

# EVOLUÇÃO HISTÓRICA E CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COM GARRAFA PET PARA O ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO



**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



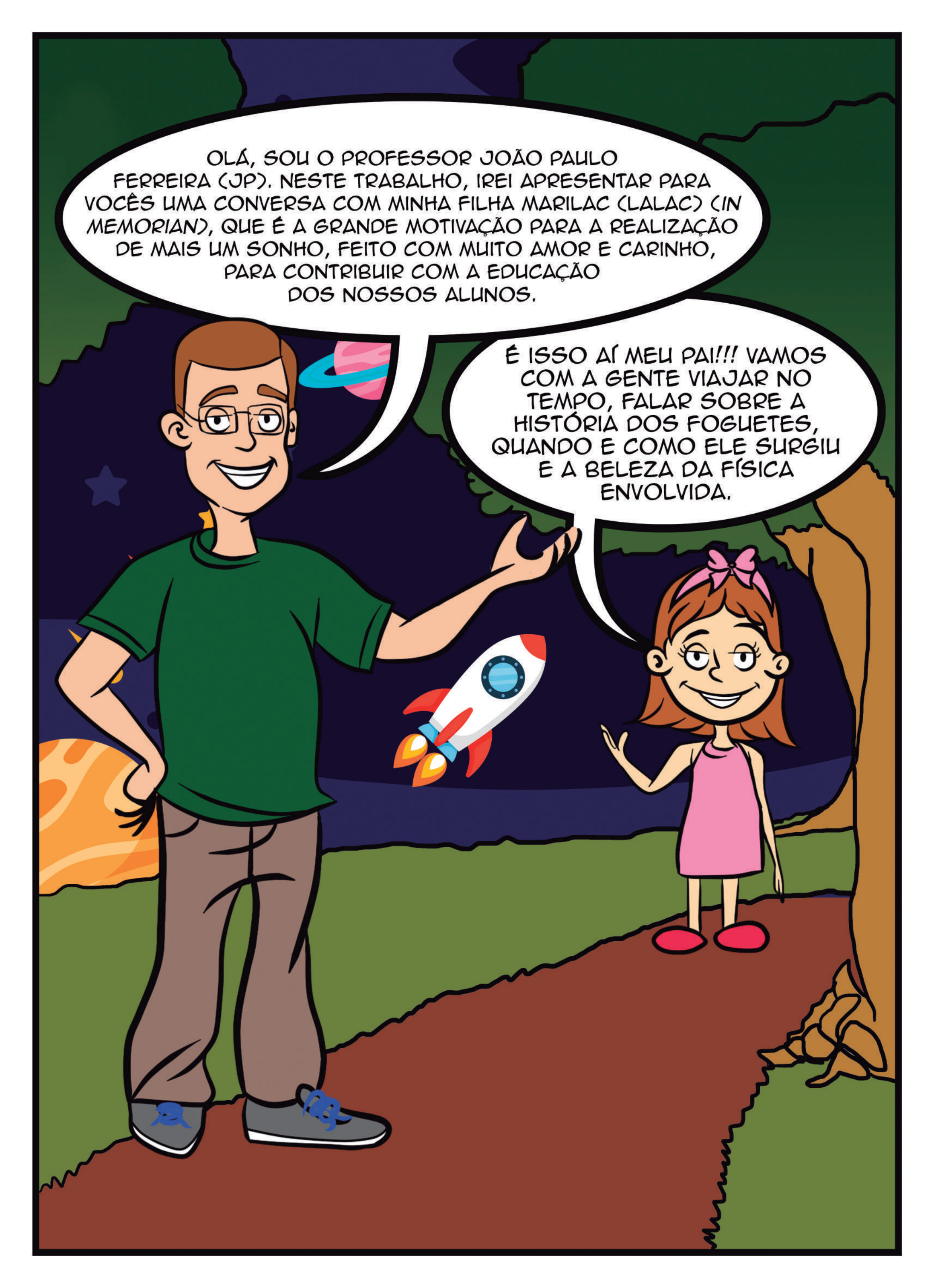
**SBF**  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**ORIENTANDO: JOÃO PAULO FERREIRA**  
**ORIENTADOR: DR. RAFAEL CASTELO GUEDES MARTINS**  
**COORDENADORA: DRA. ERLANIA LIMA DE OLIVEIRA**

ESSE TRABALHO É RESULTADO DE UM PRODUTO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO, O MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (MNPEF), APOIADO PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA (SBF), INSTALADO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA), POLO 09.

ESSE PRODUTO SERÁ APLICADO NA ESCOLA MUNICIPAL MARIA DE LOURDES CAVALCANTE, NO MUNICÍPIO DE RODOLFO FERNANDES - RN, COM ALUNOS DO 9º ANO. O ALUNADO TERÁ ACESSO A UM LIVRETO (GIBI) COMPOSTO POR DOIS PERSONAGENS, O PROFESSOR (JOÃO PAULO) E SUA FILHA (MARILAC) IN MEMORIAN. OS PERSONAGENS CONVERSARÃO SOBRE A HISTÓRIA E AS CURIOSIDADES DO SURGIMENTO DOS FOGUETES QUE TEVE INÍCIO NA CHINA COM A EXPLOÇÃO DE PÓLVORA ACIDENTALMENTE ATÉ OS DIAS DE HOJE.

ALÉM DA HISTÓRIA CONTADA ENTRE OS PERSONAGENS NO GIBI, O ALUNO TERÁ ACESSO A ALGUMAS ATIVIDADES, COMO UM MANUAL PARA ORIENTÁ-LO NA CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COM GARRAFA PET, E UM LANÇAMENTO PARA SER CALCULADO O ALCANCE, ALTURA, TEMPO E VELOCIDADE. COM ISSO, A ESCOLA PARTICIPARÁ DA MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (MOBFOG) NO NÍVEL 3, REFERENTE AO ENSINO FUNDAMENTAL II, ONDE SERÃO REGISTRADOS OS ALCANCES PARA COMPETIREM EM ESCALA NACIONAL COM TODAS AS ESCOLAS DO BRASIL. ASSIM, RECEBENDO CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO E MEDALHAS, CASO ALCANCE O VALOR ESTIMADO PELA ORGANIZAÇÃO DO EVENTO.




OLÁ, SOU O PROFESSOR JOÃO PAULO FERREIRA (JP). NESTE TRABALHO, IREI APRESENTAR PARA VOCÊS UMA CONVERSA COM MINHA FILHA MARILAC (LALAC) (IN MEMORIAN), QUE É A GRANDE MOTIVAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DE MAIS UM SONHO, FEITO COM MUITO AMOR E CARINHO, PARA CONTRIBUIR COM A EDUCAÇÃO DOS NOSSOS ALUNOS.

É ISSO AÍ MEU PAI!!! VAMOS COM A GENTE VIAJAR NO TEMPO, FALAR SOBRE A HISTÓRIA DOS FOGUETES, QUANDO E COMO ELE SURTIU E A BELEZA DA FÍSICA ENVOLVIDA.



OI, PAPAÍ,  
TUDO BEM?

TUDO ÓTIMO, LALAC!  
MINHA FILHA, PERCEBO  
QUE TENS PERGUNTAS,  
TE CONHEÇO...




TIA FALOU QUE NA  
MINHA ESCOLINHA VAI  
TER UMA COMPETIÇÃO  
DE LANÇAMENTOS DE  
FOGUETES. O QUE É  
FOGUETE?

LALAC, FOGUETES SÃO  
VEÍCULOS ESPACIAIS  
IMPULSIONADOS POR  
EXPLOSIVOS QUE O EMPURRAM  
PARA CIMA, OCASIONANDO  
UM DESLOCAMENTO.




QUEM  
INVENTOU  
O FOGUETE?



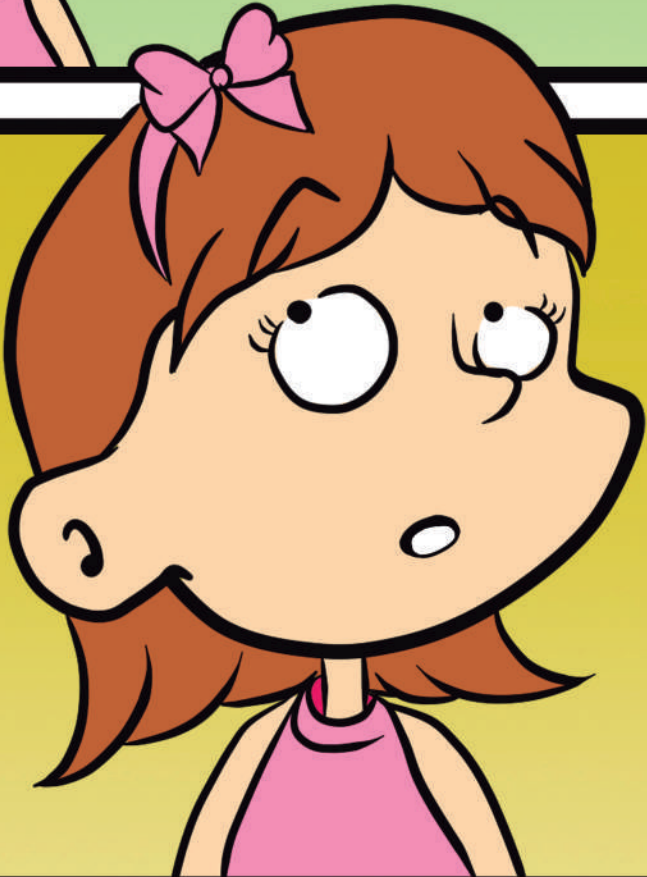
ISSO É UMA LONGA  
HISTÓRIA. ALGUNS RELATOS  
HISTÓRICOS AFIRMAM QUE TUDO  
COMEÇOU ACIDENTALMENTE NA  
CHINA, NO SÉCULO I.D.C.



HUMM... ISSO  
SIGNIFICA QUE FOI  
SEM QUERER?



ISSO MESMO!  
NA CHINA, ESTAVA HAVENDO  
UMA FESTA RELIGIOSA,  
UMA CELEBRAÇÃO EM QUE ERA  
DE COSTUME REALIZAR  
EXPLOSÕES COM PÓ DE  
SALITRE, ENXOFRE E  
CARVÃO DENTRO DE  
TUBOS DE BAMBUI.



O QUE ISSO  
TEM A VER  
COM  
FOGULETES?



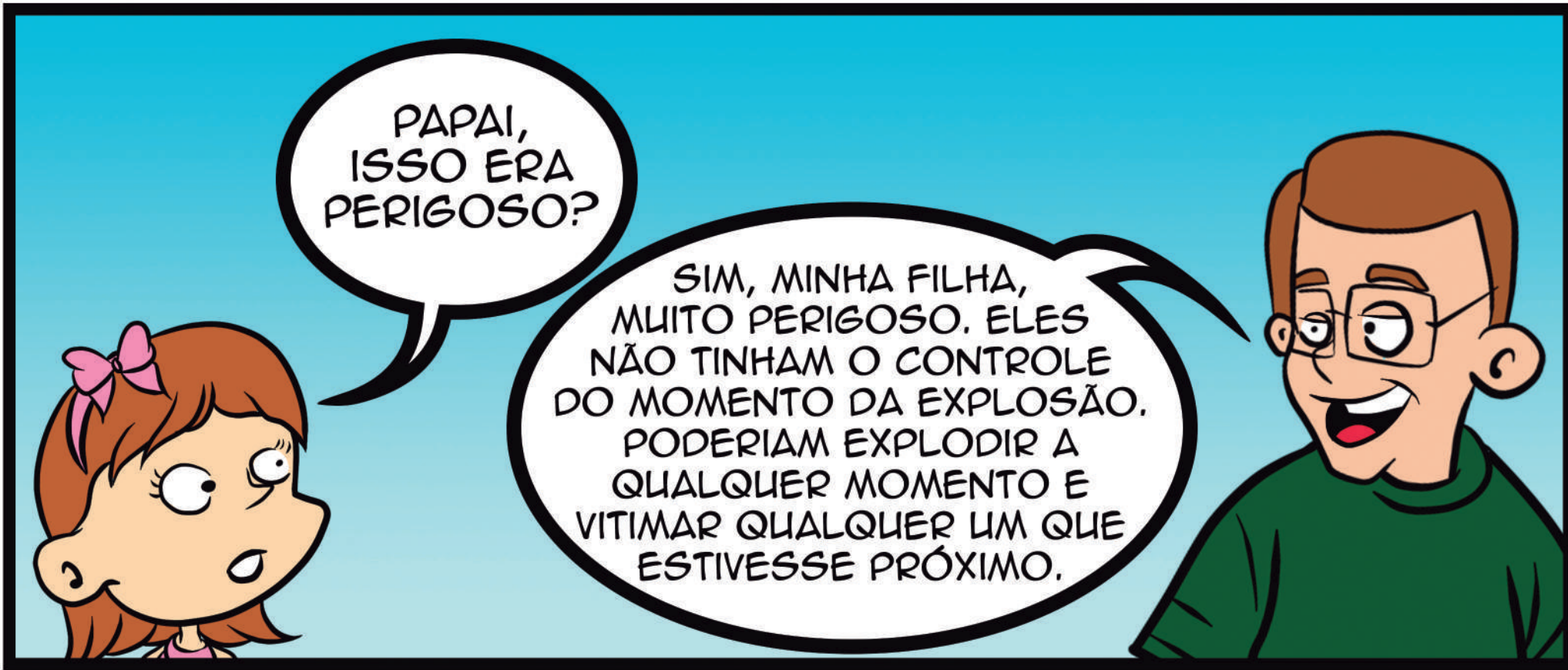
(JP): - É AI QUE TUDO COMEÇOU. UM DESSES TUBOS NÃO FUNCIONOU, SAIU SUBINDO, SOLTANDO FAÍSCAS. ASSIM, PERCEBERAM QUE ALGO ACOPLADO A ESSE TUBO PODERIA SE DESLOCAR DE UM PONTO A OUTRO.



O QUE ELES PENSARAM PARA ISSO PODER SE DESCOLAR?



(JP): OS CHINESES PERCEBERAM QUE PODERIAM CRIAR ARMAS. AMARRANDO FLECHAS NOS TUBOS DE BAMBU, ATINGIRIAM ALVOS A LONGAS DISTÂNCIAS. ASSIM, SURGEM OS PRIMEIROS "FOGUETES".

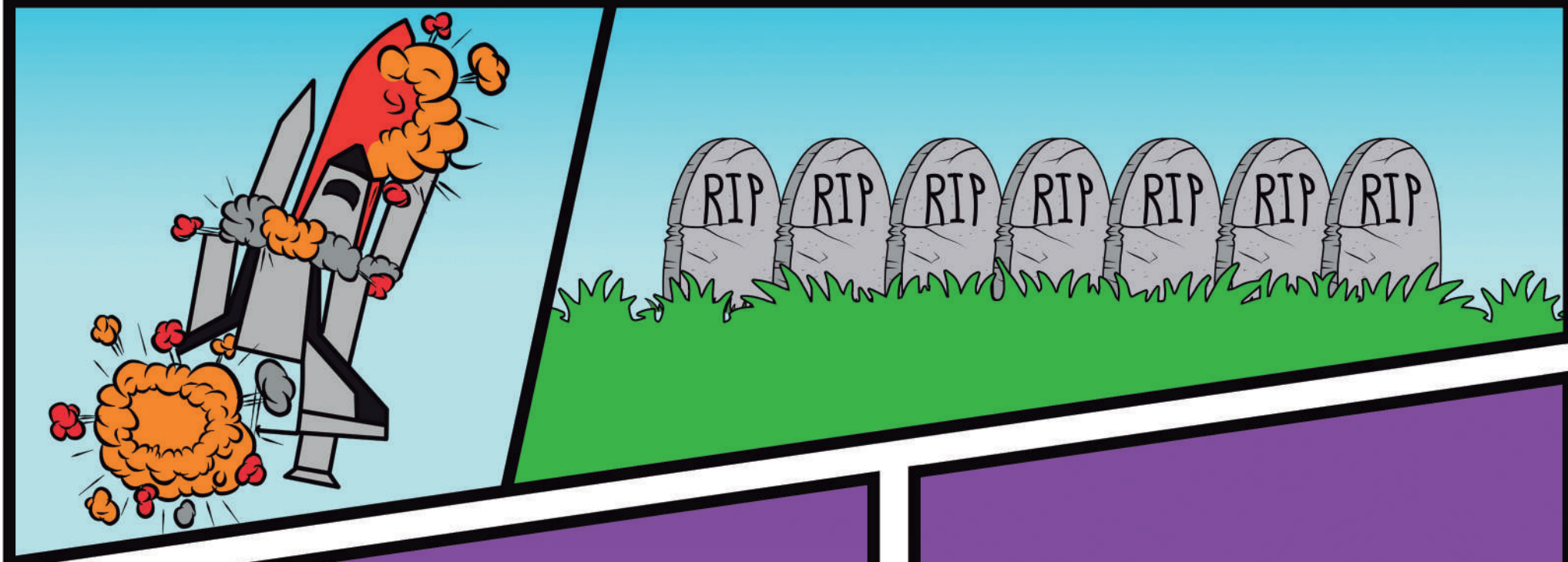


PAPAI, ISSO ERA PERIGOSO?

SIM, MINHA FILHA, MUITO PERIGOSO. ELES NÃO TINHAM O CONTROLE DO MOMENTO DA EXPLOSÃO. PODERIAM EXPLODIR A QUALQUER MOMENTO E VITIMAR QUALQUER UM QUE ESTIVESSE PRÓXIMO.



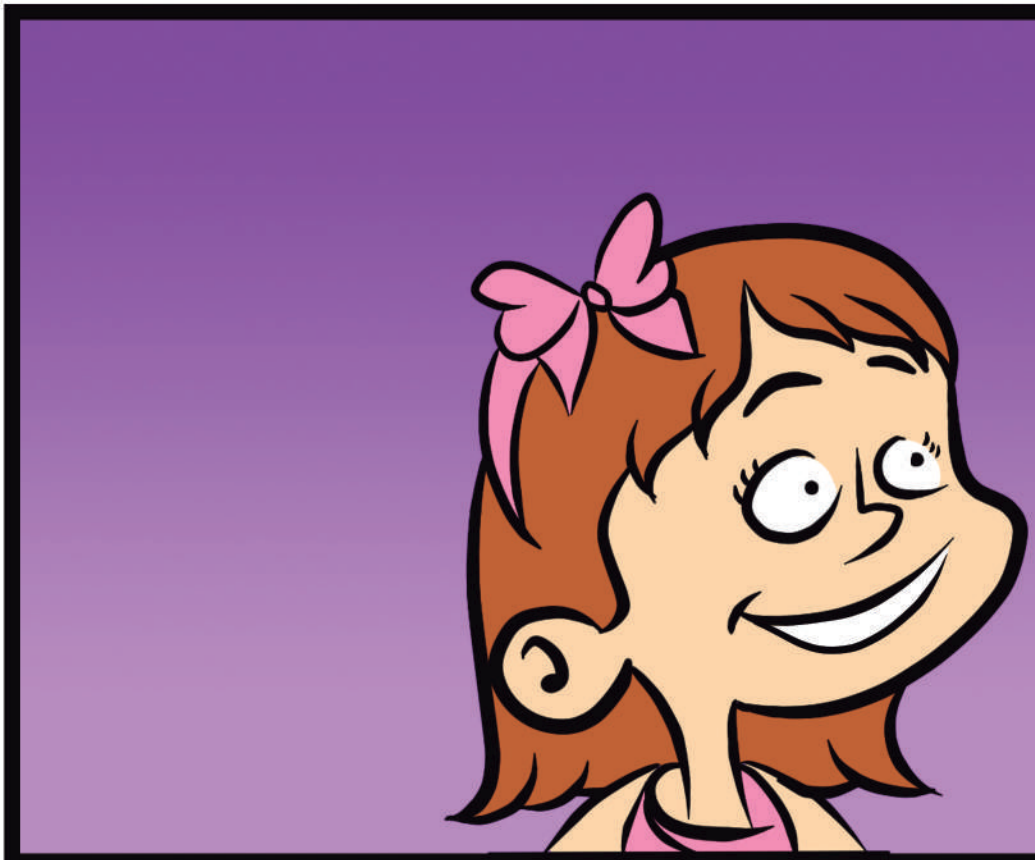
(JP): OK! EM 1986, O ÔNIBUS ESPACIAL CHALLENGER EXPLODIU POUCO MAIS DE UM MINUTO APÓS O LANÇAMENTO NA BASE DE CANAVERAL, NOS ESTADOS UNIDOS, MATANDO UMA TRIPULAÇÃO DE SETE PESSOAS, EM QUE UM DOS TRIPULANTES ERA UMA PROFESSORA AMERICANA QUE NÃO FAZIA PARTE DA NASA.



QUE TRISTE, PAPAÍ...




É, MINHA FILHA, MUITO TRISTE MESMO... MAS VAMOS MUDAR DE ASSUNTO. O QUE MAIS A SENHORITA DESEJA SABER?



QUAIS ERAM OS CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS QUE O SENHOR DISSE?






A FABRICAÇÃO DOS FOGUETES SE TORNA CIÊNCIA NO SÉCULO XVII, COM O DOMÍNIO DOS CONHECIMENTOS DAS LEIS DE NEWTON.



QUE LEIS SÃO ESSAS?



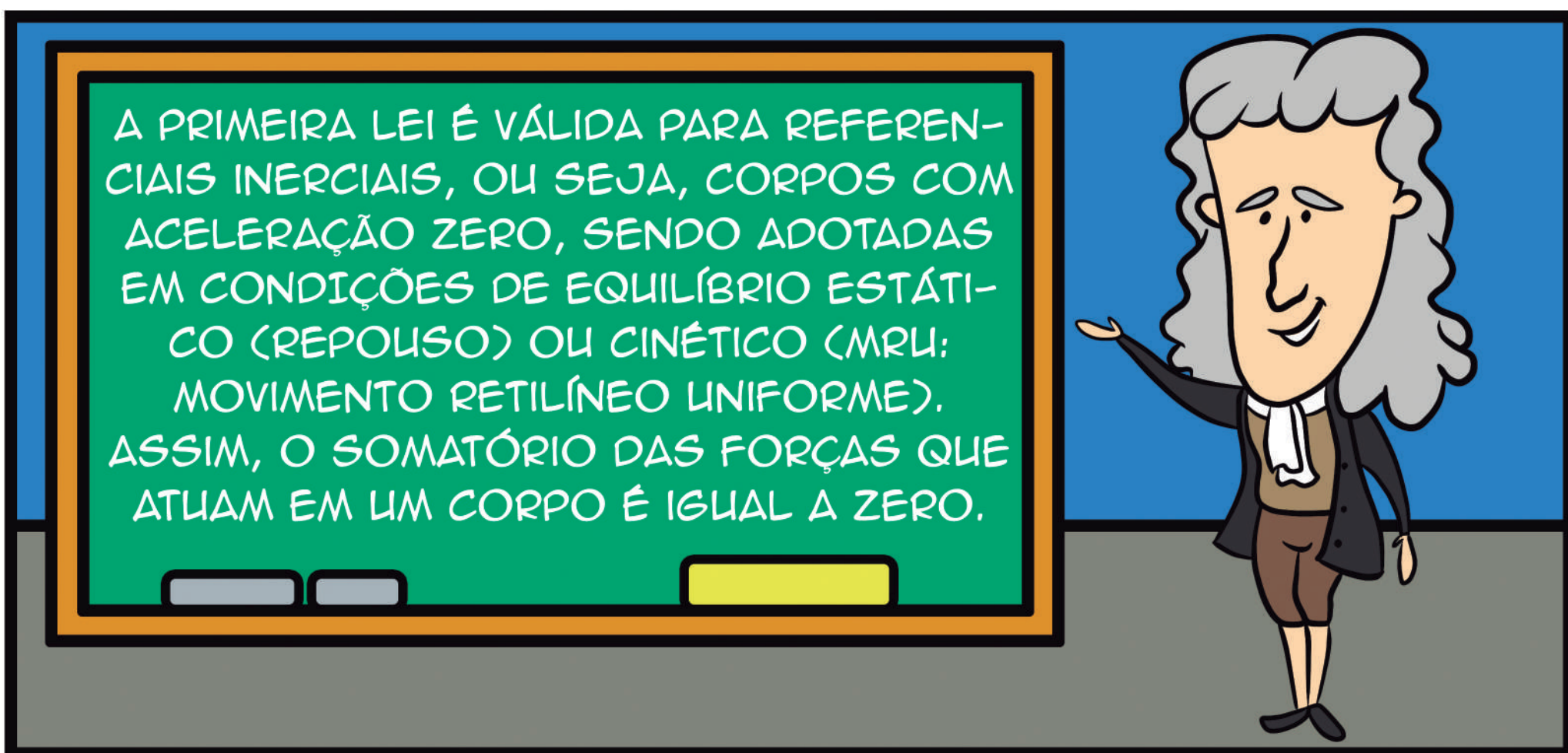
SÃO AS LEIS UNIVERSAIS DO MOVIMENTO, SENDO CONHECIDAS COMO:

1º LEI: INÉRCIA

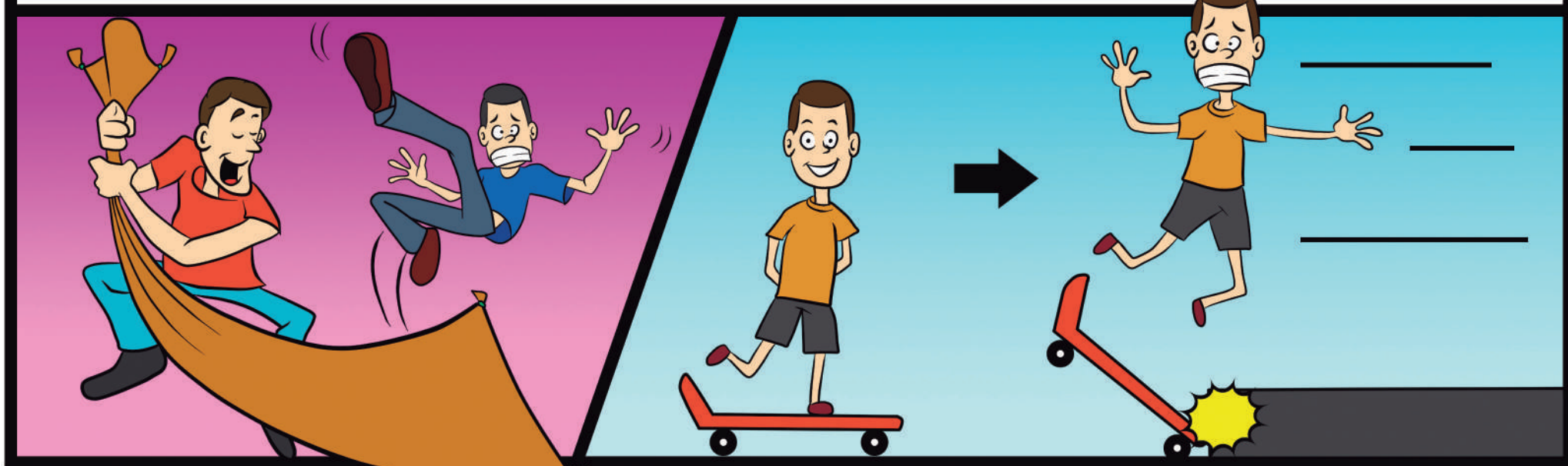
2º LEI: LEIS DOS CORPOS ACELERADOS

3º LEI: AÇÃO E REAÇÃO





(JP): POR EXEMPLO: SE PUXAR UM TAPETE COM UMA PESSOA EM CIMA, A TENDÊNCIA DE EQUILÍBRIO É ESTÁTICO, A PESSOA TENDE A CAIR NO MESMO PONTO. SE UMA PESSOA ANDA DE SKATE E COLIDE EM UMA CALÇADA, A TENDÊNCIA É O EQUILÍBRIO CINÉTICO, A PESSOA TENDE A CONTINUAR EM MOVIMENTO.

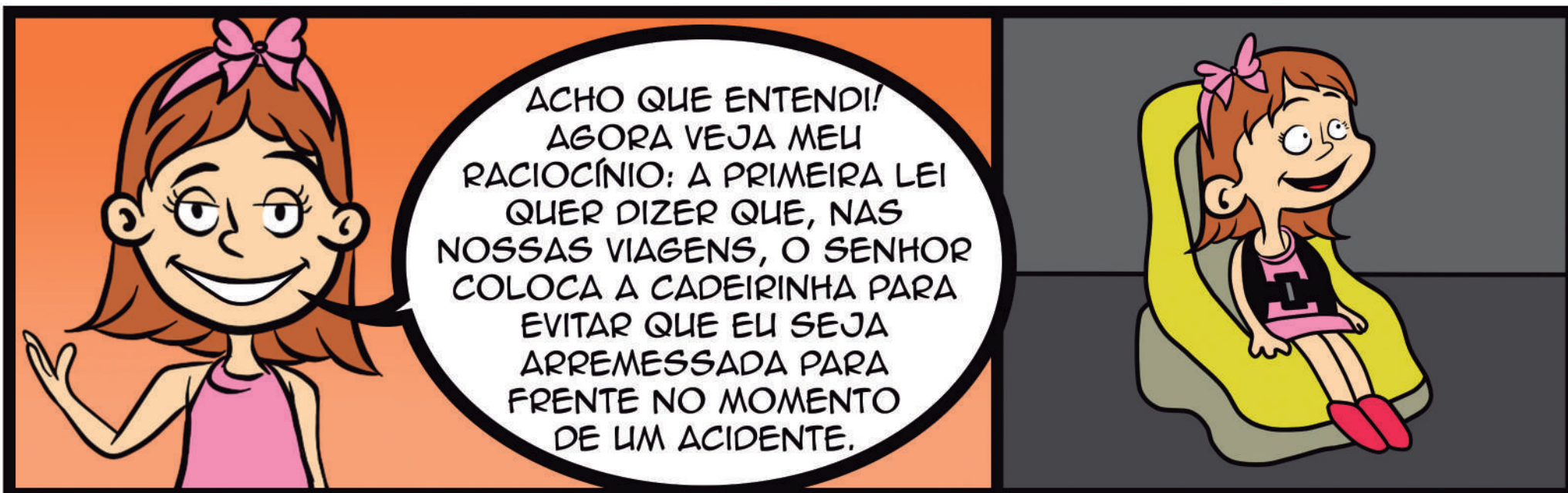


A SEGUNDA LEI DIZ QUE O SOMATÓRIO DAS FORÇAS QUE ATUAM EM UM CORPO É DIFERENTE DE ZERO, EM QUE A FORÇA E ACELERAÇÃO SÃO GRANDEZAS DIRETAMENTE PROPORCIONAIS, PODENDO SER APLICADAS EM PLANOS INCLINADOS, POLIAS, ENTRE OUTRAS APLICAÇÕES.

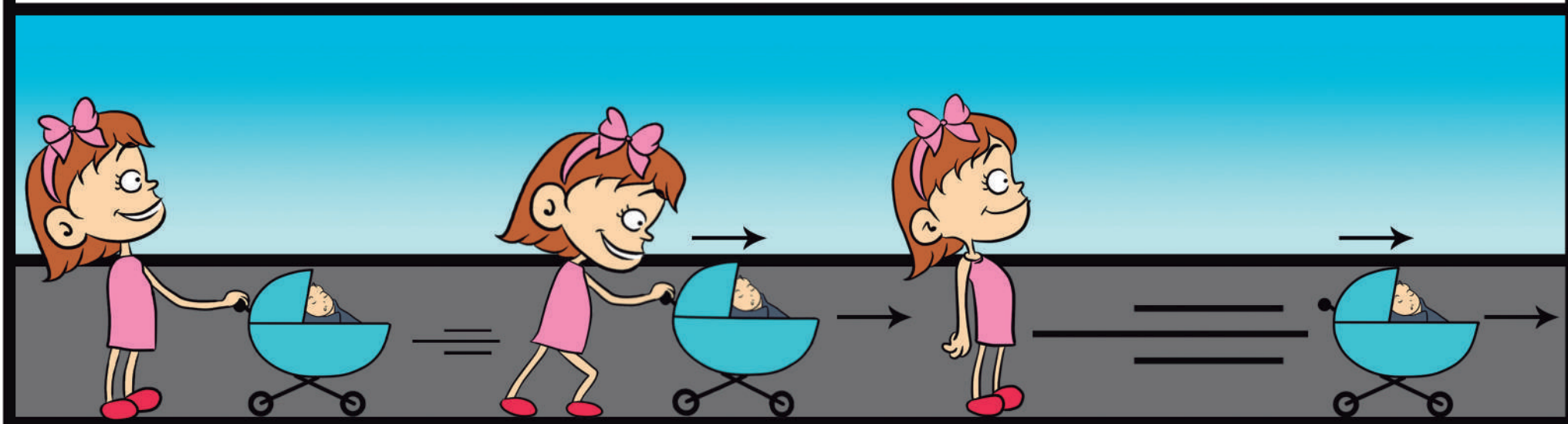


A TERCEIRA LEI É CONHECIDA COMO AÇÃO E REAÇÃO, EM QUE AS FORÇAS TROCADAS ENTRE OS CORPOS APRESENTAM A MESMA INTENSIDADE, MESMA DIREÇÃO E SENTIDOS OPOSTOS.

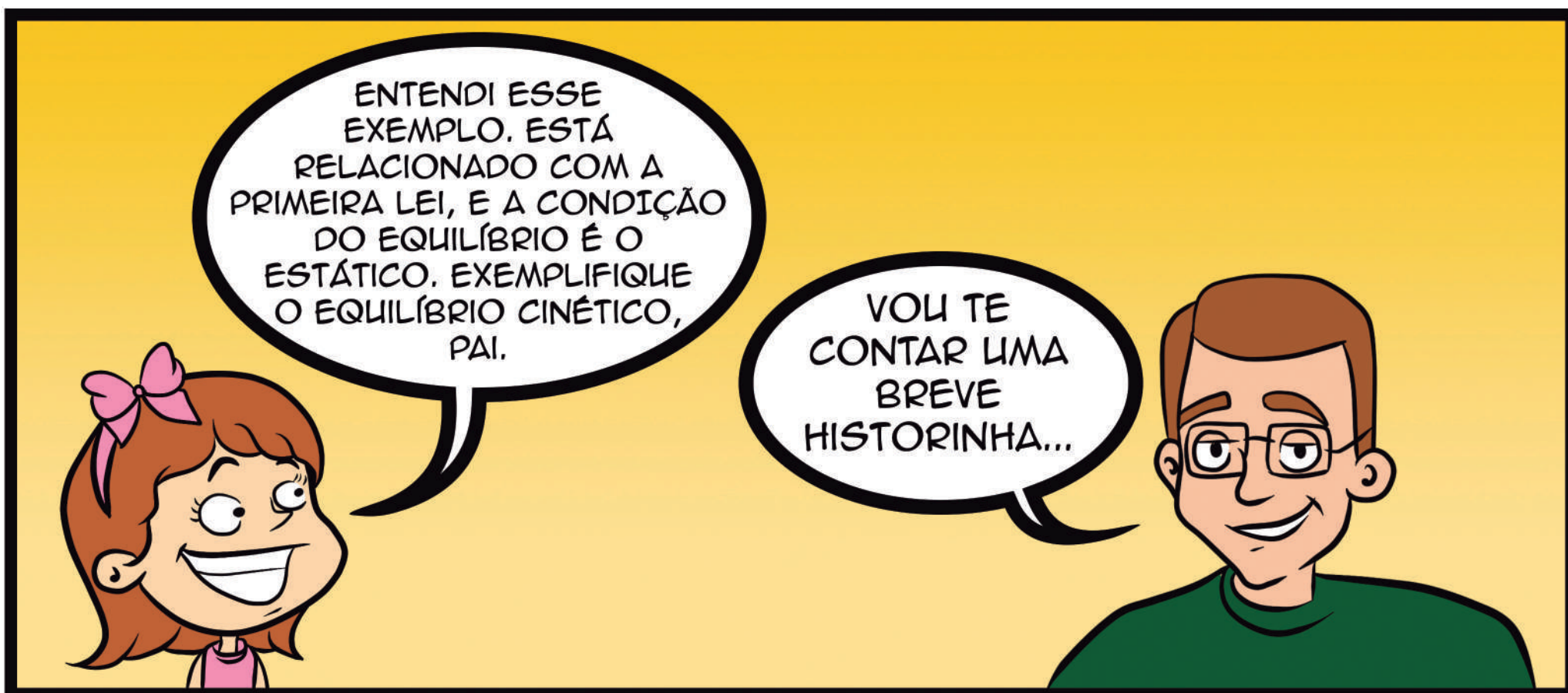




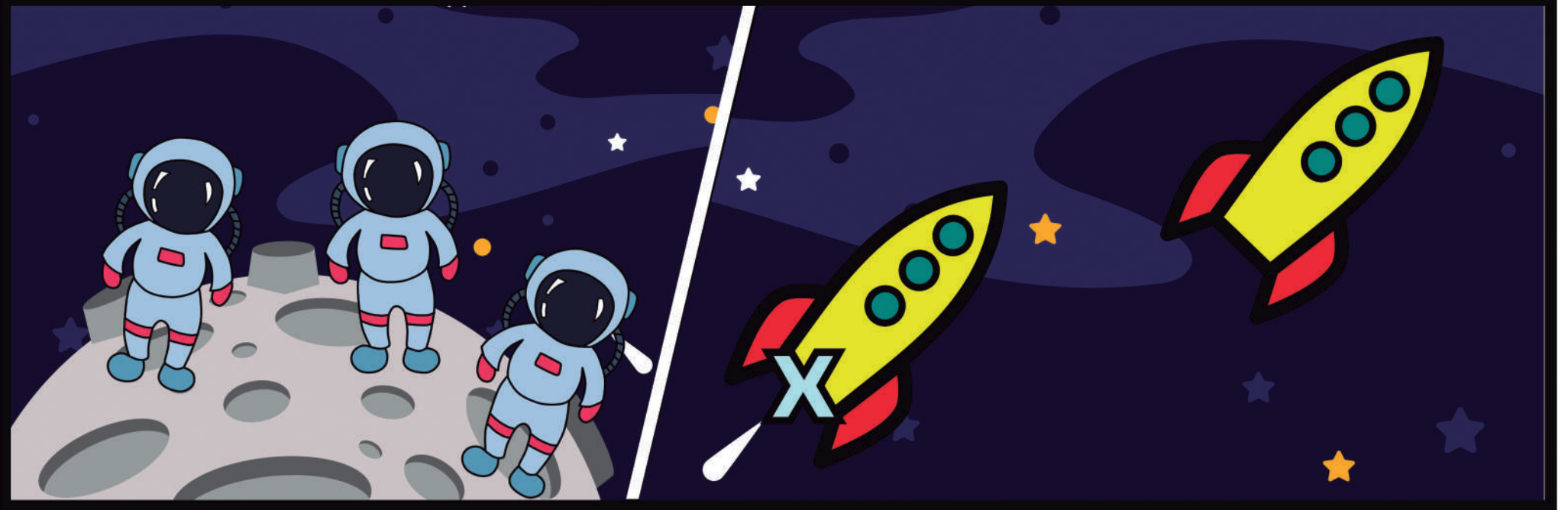
(LALAC): A SEGUNDA LEI SIGNIFICA QUE QUANTO MAIOR A FORÇA QUE EU EMPURRO O CARRINHO DO MEU PRIMO BRUNINHO, MAIS ACELERADO ELE SERÁ.







(JP): UM GRUPO DE ASTRONAUTAS TINHA A MISSÃO DE EXPLORAR A LUA, CONHECIDA COMO APOLLO 13, MAS OCORREU UM PROBLEMA E TIVERAM QUE DESLIGAR OS MOTORES. ASSIM, A VIAGEM CONTINUOU COM A INÉRCIA.



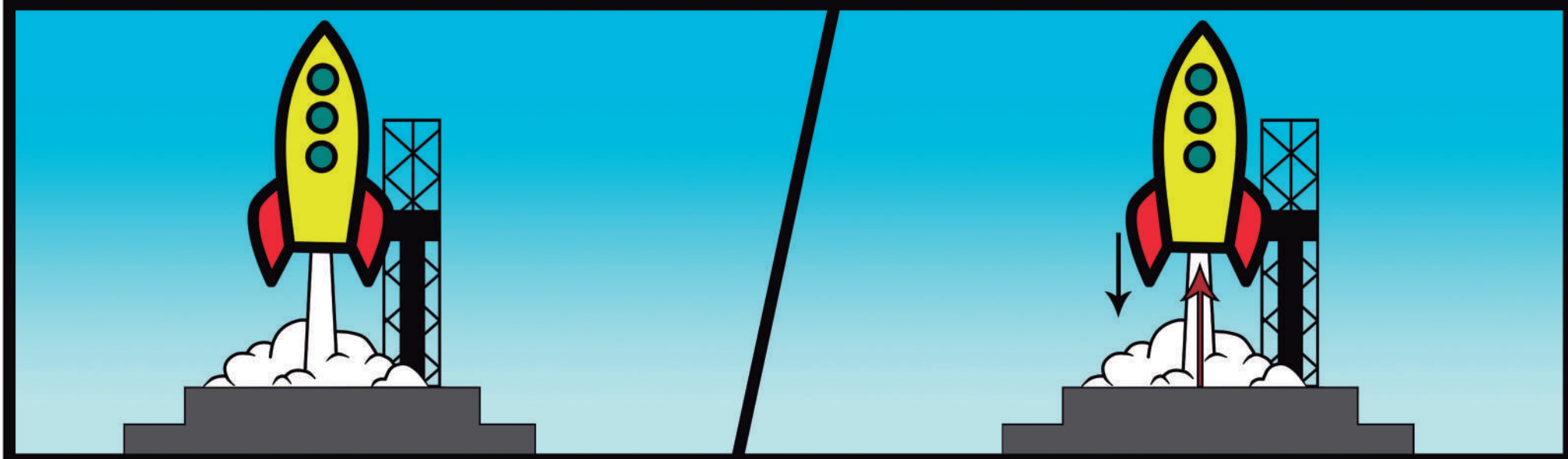
ENTÃO, QUER DIZER QUE OCORREU O MRU? SE O FOGUETE ESTAVA EM MOVIMENTO, ELE CONTINUOU EM MOVIMENTO COM A RESISTÊNCIA ZERO DO ESPAÇO?

ISSO MESMO!

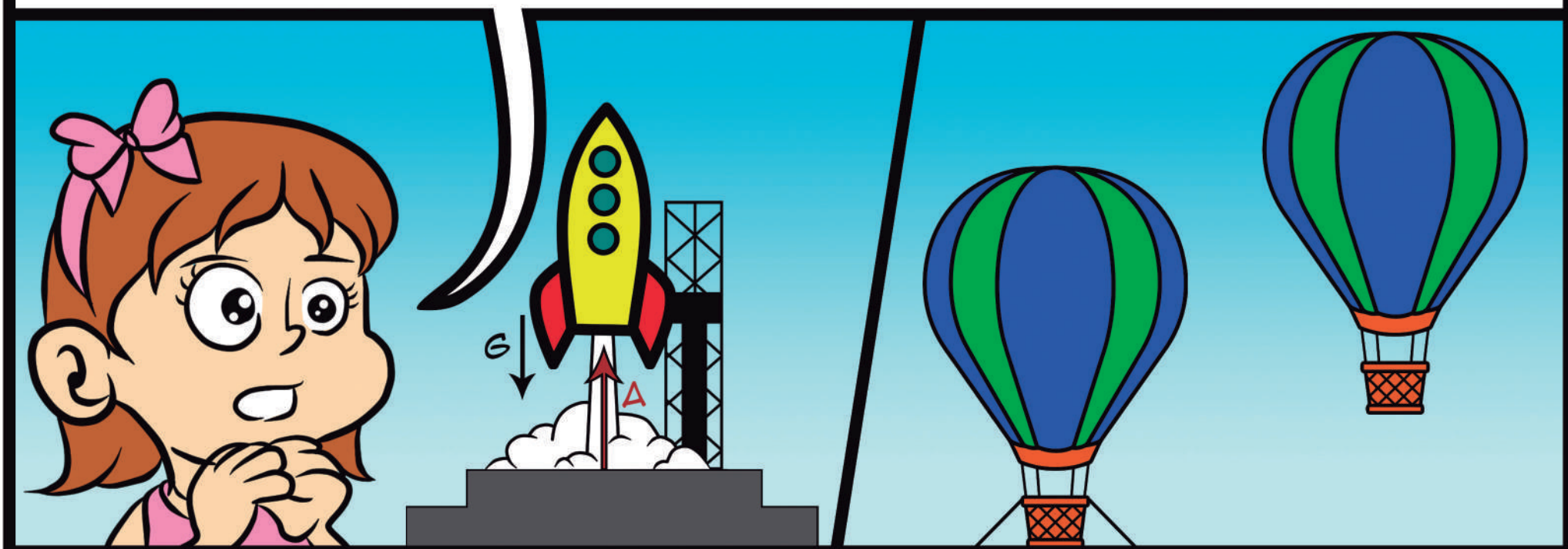
E A SEGUNDA E A TERCEIRA LEI, EM QUE SE ENCAIXAM?

CALMA, UMA COISA DE CADA VEZ.

(JP): A SEGUNDA LEI OCORRE NO MOMENTO DA DECOLAGEM, QUANDO O FOGUETE SAI DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E ENTRA BRUSCAMENTE EM MOVIMENTO; NA TERCEIRA LEI, SABE-SE QUE PARA TODA AÇÃO, EXISTE UMA REAÇÃO. NO MOMENTO DO LANÇAMENTO, O FOGUETE EMPURRA O GÁS E O GÁS EMPURRA O FOGUETE, FAZENDO-O SUBIR.



DEIXE EU VER SE ENTENDI... NA SEGUNDA LEI, A FORÇA RESULTANTE OCASIONA UMA ACELERAÇÃO SENTIDO CONTRÁRIO AO DA GRAVIDADE. A TERCEIRA LEI, POSSO COMPARAR COM UM BALÃO CHEIO DE AR PRESO E QUANDO LIBERADO, O BALÃO ENTRA EM MOVIMENTO.





PAPAI, EM RELAÇÃO AOS FOGUETES DE GARRAFA PET QUE VAMOS FAZER NA COMPETIÇÃO DOS LANÇAMENTOS NA MINHA ESCOLA, COMO SE CONSTROEM?

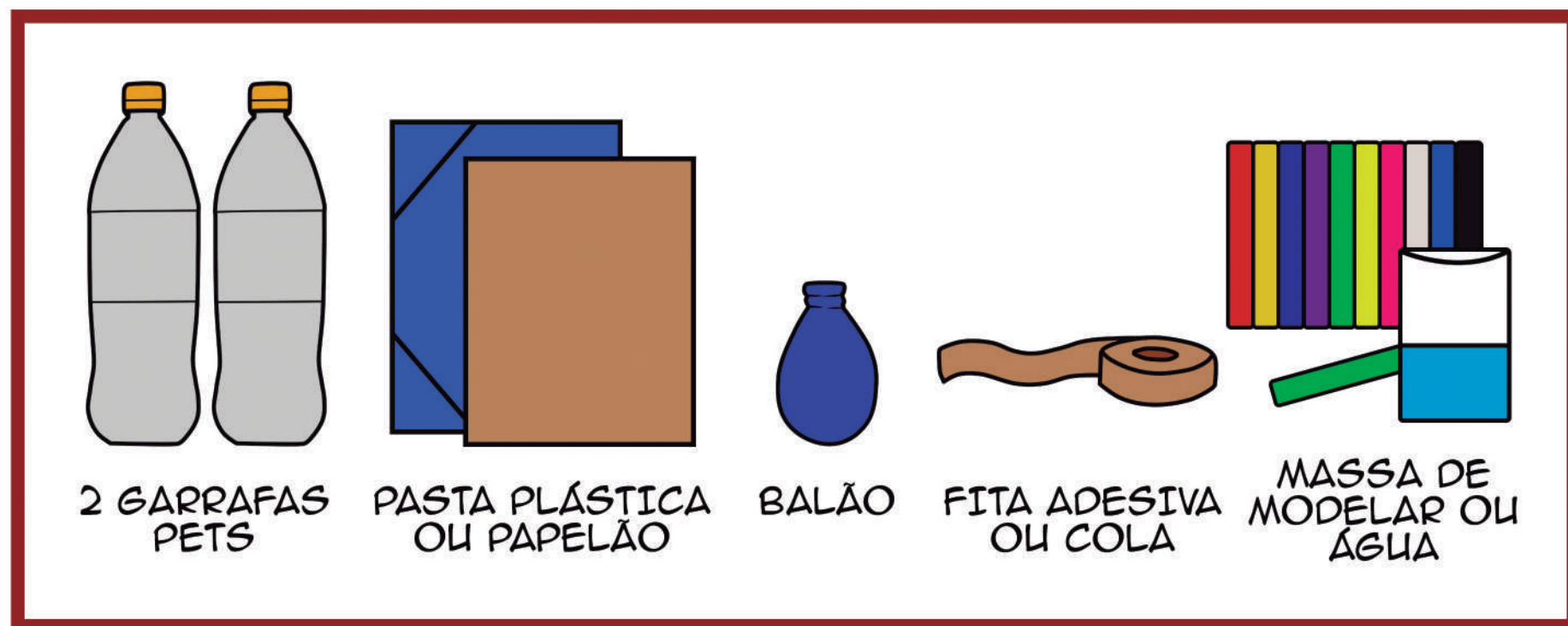


ESSA COMPETIÇÃO CHAMA-SE MOBFOG (MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES) QUE OCORRE NAS ESCOLAS PÚBLICAS E PRIVADAS DE TODO O BRASIL. A COMPETIÇÃO OCORRE POR NÍVEL. FIQUEI SABENDO QUE VOCÊS PARTICIPARÃO DO NÍVEL 3, NO QUAL O COMBUSTÍVEL É AR E ÁGUA. PARA CONSTRUIR, SIGA O ROTEIRO MOSTRADO PELO MANUAL A SEGUIR:



# MANUAL PARA CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COM GARRAFA PET

## MATERIAIS NECESSÁRIOS:



## CONSTRUÇÃO:

### • BICO DO FOGUETE:

- CORTAR UMA DAS GARRAFAS À 15 CM DA TAMPA;
- COLOCAR UMA PEQUENA QUANTIDADE DE ÁGUA OU MASSA DE MODELAR DENTRO DO BALÃO E PRENDER ENTRE A TAMPA E A BOCA DA GARRAFA, COMO NA FIGURA 1. O PESO PRESO NA PONTA DO FOGUETE DEIXA-O ESTÁVEL NO LANÇAMENTO.

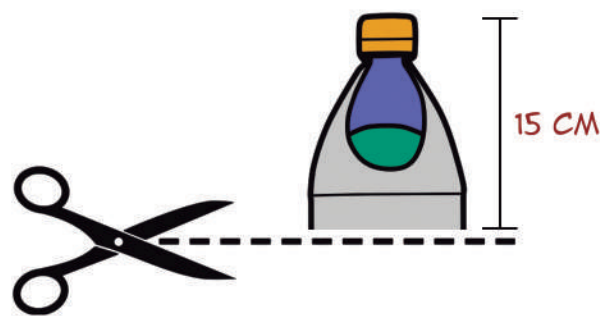


FIGURA 1: BICO DO FOGUETE COM PESO PRESO NA PONTA.

### • ENCAIXAR O BICO DO FOGUETE NO CORPO DELE:

- COM O BICO CONSTRUÍDO, ENCAIXE NO FUNDO DA SEGUNDA GARRAFA E PRENDA COM A FITA ADESIVA, COMO NO ESQUEMA DA FIGURA 2.

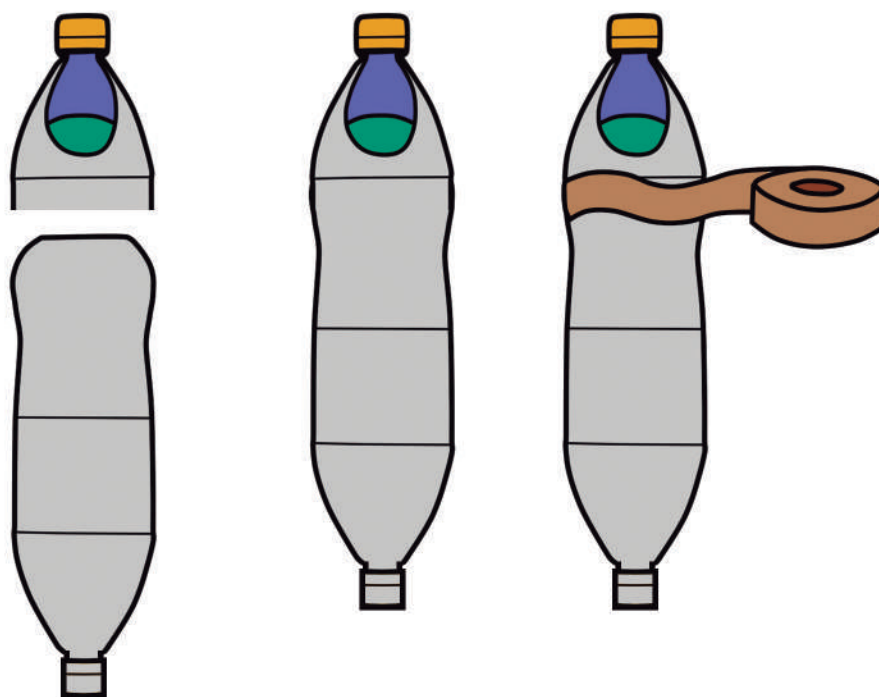


FIGURA 2: CORPO DO FOGUETE.

• CONSTRUÇÃO DAS ALETAS DO FOGUETE:

- CORTAR O PAPELÃO OU PASTA ESCOLAR, NO ESQUEMA DA FIGURA 3.

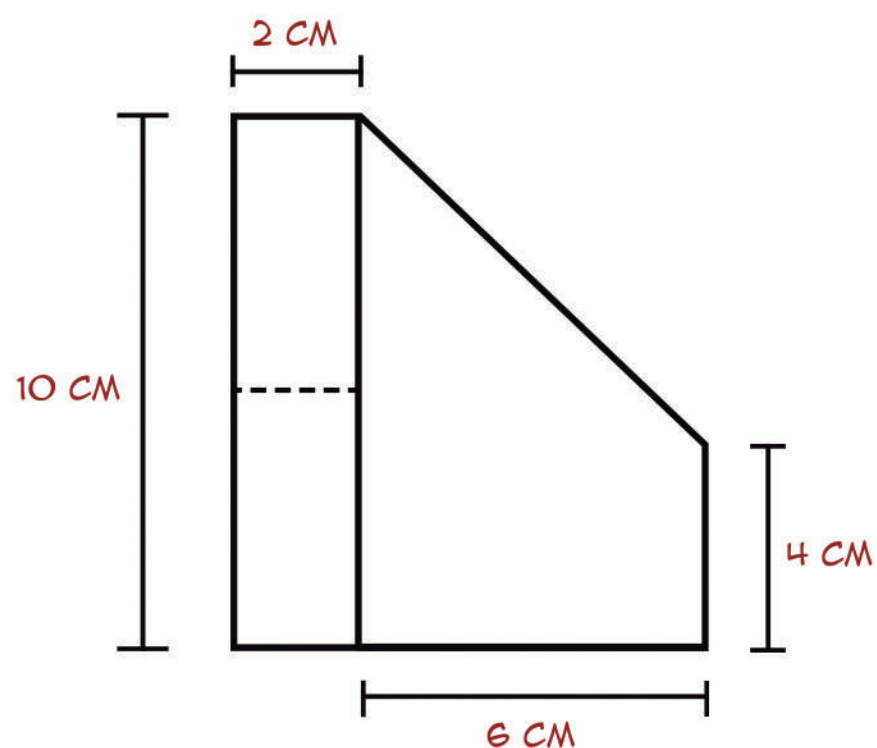


FIGURA 3: ESQUELETO DAS ALETAS.

• COLAGEM DAS ALETAS NO FOGUETE:

- FIXE COM COLA OU FITA ADESIVA TRÊS ALETAS NA EXTREMIDADE OPOSTA AO BICO DO FOGUETE, COM UM DISTÂNCIAMENTO ANGULAR DE  $120^\circ$  UMA DA OUTRA, COMO NO MODELO DA FIGURA 4.

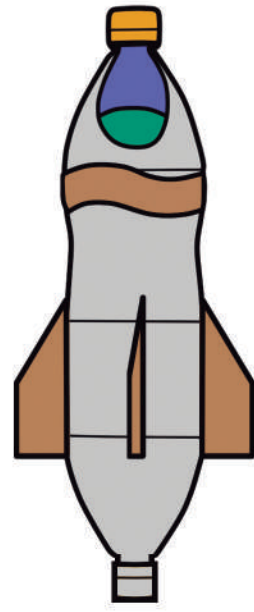


FIGURA 4: FOGUETE COMPLETO.

# MANUAL PARA A CONSTRUÇÃO DA BASE DO FOGUETE

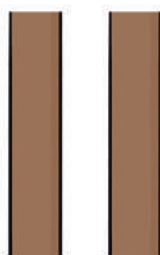
## MATERIAIS NECESSÁRIOS:



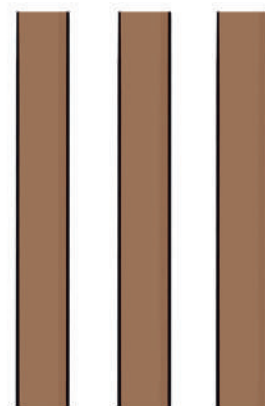
FITA  
ESPARADRAPO "CAPS"



1  
"CAPS"



2 CANOS DE 10 CM DE  
COMPRIMENTO COM  
20 MM DE DIÂMETRO



3 CANOS DE 20 CM DE  
COMPRIMENTO COM  
20 MM DE DIÂMETRO



FITA DUPLA  
FACE



1 ABRAÇADEIRA  
DE METAL



1 "T"



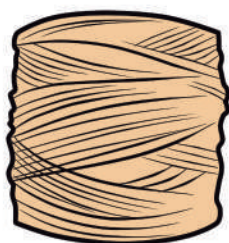
1 TUBO DE  
COLA PARA  
CANO



1 BALÃO DE  
FESTA 6,5"



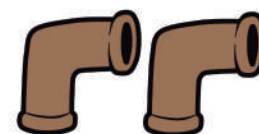
1 TORNEIRA DE  
REGISTRO



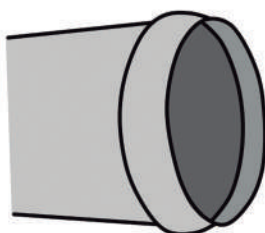
BARBANTE OU  
CORDÃO



1 VÁLVULA DE  
PNEU DE  
BICICLETA



2 "JOELHOS OU  
COTOVELO"



CANO DE  
ESGOTO



UM PEDAÇO DE  
CÂMERA DE PNEU  
DE BICICLETA



6 ABRAÇADEIRAS DE  
NAILON PEQUENA, DE  
CABEÇA DE 3,6 MM  
(ENFORCA GATO)



BOMBA DE  
AR

# CONSTRUÇÃO:

## • MARCAÇÃO DAS CONEXÕES PARA ENCAIXE:

- MARQUE AS CONEXÕES COM UMA CANETA OU LÁPIS PARA SABER A REGIÃO QUE PASSARÁ A COLA, MOSTRADO NA FIGURA 5.

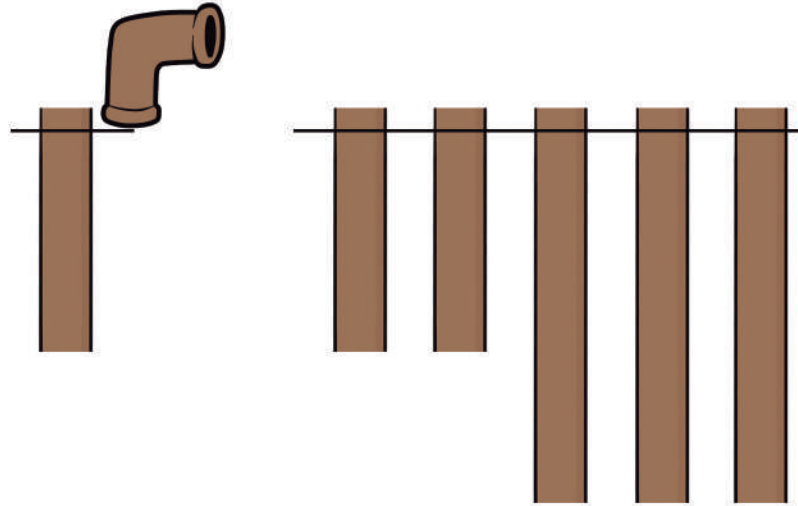


FIGURA 5: MARCAÇÃO DAS CONEXÕES.

## • FURAR O CAPS:

- FURE O CAPS PARA COLOCAR UM PEDAÇO DE LIGA NA PARTE INTERNA E EXTERNA, EVITANDO O VAZAMENTO ENTRE O CAPS E A VÁLVULA, ILUSTRADO NA FIGURA 6.

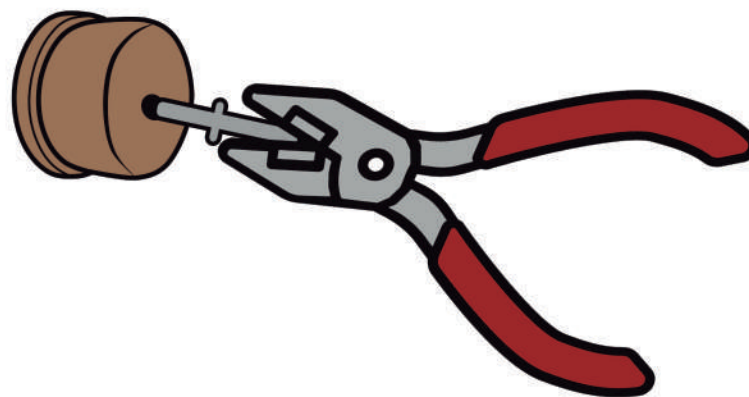


FIGURA 6: CONEXÃO DA VÁLVULA.

## • PASSAR COLA:

- PASSE A COLA NAS MARCAÇÕES DOS CANOS E NAS CONEXÕES, COMO NA FIGURA 7.

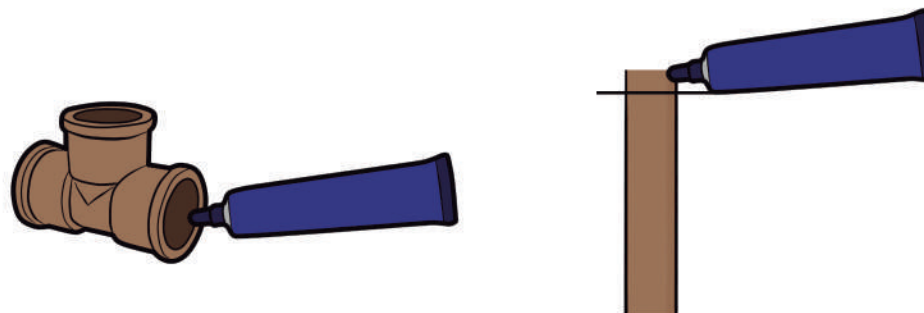


FIGURA 7: PASSAGEM DE COLA.

• ENCAIXE DAS CONEXÕES DE 10 CM:

- APÓS PASSAR COLA, ENCAIXE OS CANOS DE 10 CM NOS LADOS OPOSTOS DO "T" ATÉ A MARCAÇÃO, ILUSTRADO PELA FIGURA 8.



FIGURA 8: ENCAIXE DOS CANOS DE 10 CM.

• ENCAIXE DA CONEXÃO DE 20 CM NO "T":

- DEIXE A BASE DO "T" COM UM ÂNGULO DE 45° PARA GARANTIR TEORICAMENTE O MAIOR ALCANCE. COM SUA CONEXÃO PERPENDICULAR DEMONSTRADO NA FIGURA 9, ENCAIXE UM DOS CANOS DE 20 CM.

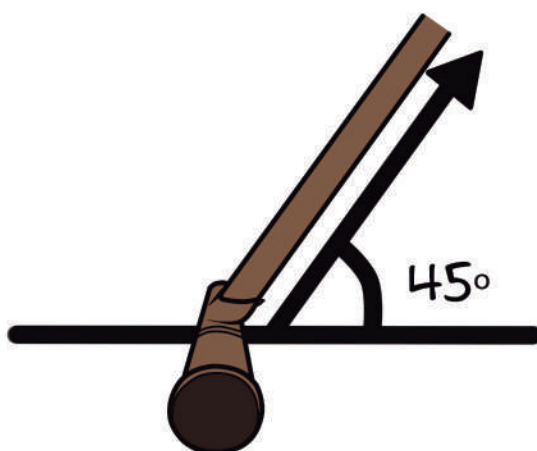


FIGURA 9: "T" COM TODAS AS CONEXÕES ENCAIXADAS ATÉ A LINHA MARCADA.

• CONEXÃO DOS JOELHOS:

- CONECTE OS JOELHOS NAS EXTREMIDADES DOS CANOS DE 10 CM COM OS OUTROS DOIS CANOS DE 20 CM ENCAIXADOS, SENDO UM DELES COM O CAPS CONECTADO NA VÁLVULA, COMO NO MODELO DA FIGURA 10.

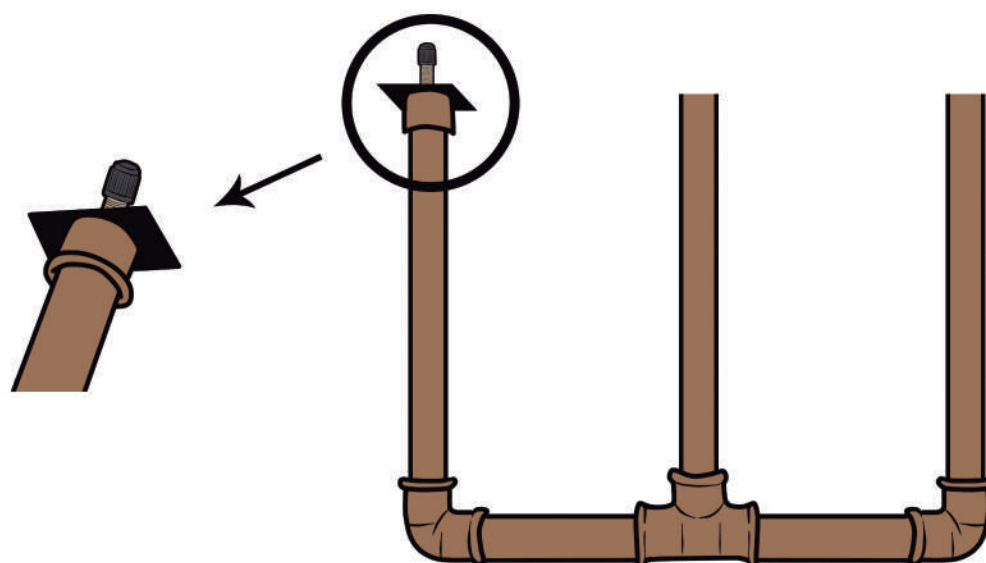


FIGURA 10: CONEXÃO DOS JOELHOS E DO CAPS COM A VÁLVULA.

### • BICO DO BALÃO:

- CORTE O BICO DO BALÃO FORMANDO ASSIM UM ANEL ELÁSTICO, E COLOQUE SOBRE O CANO DE 20 CM QUE ESTÁ COM UMA INCLINAÇÃO DE 45° E A 8,5 CM ACIMA DA MARCAÇÃO;
- PASSE UMA VOLTA DO ESPARADRAPO EM CIMA DO ANEL PARA DEIXÁ-LO FIXO, ILUSTRADO NO MODELO DA FIGURA 11. O ANEL EVITARÁ VAZAMENTO ENTRE A GARRAFA E O CANO, QUE PROVOCARIA PERCA DE PRESSÃO.

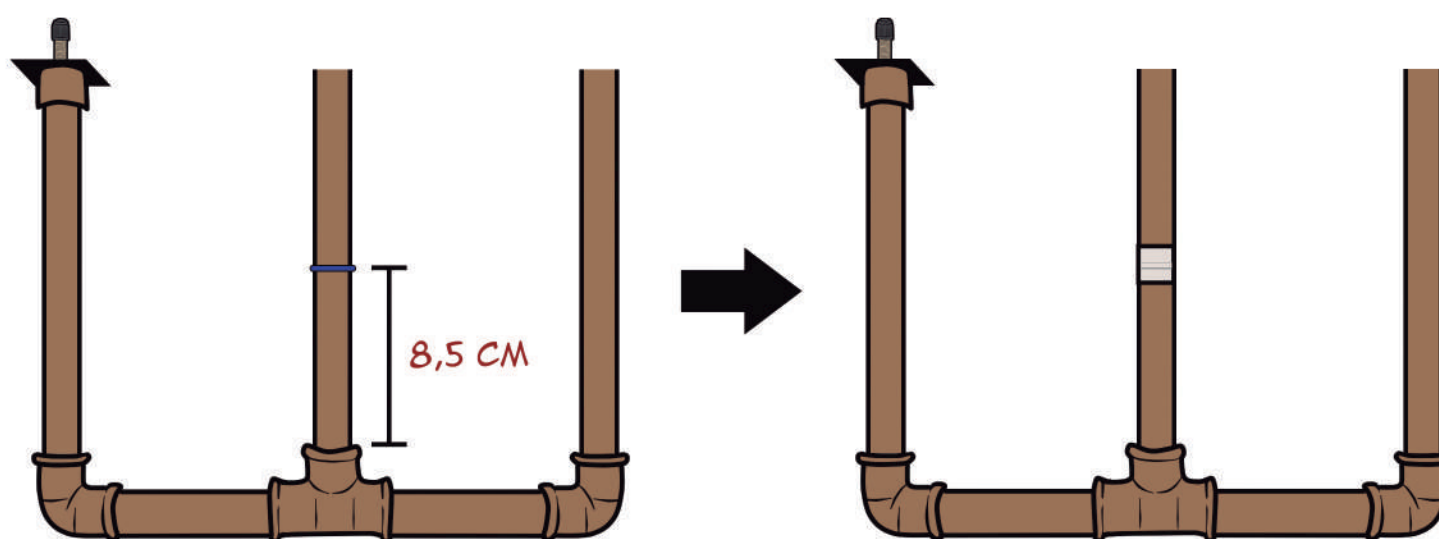


FIGURA 11: ENCAIXE DO ANEL ELÁSTICO E DO ESPARADRAPO.

### • ABRAÇADEIRA DE NÁILON (ENFORCA GATO) E METAL:

- CORTE SEIS ABRAÇADEIRAS PARA QUE AS CABEÇAS FIQUEM COM 1 CM ACIMA DO ANEL ELÁSTICO, FICANDO CADA UMA COM 9,5 CM;
- PASSE UMA VOLTA DA FITA DUPLA FACE PARA COLAR OS ENFORCA GATOS;
- PRENDA COM A ABRAÇADEIRA DE METAL E APERTE COM UMA CHAVE DE FENDA PARA AUMENTAR A SEGURANÇA DAS PRESILHAS, COMO NO MODELO DA FIGURA 12;
- AS CABEÇAS DOS ENFORCA GATOS SÃO ENCAIXADAS NO ANEL EXTERNO DA GARRAFA PARA MANTÊ-LA PRESA.

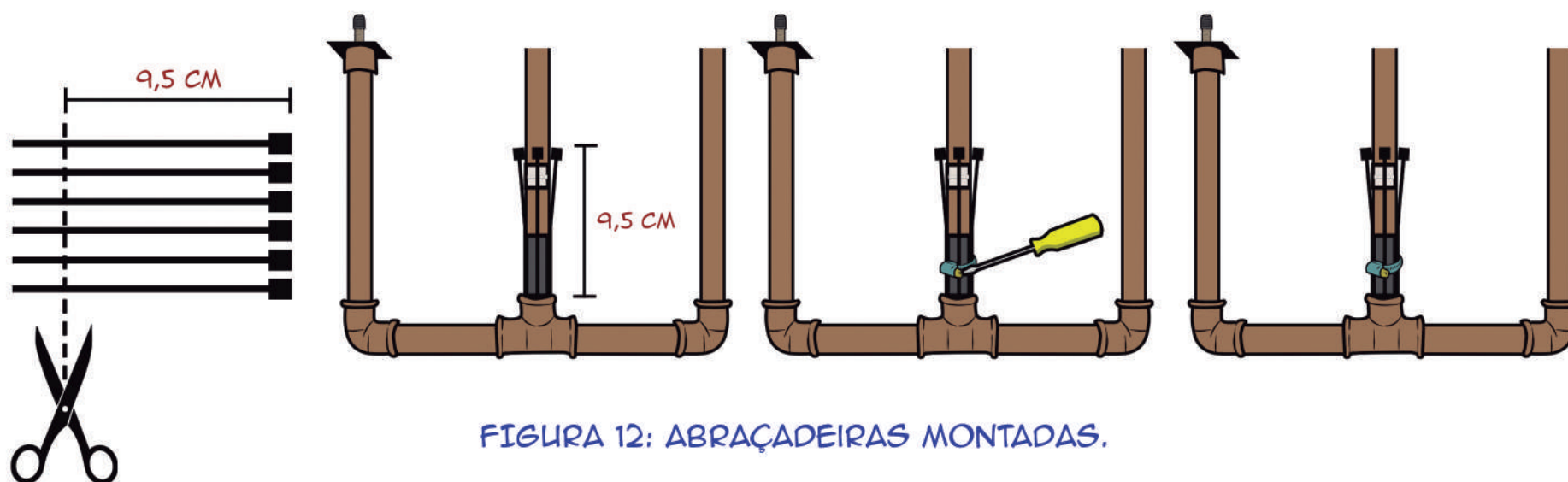


FIGURA 12: ABRAÇADEIRAS MONTADAS.



### • TORNEIRA OU REGISTRO:

- EM UM DAS EXTREMIDADES DAS CONEXÕES, ENCAIXE A VÁLVULA PARA CONECTAR A BOMBA DE AR;
- NA OUTRA EXTREMIDADE, CONECTE O REGISTRO PARA DESPRESSURIZAÇÃO, DEMONSTRADO NA FIGURA 13, CASO TENHA-SE NECESSIDADE DE ABORTAR O LANÇAMENTO;
- NA CHAVE DA TORNEIRA, AMARRE UM CORDÃO DE 5 M PARA ABRIR A CHAVE À DISTÂNCIA, DESSA FORMA, EVITANDO ACIDENTES CASO A GARRAFA NÃO SUPORTE A PRESSÃO.

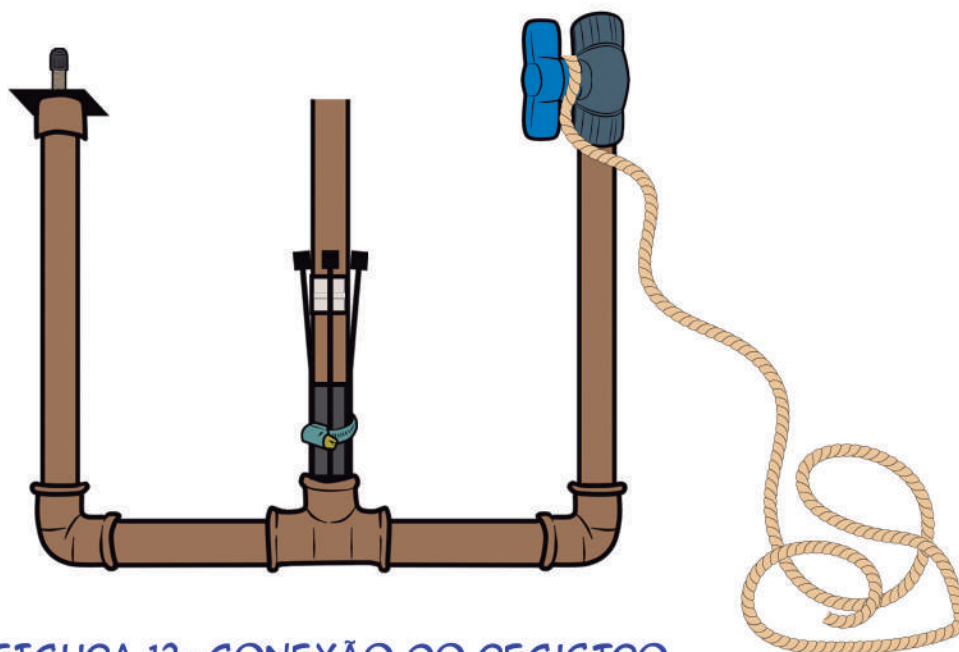


FIGURA 13: CONEXÃO DO REGISTRO.

### • GATILHO DE LANÇAMENTO:

- EM UM CANO BRANCO DE ESGOTO, FAÇA DOIS FUROS PARALELOS A 1 CM DA EXTREMIDADE;
- PASSE UM CORDÃO DE 20 CM ENTRE OS FUROS, DEIXANDO COMO UMA ALÇA DE BALDE;
- AMARRE UM CORDÃO DE 5 M NO DE 20 CM, DEIXANDO COMO A FIGURA 14;
- O CANO ENVOLVE OS ENFORCAGATOS QUE ESTÃO PRESOS AO ANEL EXTERNO DA GARRAFA. AO EXERCER PRESSÃO PELA VÁLVULA USANDO UMA BOMBA, PUXA-SE O GATILHO SOLTANDO AS ABRAÇADEIRAS PARA O FOGUETE DECOLAR EM LANÇAMENTO OBLÍQUO.

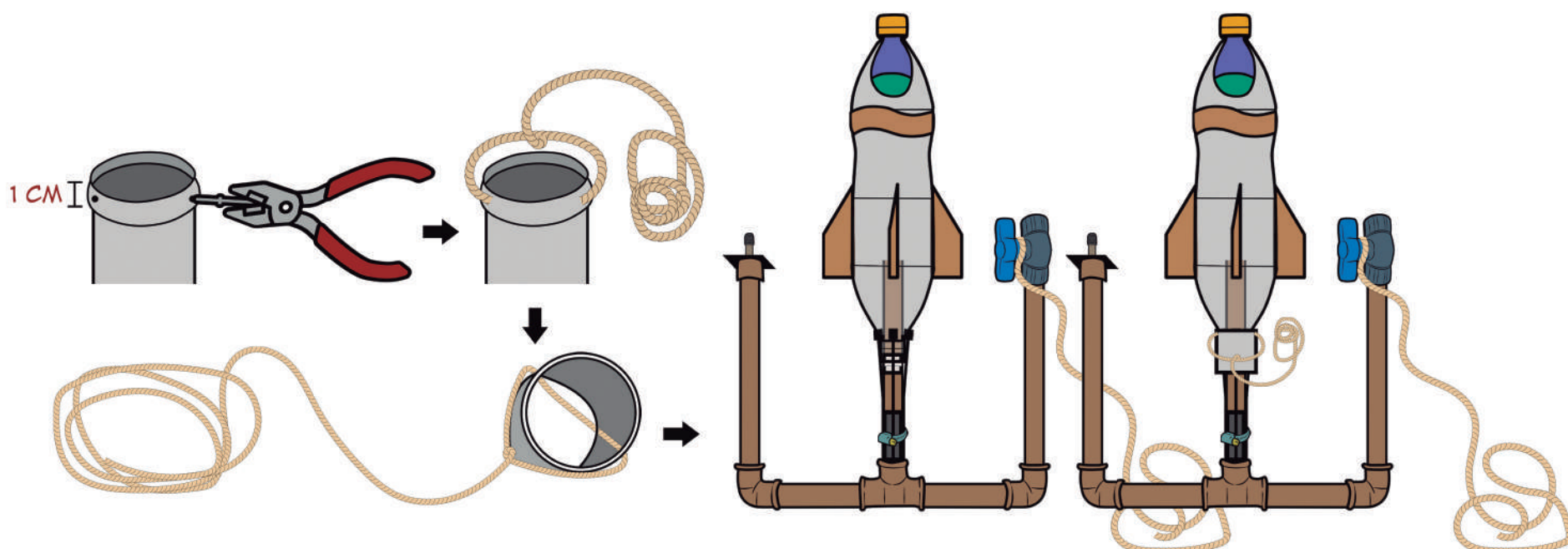


FIGURA 14: GATILHO FEITO COM CANO E CORDÃO.

## • GANCHOS:

- PARA REALIZAR UM LANÇAMENTO SEGURO, A BASE DEVER ESTAR PRESA AO CHÃO. PARA ISSO, FAÇA QUATRO GANCHOS DE METAL EM FORMA DE U (FIGURA 15) E ENCAIXE NA BASE, BATENDO COM UM MARTELO COM CUIDADO PARA NÃO HAVER DANOS AOS CANOS.

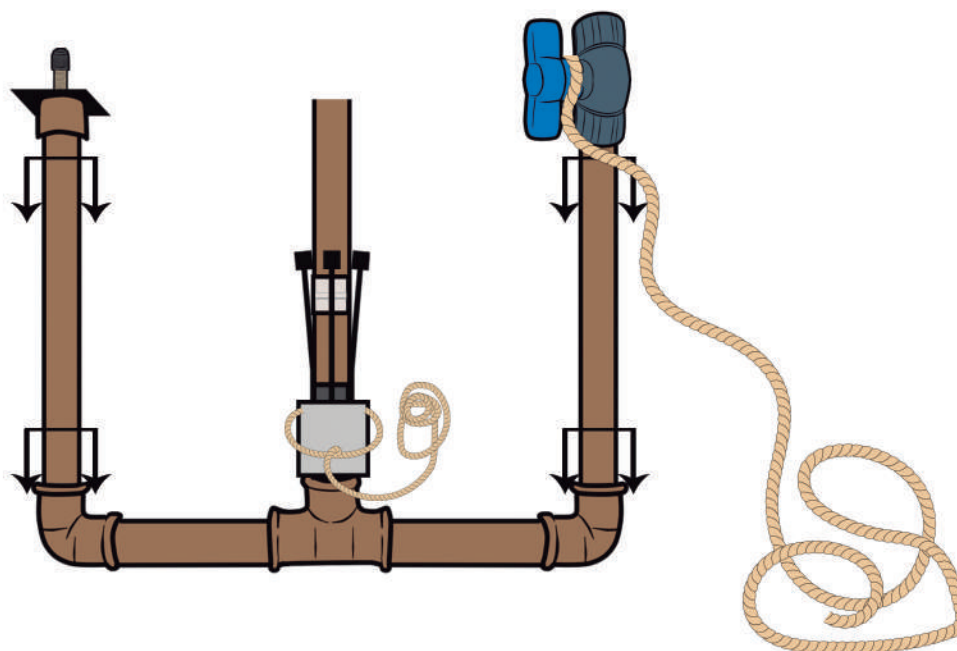


FIGURA 15: GANCHOS DE FIXAÇÃO DA BASE.

- A FIGURA 16 MOSTRA OS ESQUEMAS DE FUNCIONAMENTO DO FOGUETE, COMO A ÁGUA E O AR SÃO COMPRIMIDOS PARA REALIZAR O LANÇAMENTO, DEIXANDO VISÍVEL A AÇÃO E REAÇÃO ENTRE OS COMBUSTÍVEIS. O AR É COMPRIMIDO AUMENTANDO A PRESSÃO DENTRO DA GARRAFA. PUXANDO O GATILHO, O AR EXPULSA A ÁGUA E A ÁGUA EMPURRA A GARRAFA.

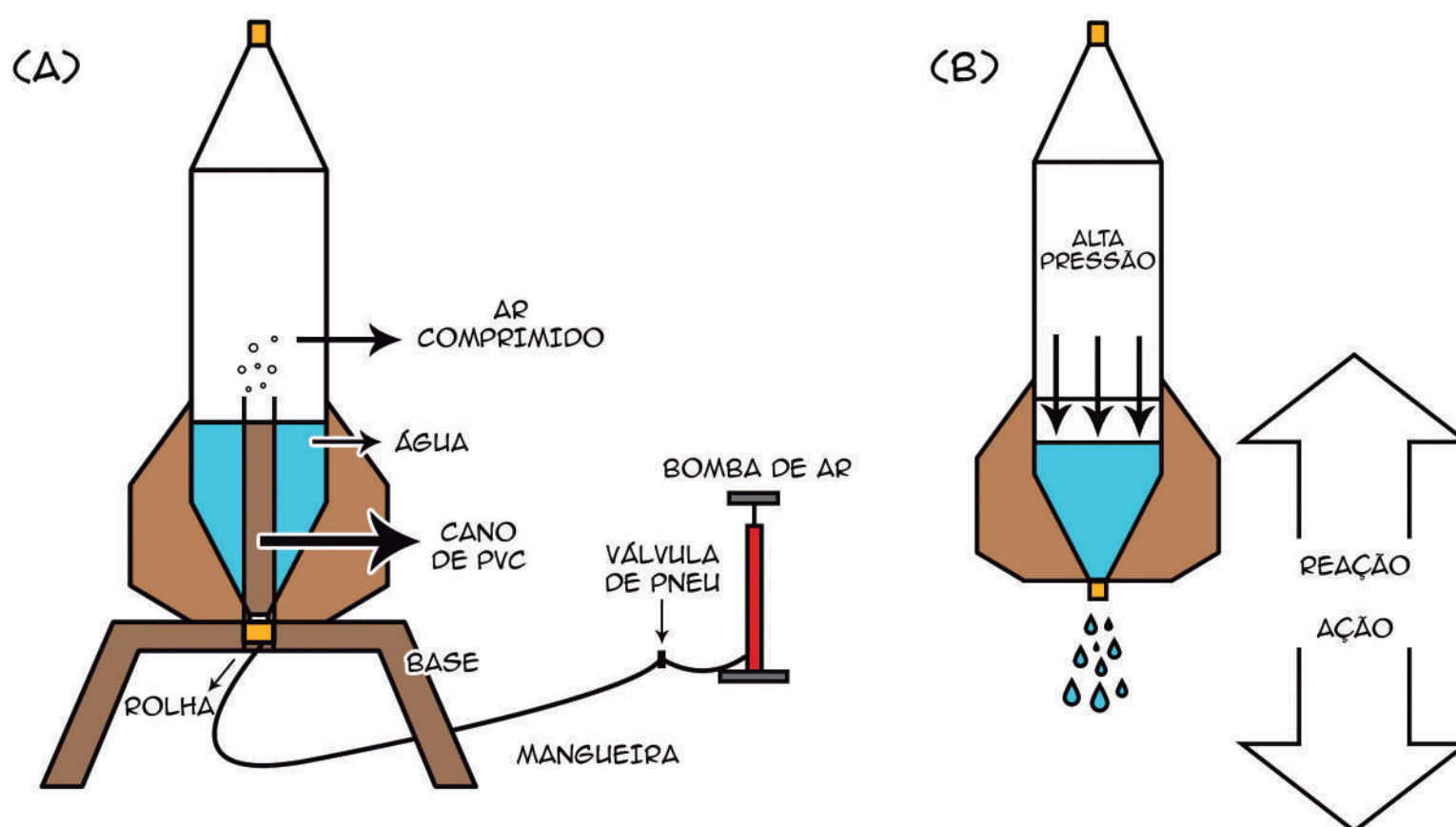
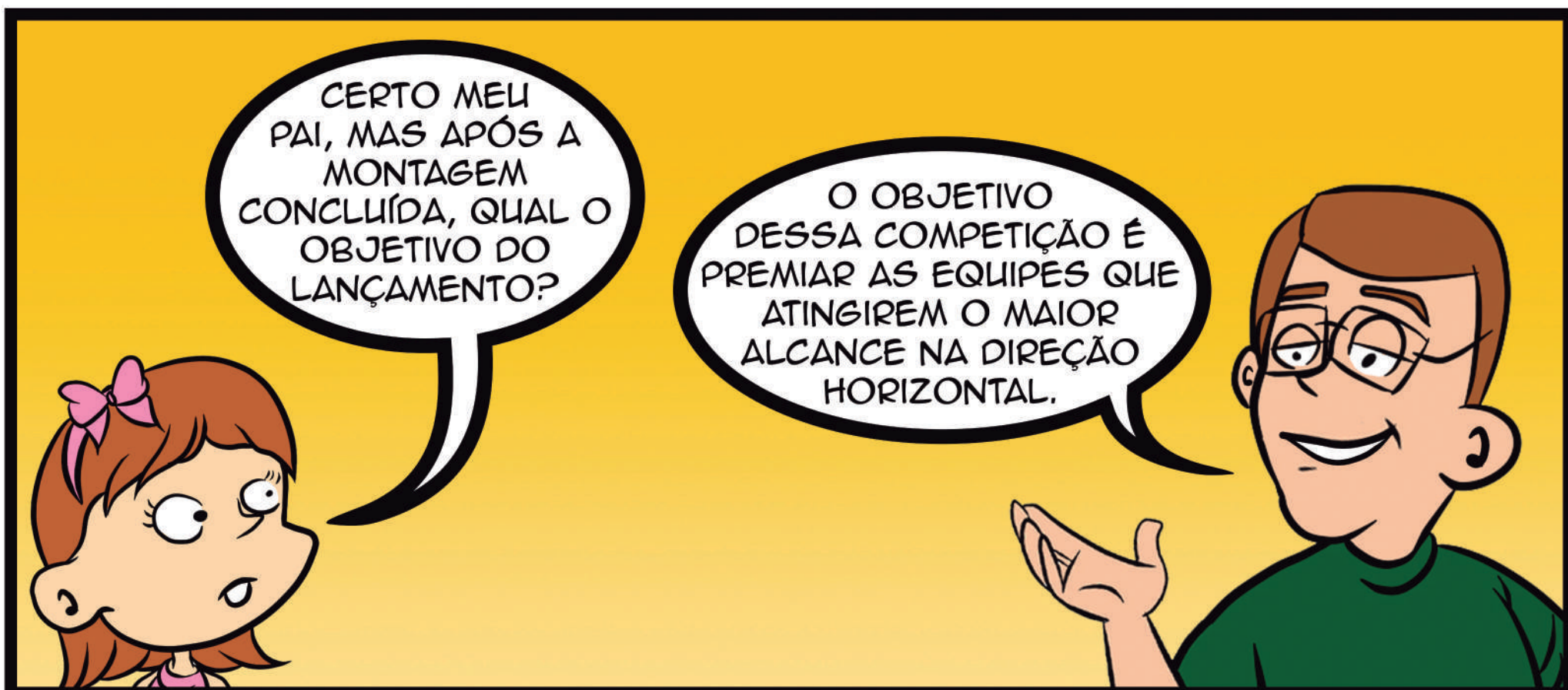


FIGURA 16: ESQUEMA DO FOGUETE E BASE DE LANÇAMENTO.



# LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS

O ALCANCE HORIZONTAL E VERTICAL DEPENDE DO ÂNGULO DE LANÇAMENTO FORMADO COM O EIXO HORIZONTAL. OBSERVANDO A FIGURA 01, PERCEBE-SE QUE O MAIOR ALCANCE OCORRE PARA O ÂNGULO DE 45°.

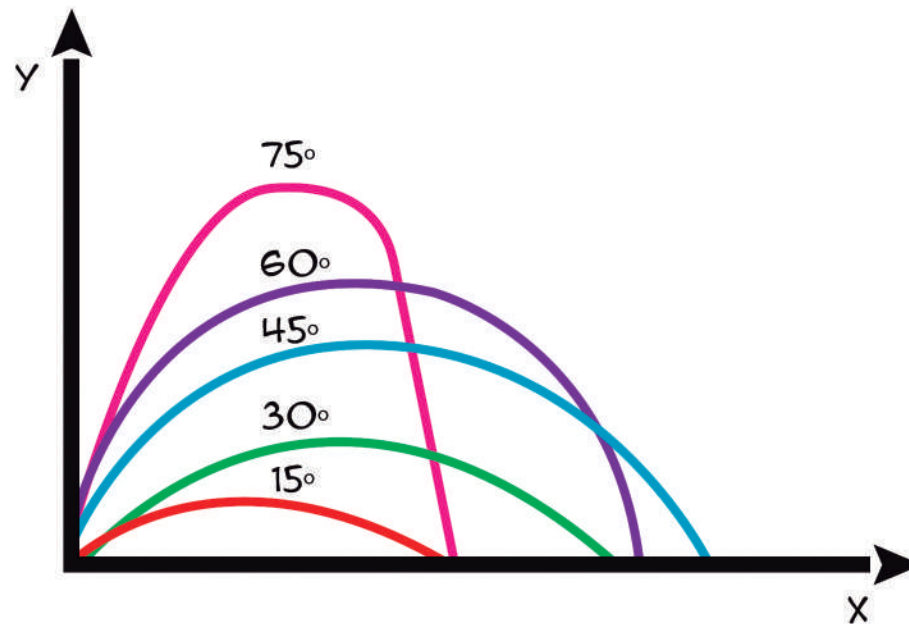


FIGURA 1

A VELOCIDADE DE LANÇAMENTO APRESENTA DUAS COMPONENTES VETORIAIS:  $V_x$  E  $V_y$ , APRESENTADAS NA FIGURA 02.

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

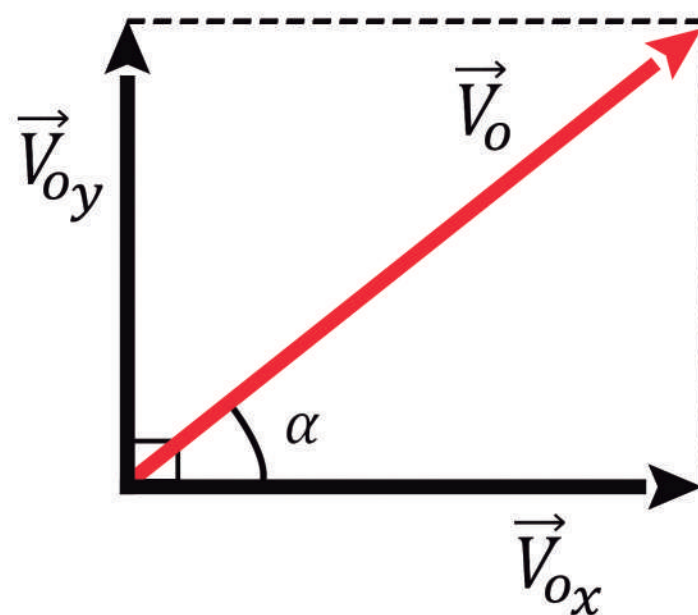


FIGURA 2

NA DIREÇÃO (X), O MOVIMENTO É UNIFORME, EM QUE A VELOCIDADE SE MANTÉM CONSTANTE. NA DIREÇÃO (Y), O MOVIMENTO É UNIFORMEMENTE VARIADO, NA QUAL NA SUBIDA A VELOCIDADE DIMINUI (MOVIMENTO RETARDADO) ATÉ ZERAR NO PONTO DE ALTURA MÁXIMA, NA DESCIDA A VELOCIDADE AUMENTA (MOVIMENTO ACELERADO). ASSIM, DEMONSTRADO NA FIGURA 03.

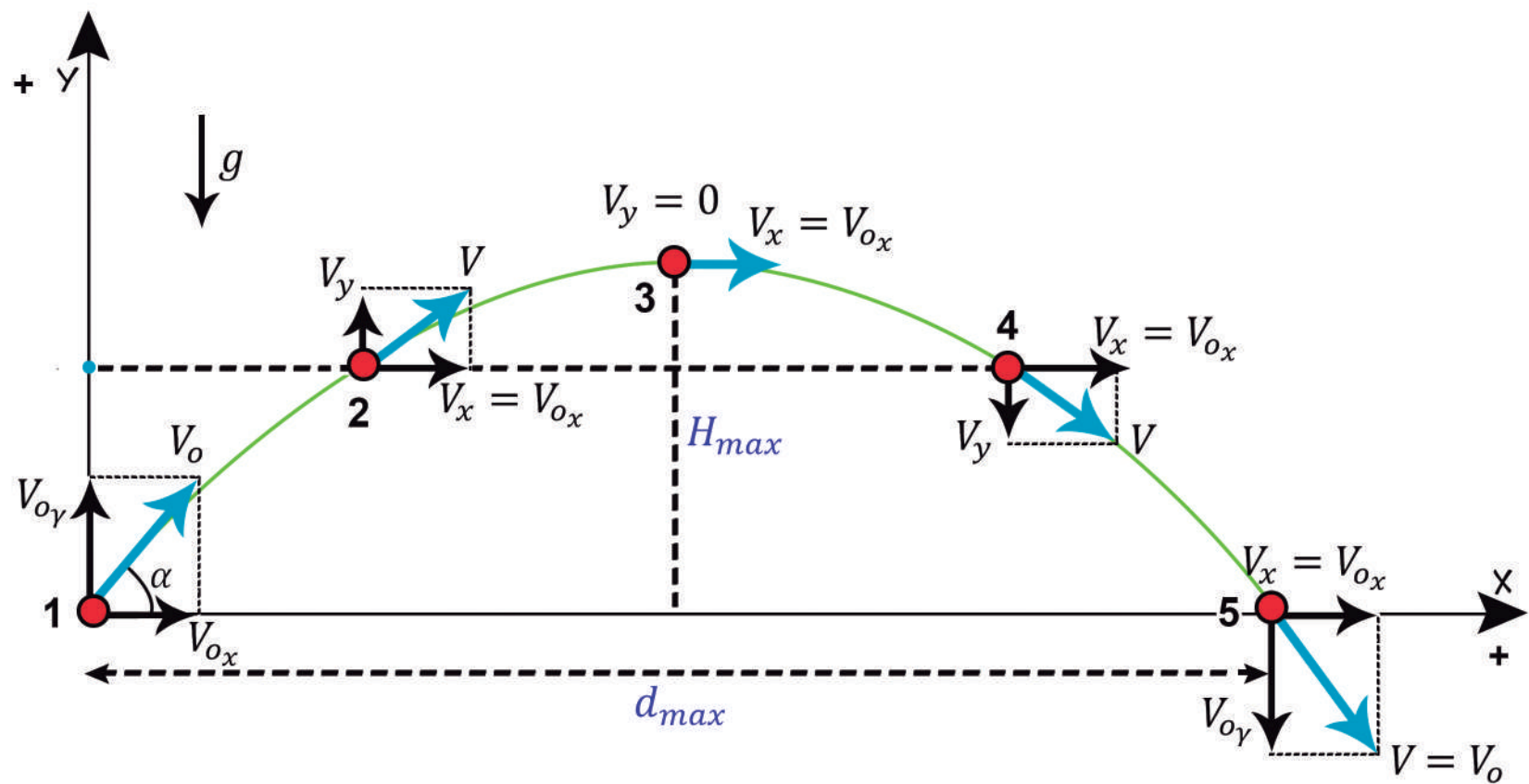


FIGURA 03

O TEMPO DE SUBIDA E O DE DESCIDA SÃO IGUAIS. ASSIM, O TEMPO TOTAL SERÁ DUAS VEZES O TEMPO DE QUE CHEGA À ALTURA MÁXIMA.

$$v_y = v_{0y} - g \cdot t \quad \rightarrow \quad \boxed{t_s = \frac{v_{0y}}{g}}$$

$$0 = v_{0y} - g \cdot t_s$$

$$T = 2 \cdot t_s \quad \rightarrow \quad \boxed{T = \frac{2 \cdot v_{0y}}{g} = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \text{sen} \theta}{g}}$$

ALTURA MÁXIMA (Y):

$$0 = (v_0 \cdot \text{sen} \theta)^2 - 2 \cdot g \cdot H$$



$$2 \cdot g \cdot H = 0 = v_0^2 \cdot \text{sen}^2 \theta$$



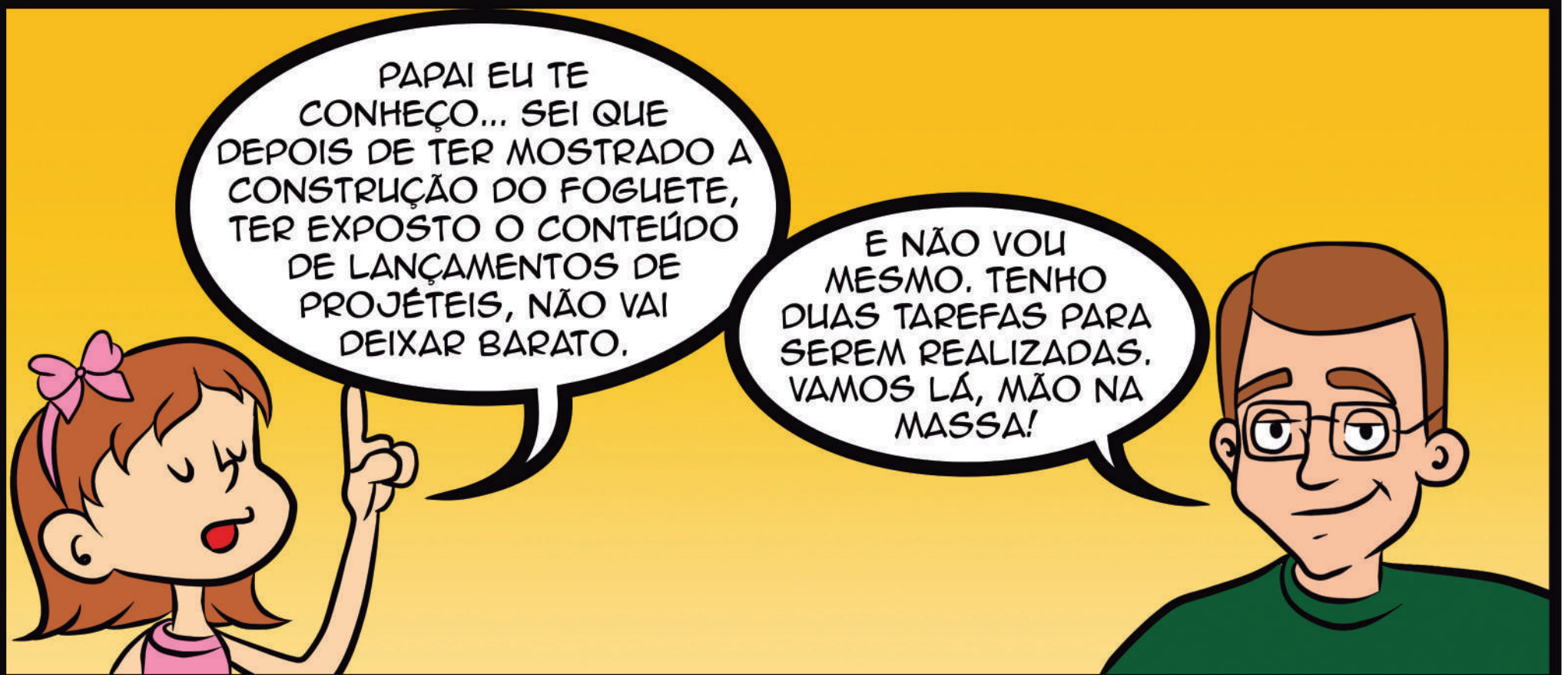
$$H_{max} = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2 \theta}{2 \cdot g}$$

ALCANCE MÁXIMO (X):

$$\Delta s_x = v_{0x} \cdot T v_{00}$$

$$D = (v_0 \cdot \cos \theta) \cdot \left( \frac{2v_0 \cdot \sin \theta}{g} \right)$$

$$D = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2\theta)}{g}$$



• ATIVIDADE 1:

- A) COLOQUE 500 ML DE ÁGUA NA GARRAFA PET (FOGUETE);
- B) ACOUPLE O FOGUETE NA BASE COM UM ÂNGULO DE 45° E VERIFIQUE SE HÁ VAZAMENTO DE ÁGUA;
- C) CONECTE A BOMBA NO PITO E BOMBEI ATÉ ATINGIR UMA PRESSÃO INTERNA DE 80 PSI (SUGESTÃO);
- D) PUXE O GATILHO PARA O FOGUETE DECOLAR E COM UMA TRENA, MEÇA O ALCANCE (X).

• ATIVIDADE 2:

A) COM O ALCANCE (X) E ÂNGULO  $45^\circ$  CALCULE A VELOCIDADE INICIAL;

B) CALCULE AS COMPONENTES DA VELOCIDADE INICIAL;

C) ENCONTRE O TEMPO DE SUBIDA, DESCIDA E TOTAL;

D) CALCULE A ALTURA MÁXIMA (Y).