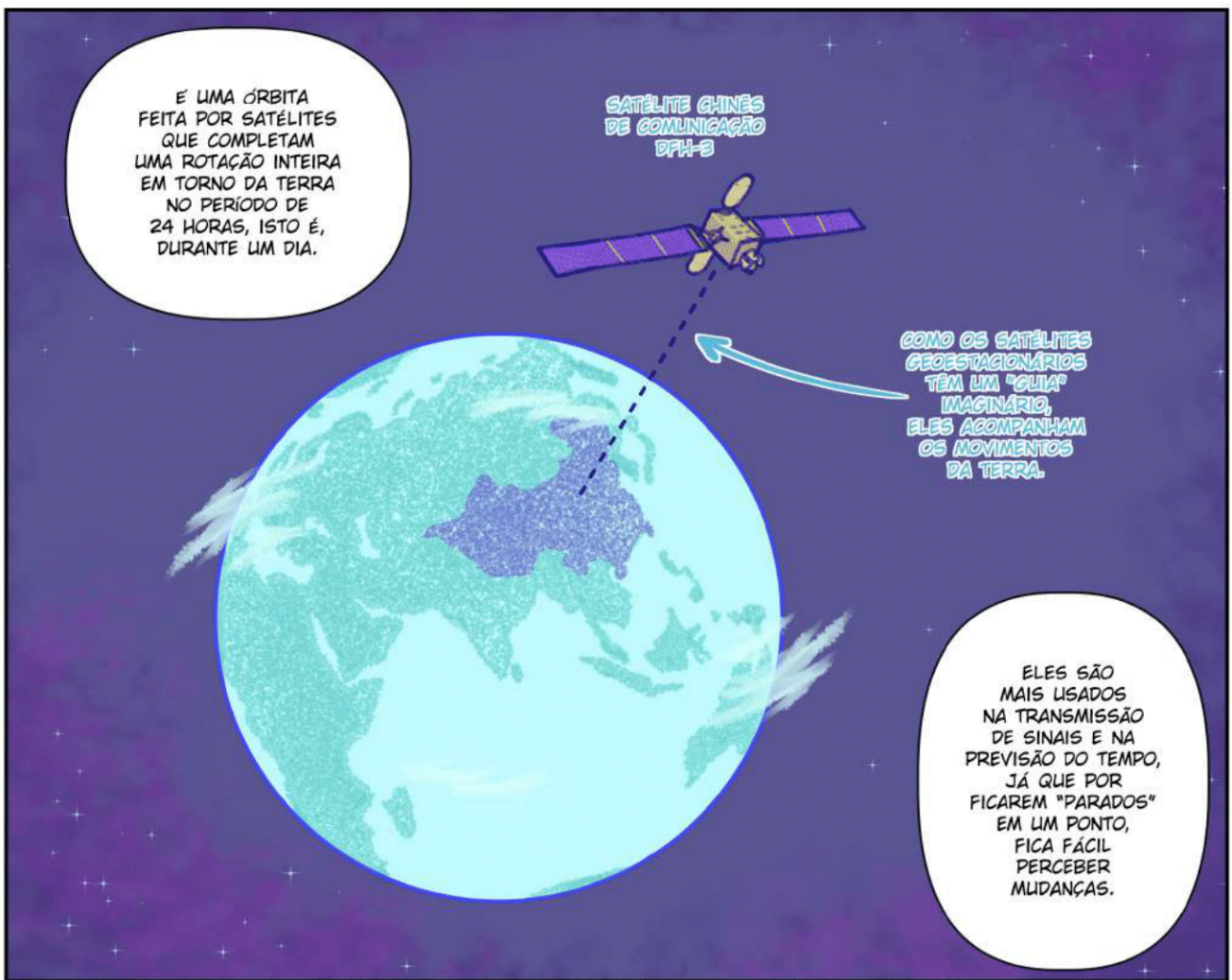
Distância Terra x Lua =  $R_1 = 384400 \text{ km}$   
 Período Terra x Lua =  $T_1 = 28 \text{ dias}$   
 Distância Satélite =  $R_2 = 34000 \text{ km}$   
 Período Satélite =  $T_2 = x$

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = K = \frac{T_2^2}{R_2^3}$$

$$\frac{28^2}{384400^3} = \frac{T_2^2}{34000^3} \quad \text{"esta" dividindo, passa multiplicando"}$$

$$784 \times 3,9304 \times 10^{-13} \quad \text{5,68} \times 10^{-16}$$

$$T_2 = 0,542 \text{ dia}$$







EXISTE ALGUMA COISA QUE NÃO SEJA LIGADA A KEPLER? EVENTOS ASTRONÔMICOS, PREVISÃO DO TEMPO, TRANSMISSÃO DE INTERNET...

TALVEZ NEM MEU CAFÉ ESTEJA LIVRE.



SE PENSAR ASSIM, TAMBÉM NÃO EXISTE NADA QUE NÃO TENHA A VER COM DESCARTES, EINSTEIN OU NEWTON, QUE INCLUSIVE É O CARA QUE DESCOBRIU O QUE CAUSA O CAFÉ CAIR EM SUA XÍCARA.

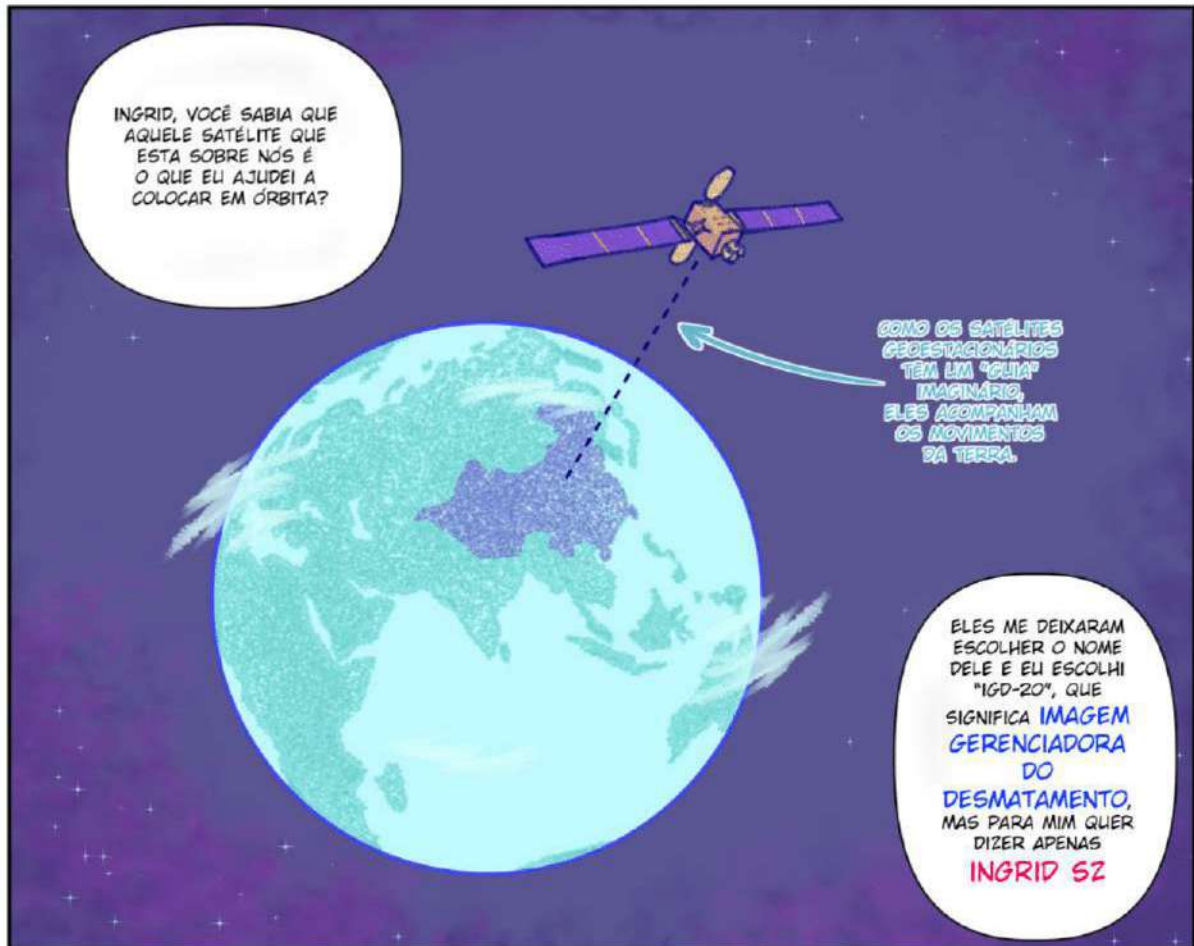
SABE, VIVEMOS NUM UNIVERSO REGIDO POR LEIS COMO ESTA, MUITAS QUE TALVEZ NEM ENTENDAMOS OU TENHAMOS IDEIA DE QUE EXISTEM AINDA.  
  
É POR ISSO QUE PRECISAMOS DA FÍSICA. TODOS NÓS AINDA SABEMOS MUITO POUCO.

*fim!*

# Testando conhecimentos



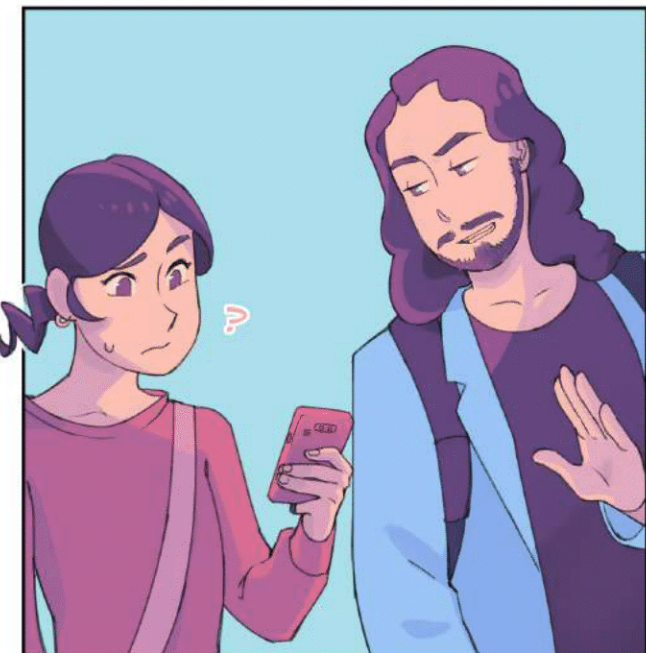
JHONNY ESTÁ COM SUA NAMORADA EM UM PIQUENIQUE A NOITE ILLUMINADOS PELA LUZ DAS ESTRELAS E DIZ A SUA NAMORADA:



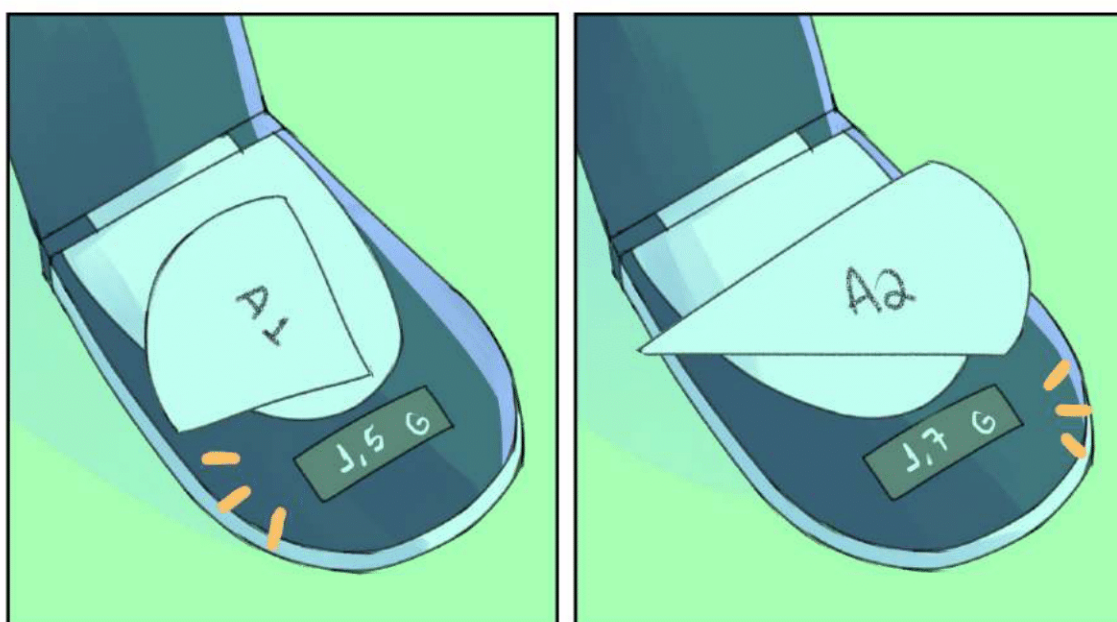
NA CONVERSA DELES, JHONNY ACABA CONTANDO QUE O SATÉLITE ESTÁ A UMA DISTÂNCIA DE 34000 KM DA SUPERFÍCIE DA TERRA. SABE-SE QUE A TERRA TEM UM RAIO MÉDIO DE 6371 KM, SENDO ASSIM, CALCULE O PERÍODO E O COMPRIMENTO DO TRAJETO DE UMA VOLTA QUE ESSE SATÉLITE FAZ AO ROTACIONAR A TERRA.

\*CONSIDERE O SATELITE 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:

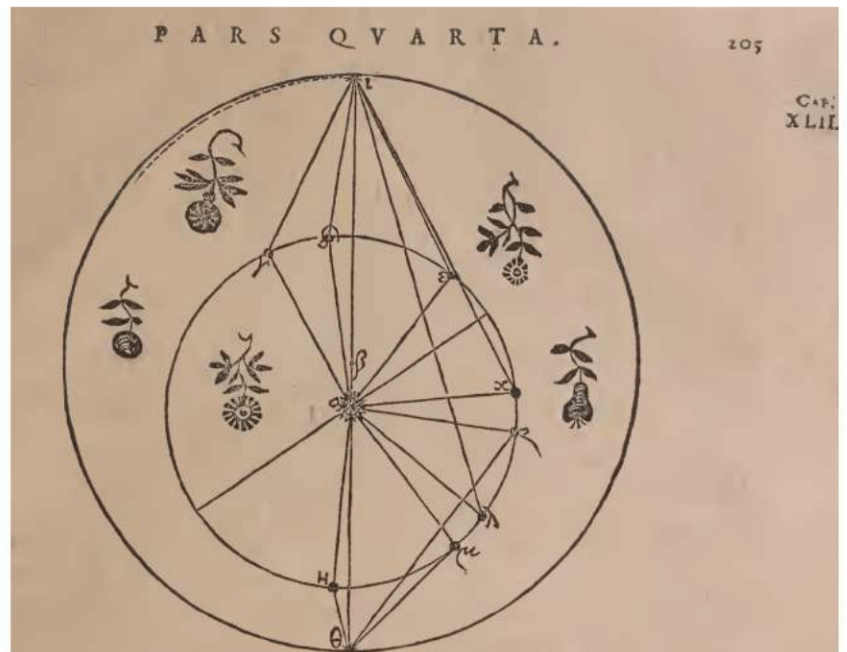


PAOLA FICA CONFUSA POR NÃO TER CONSEGUIDO REPRODUZIR O EXPERIMENTO, MAS ELA NÃO SABIA QUE PAULO, SEU IRMÃO, ESTAVA NA SALA QUANDO O PROFESSOR DEMONSTROU, ASSIM ELE EXPLICOU PARA ELA O MOTIVO DE SEU EXPERIMENTO DAR ERRADO. UMA POSSIVEL EXPLICAÇÃO QUE ELE DEU A SUA IRMÃ PODERIA SER:



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.

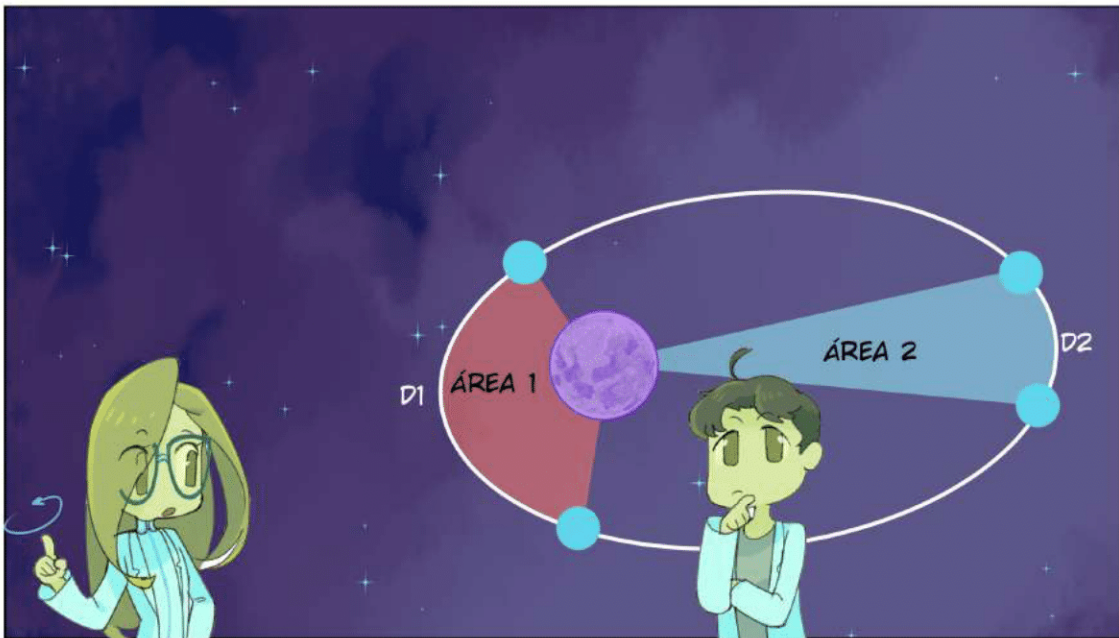
COMO VOCÊ JUSTIFICA O FENÔMENO DA SUPER LUA?



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  $D_2 = 0,8D_1$  E A VELOCIDADE  $V_1$  É PAROXIMADAMENTE 500 KM/H, 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 média | 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      |                           |