

ALMANAQUE PARA POPULARIZAÇÃO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

SÉRIE **17** ASTROFÍSICA

Volume 2

Luísa e as astropartículas: Os Modelos Atômicos



Braile



CARLOS HENRIQUE COIMBRA ARAÚJO
RITA DE CASSIA DOS ANJOS
MARIA AUGUSTA SILVEIRA NETTO NUNES
JOSÉ HUMBERTO DOS SANTOS JÚNIOR

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

REITOR

Prof. Dr. José da Costa Filho

VICE-REITORA

Prof. Dr^a. Bruna Silva do Nascimento

CAPA, ILUSTRAÇÕES E EDITORAÇÃO
ELETRÔNICA

José Humberto dos Santos Júnior

REVISÃO GERAL

Maria Augusta Silveira Netto Nunes

Os personagens e algumas imagens desta obra foram retiradas e reutilizadas dos gibis correspondentes, descritos na Apresentação.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L953 Luísa e as astropartículas: os modelos atômicos / Carlos Henrique Coimbra Araújo ... [et al.]. – Porto Alegre : Sociedade Brasileira de Computação, 2024.
32 f. : il. – (Almanaque para popularização de ciência da computação. Série 17, Astrofísica ; v. 2).
Inclui bibliografia.
ISBN 978-85-7669-615-5
ISBN 978-85-7669-616-2 (e-book)
1. Ciência da Computação. 2. Astrofísica. 3. Astropartículas.
I. Araújo, Carlos Henrique Coimbra. II. Anjos, Rita de Cassia dos. III. Nunes, Maria Augusta Silveira Netto. IV. Santos Júnior, José Humberto dos. V. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. VII. Título. VIII. Série.

CDU 004:523(059)

Ficha catalográfica elaborada por Annie Casali – CRB-10/2339
Biblioteca Digital da SBC – SBC OpenLib

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciência e tecnologia dos computadores : Informática – Almanques 004 (059)
2. Astrofísica : 523

Este gibi foi diagramado para ser impresso nas métricas 210mm x 240mm, utilizando o sistema de grafia braile com escrita em relevo.



IFSC UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO
Instituto de Física de São Carlos

CARLOS HENRIQUE COIMBRA ARAÚJO
RITA DE CASSIA DOS ANJOS
MARIA AUGUSTA SILVEIRA NETTO NUNES
JOSÉ HUMBERTO DOS SANTOS JÚNIOR

**ALMANAQUE PARA POPULARIZAÇÃO
DE
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

Série 17: Astrofísica
Volume 2: Luísa e as astropartículas:
Os Modelos Atômicos

Porto Alegre/RS
Sociedade Brasileira de Computação
2025

Apresentação

Esta cartilha/gibi foi concebida no âmbito do projeto NAPI (Novo Arranjo de Pesquisa) Fenômenos Extremos do Universo - Fundação Araucária (134/2021), sob a coordenação da Professora Rita de Cássia dos Anjos. Está vinculada aos projetos de pesquisa da Fundação Araucária (698/2022), FAPESP (2021/01089-1) e CNPq (310448/2021-2). Este material também foi produzido durante a Bolsa de Produtividade CNPq-DT-1C (302892/2023-0), coordenada pela Professora Maria Augusta S. N. Nunes, desenvolvida no Departamento de Informática Aplicada (DIA) do Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI) e no Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

(UNIRIO). Este está vinculado ao projeto Almanagues para Popularização de Ciência da Computação, que recebeu o prêmio Tércio Pacitti pela Inovação em Educação em Computação em 2022 pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

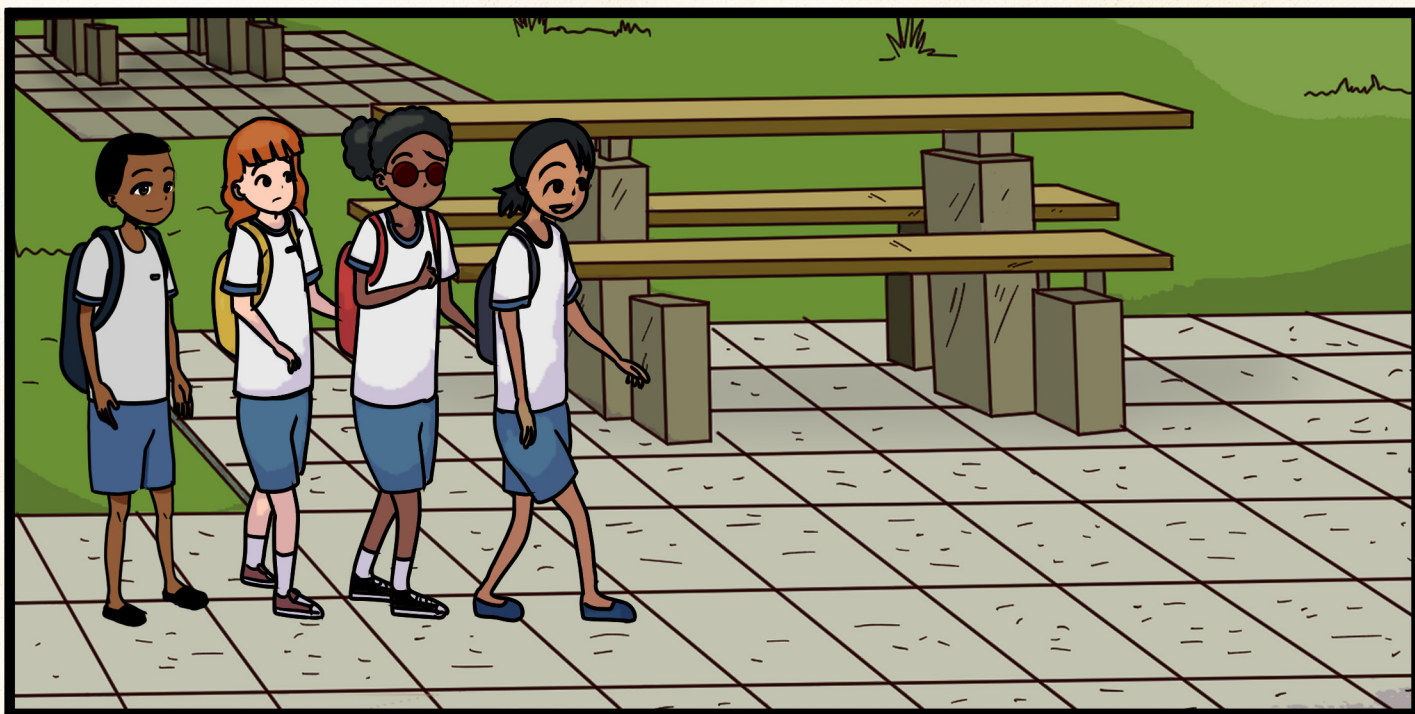
As cartilhas da Série 17 visam fomentar o interesse juvenil na astrofísica de altas energias. Na Série, almejamos despertar a atenção geral para a Ciência das Partículas que constituem o Universo, contando a jornada de Luisa e suas aventuras na exploração da astrofísica de partículas em um universo de diversidade e desafios.

O segundo Volume da Série continua a saga de Luísa, uma criança de uma comunidade carente de São Paulo, apaixonada pela ciência, em sua jornada de descoberta dos átomos. Neste segundo Volume, Luísa desvenda, com suas amigas

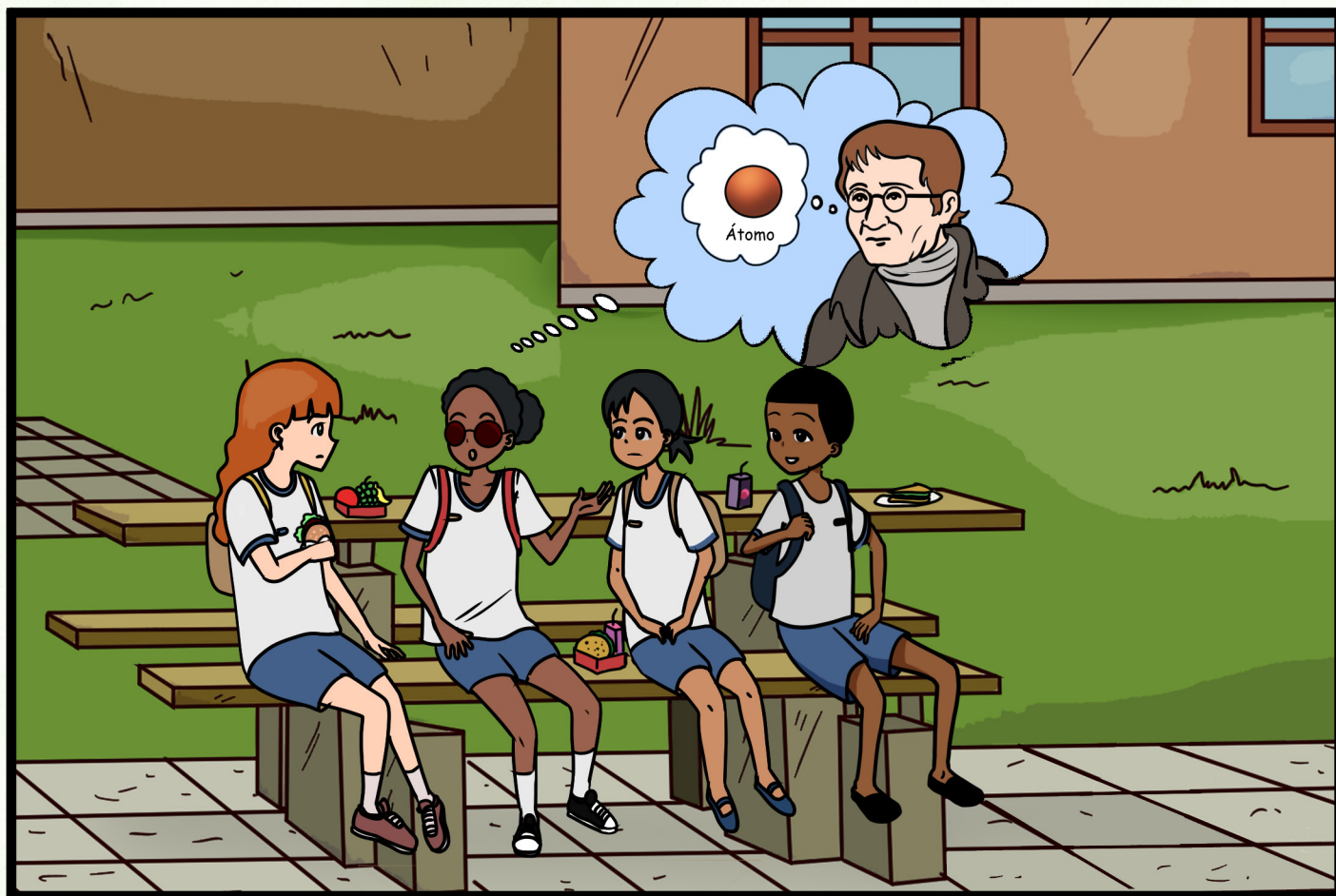
e com a tia Bea, os vários modelos de átomo que surgiram no século XX, do modelo do Pudim de Passas ao Átomo de Rutherford-Bohr. Venha se aventurar com Luísa e seus colegas neste mundo de altas energias!

(Os Autores)

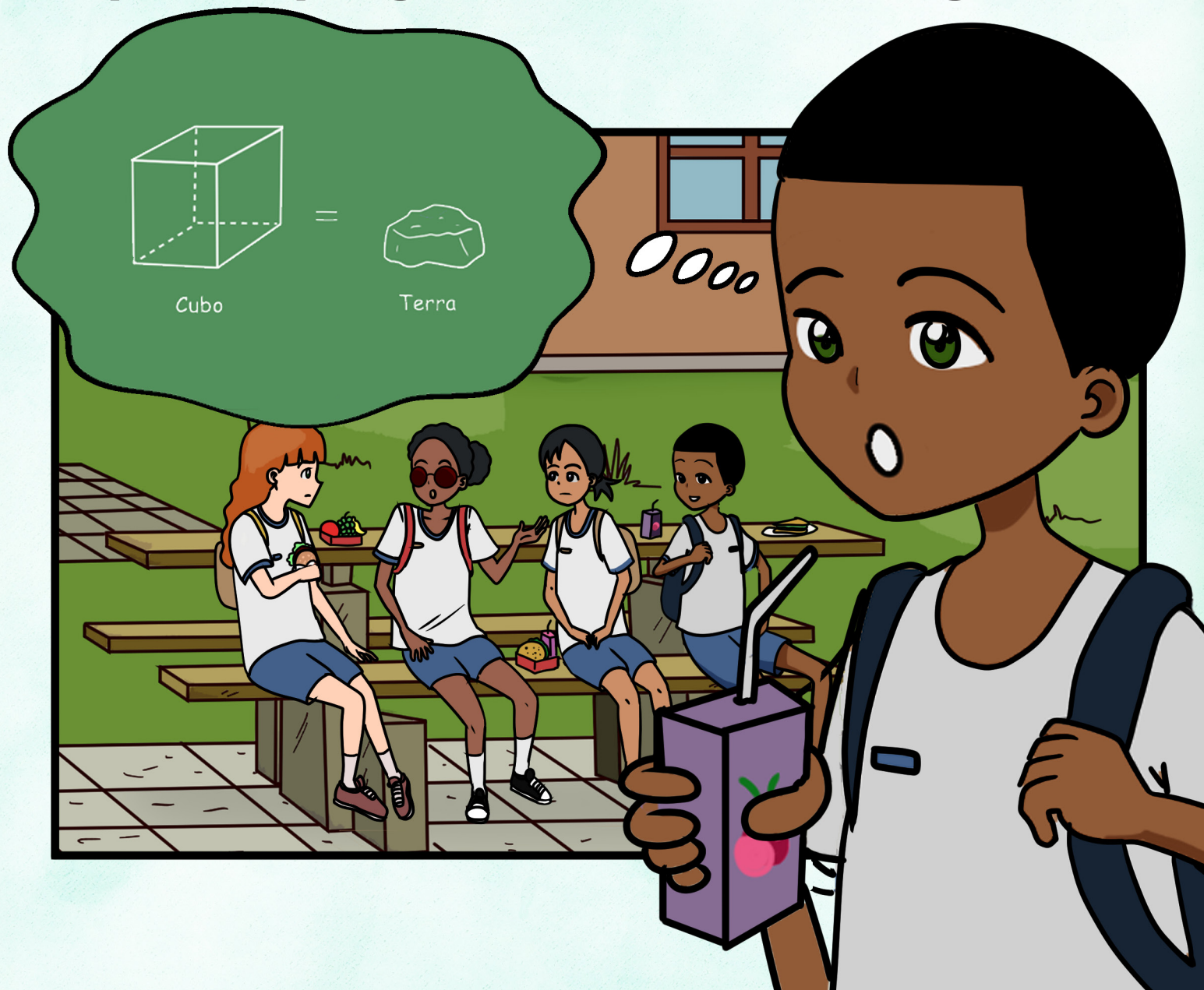
Assim como estipulado, lá está Luísa, no dia seguinte, a falar de átomos na hora do recreio. Tem a Valéria, a Vitória, mas agora também o Roberto, que ouviu dizer que Luísa estava dando aulas sobre átomos na hora do intervalo do lanche. E ele, que também se interessa por essas coisas, está lá, na roda de conversa, só esperando para ouvir o que Luísa tem a revelar.



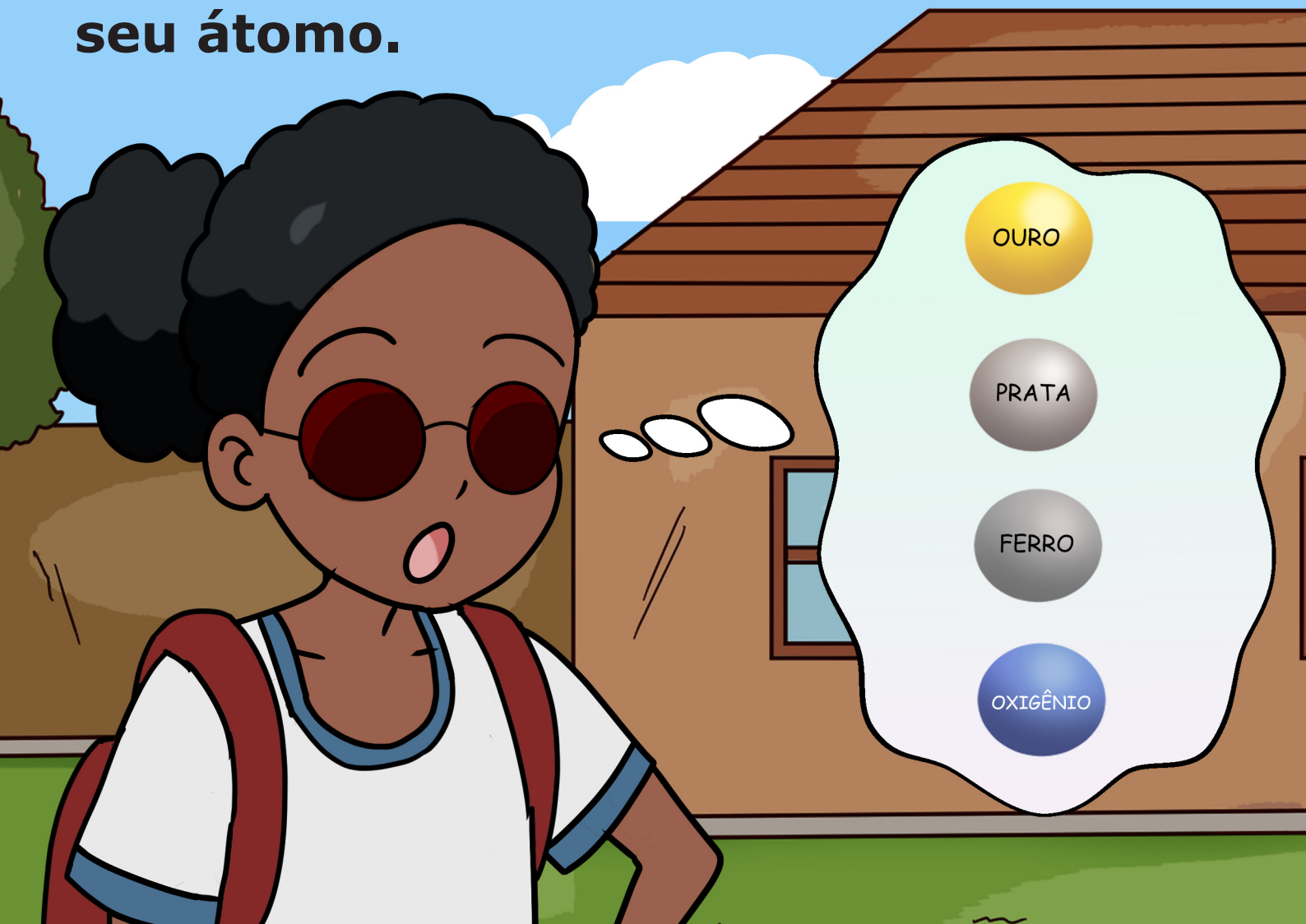
– Ontem minha tia Beatriz contou que o átomo dos gregos foi esquecido por muito tempo, por dois mil anos! E que aquele químico Dalton, que a profe Marta Maria falou ontem, foi quem trouxe esse assunto de volta. Pra explicar os elementos químicos. Bem igual aos gregos, ele dizia que o átomo era uma bolinha indivisível.



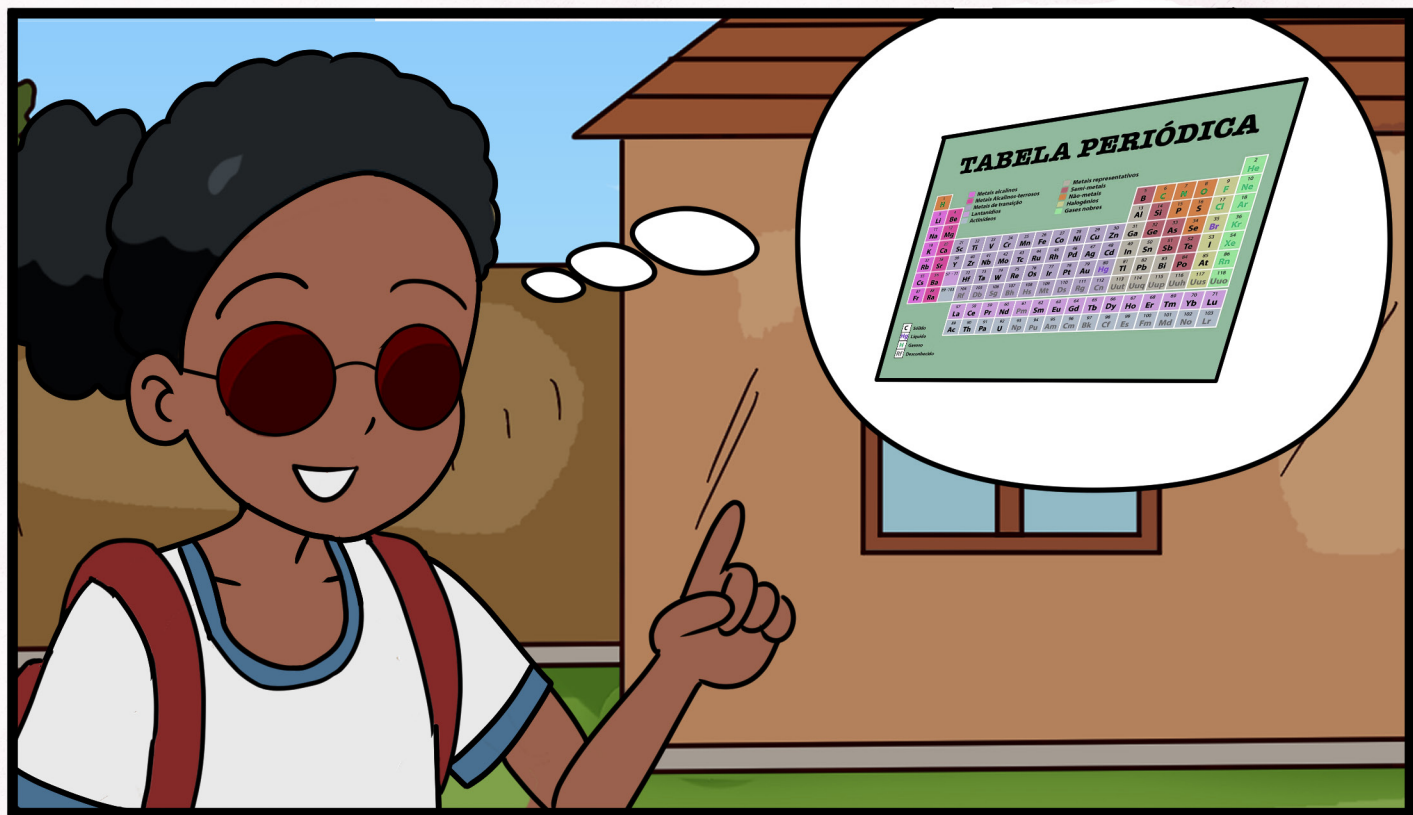
– Mas Luísa, Dalton também dizia que os átomos tinham aquelas formas geométricas? Que nem disse ontem a profe Marta sobre aqueles átomos dos gregos em forma de cubo e sei lá mais o quê? – pergunta Roberto, intrigado.



– Não, não. Pelo que entendi, não. Ele só dizia que cada átomo tinha um “peso atômico”. Isso é adotado até hoje! – diz Luísa. – Então ele inovou bastante em relação aos gregos. Porque para os gregos só havia cinco tipos de átomos: fogo, terra, ar e água, além de éter. Para Dalton, cada elemento químico tinha o seu átomo.



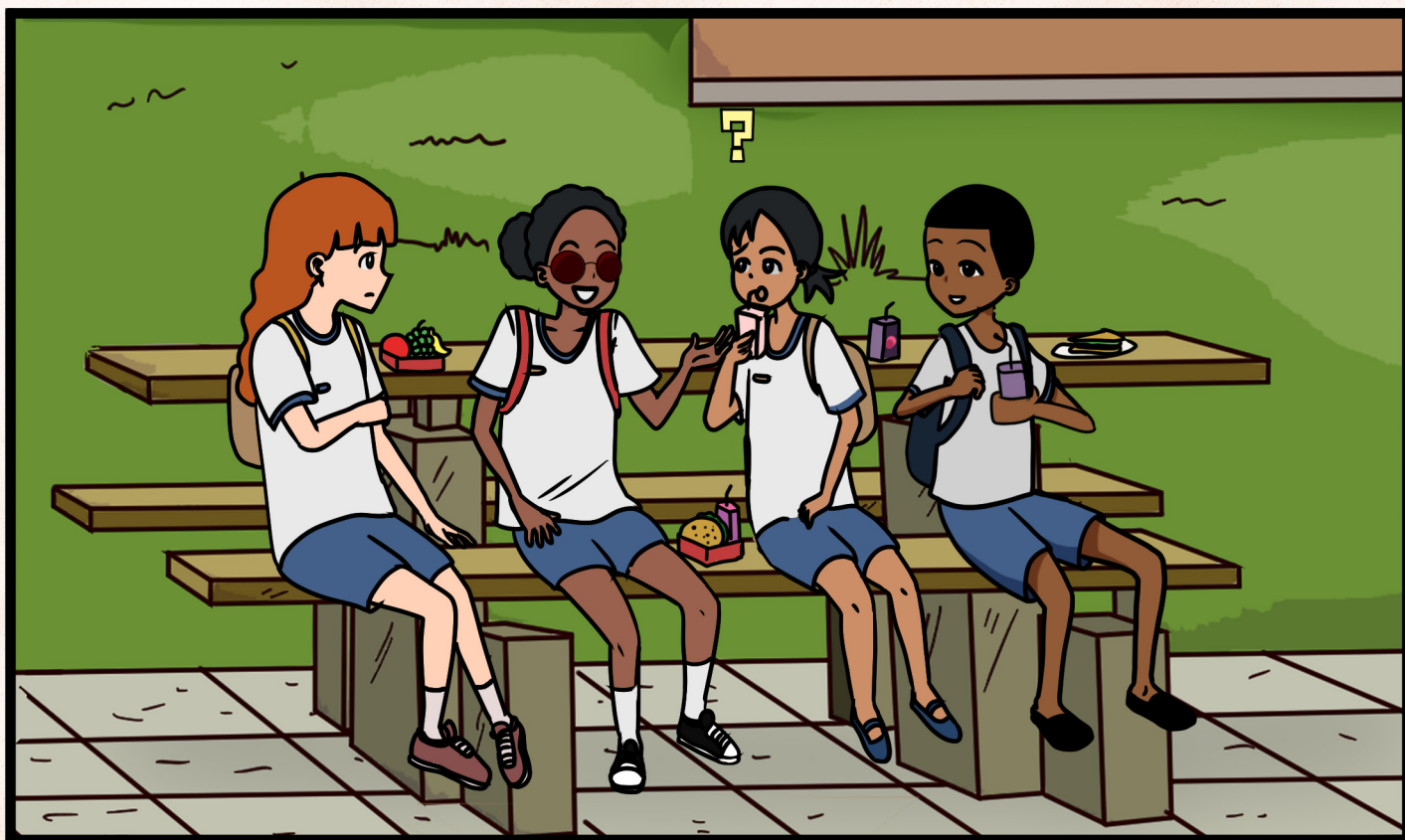
Imagina quantos elementos químicos existem! Ouro, prata, ferro, oxigênio e um montão de outros. Um átomo para cada elemento, foi o que ele propôs. E ele também propôs que o átomo de cada elemento químico só se diferenciaria do átomo de outro elemento pelo peso atômico. Foi nessa vibe que inventaram a tabela periódica, tipo com o hidrogênio sendo o elemento mais leve, de peso 1 e assim por diante.



- Que massa!
- Foi Dalton quem inventou a tabela periódica? – pergunta Valéria, enquanto toma seu suquinho de maçã.

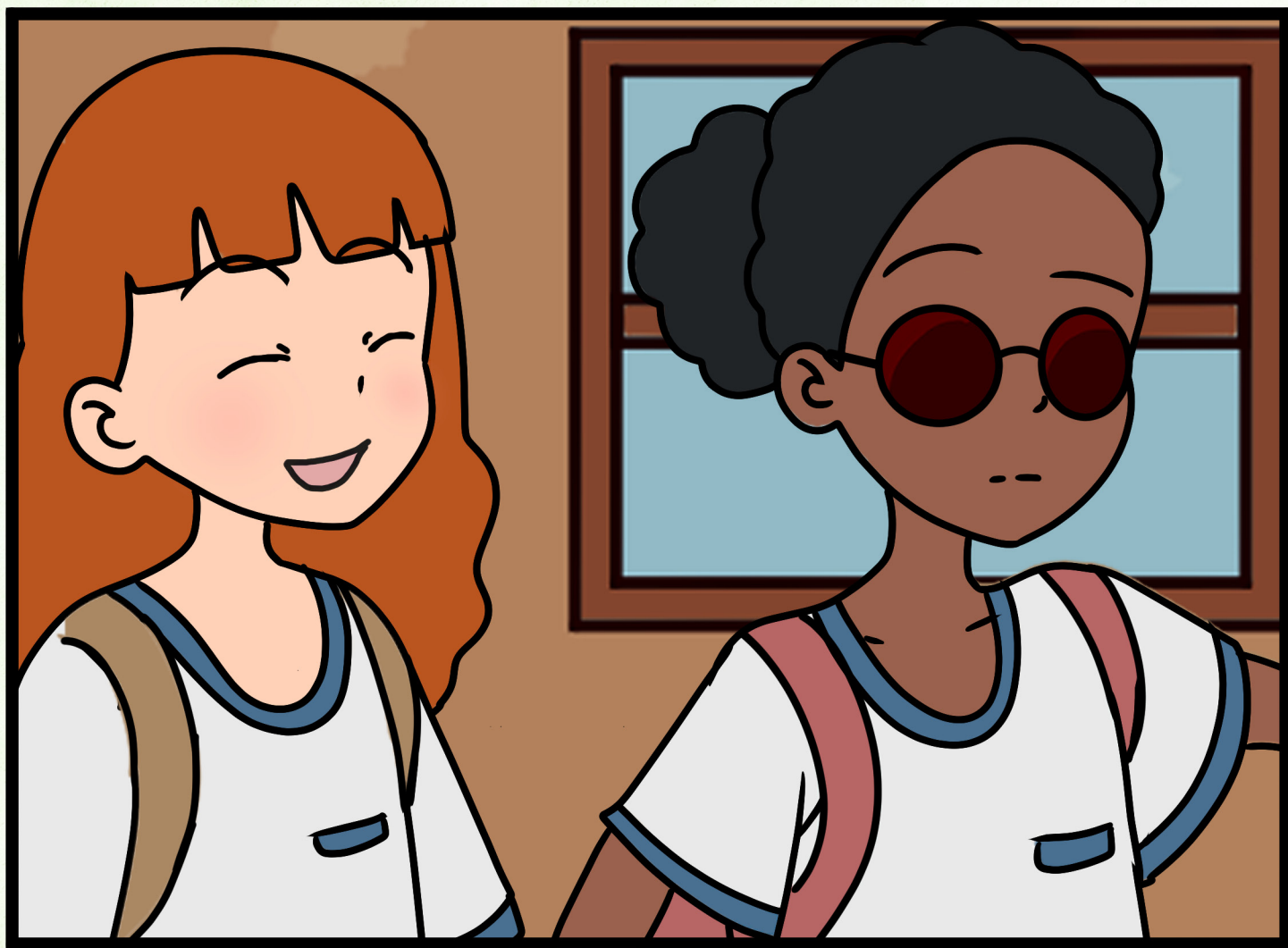


– Foi não, Valéria. O nome da pessoa que inventou eu nem lembro. Mas parece nome de russo – diz Luísa, rindo-se. – Mas essa nova visão criada por Dalton ajudou muito. Acho que Dalton criou seu modelo de átomo no início dos anos mil e oitocentos. No final daquele século já tinha tabela periódica e toda uma lógica de como colocar os átomos de cada elemento na tabela.

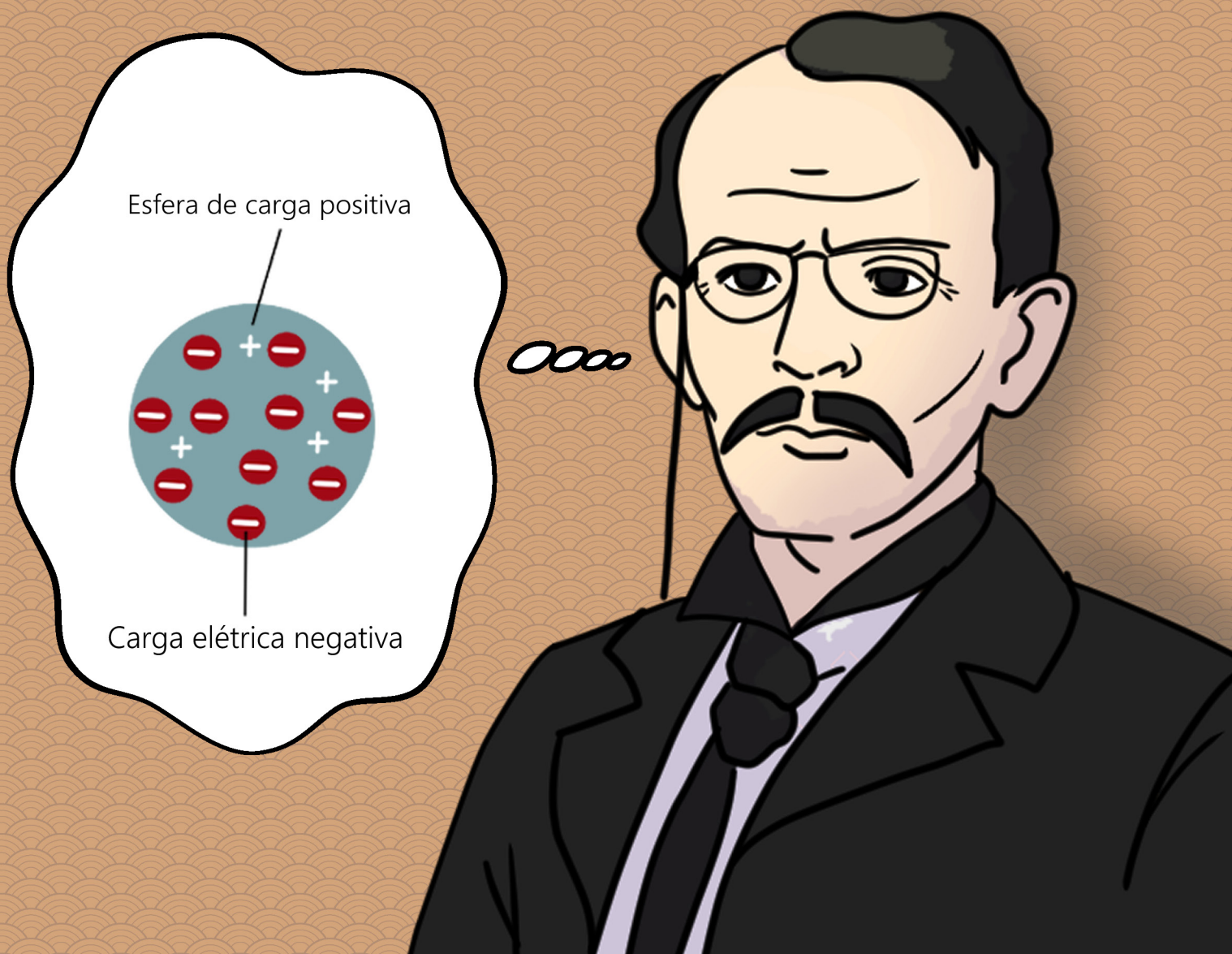


Vitória, que está meio quieta até agora, subitamente pergunta:

– Hey, Luísa. Mas você não tinha dito que ia falar do tal átomo pudim de passas? Pudim de passas... que nome... odeio passas! – diz Vitória dando uma gargalhada gostosa.



– Isso veio bem depois de Dalton, bem na época da Madame Curie. Ali pela virada dos anos mil e novecentos. Um cientista chamado Thomson viu que havia umas partículas que saíam de dentro do átomo. Eram partícula que tinham carga elétrica negativa...



– Isso quer dizer que é um a partícula que dá choque? – pergunta Roberto.

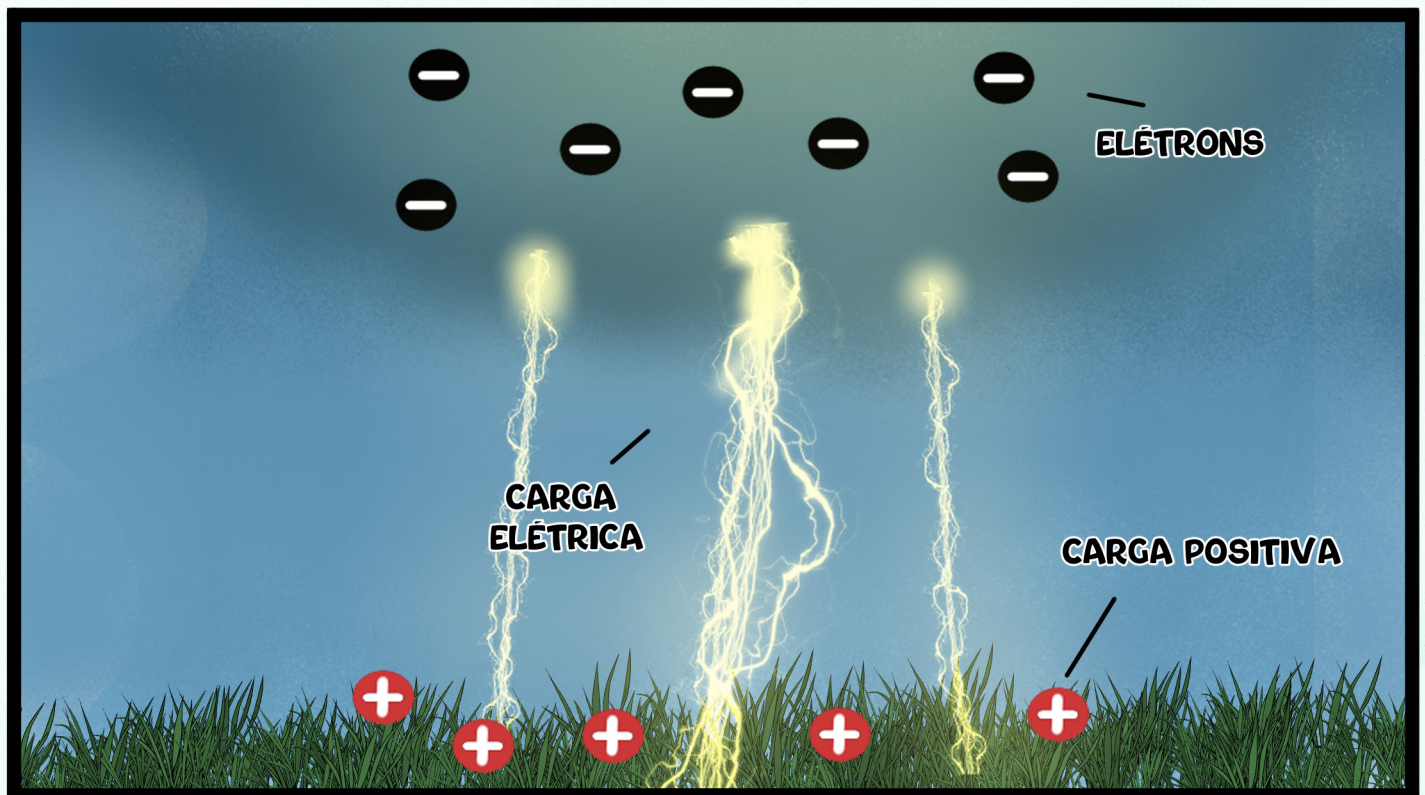
– Bem isso mesmo. Ele descobriu essas partículas no laboratório de física dele. Ele chamou de elétrons.

– Ah sim! Essa a gente já ouviu falar! – replica Roberto.

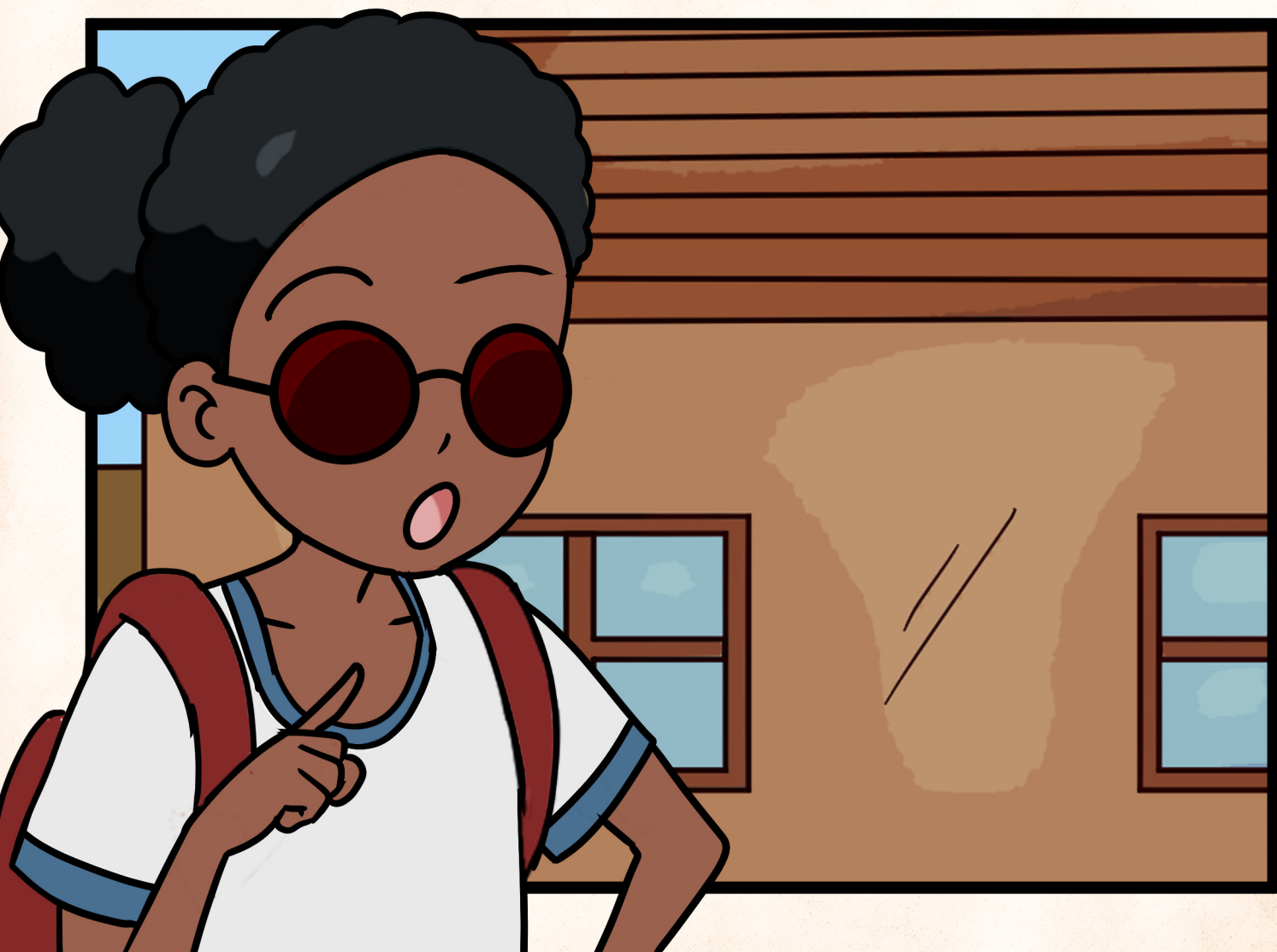


Luísa toma um folego desses de gente empolgada que tem muito a dizer e continua:

– Na verdade, o que a gente chama de corrente elétrica é um montão de elétrons se movendo dentro de um fio de eletricidade. E também tem os raios e relâmpagos. São montões e montões de elétrons viajando por um caminho entre a terra e as nuvens.

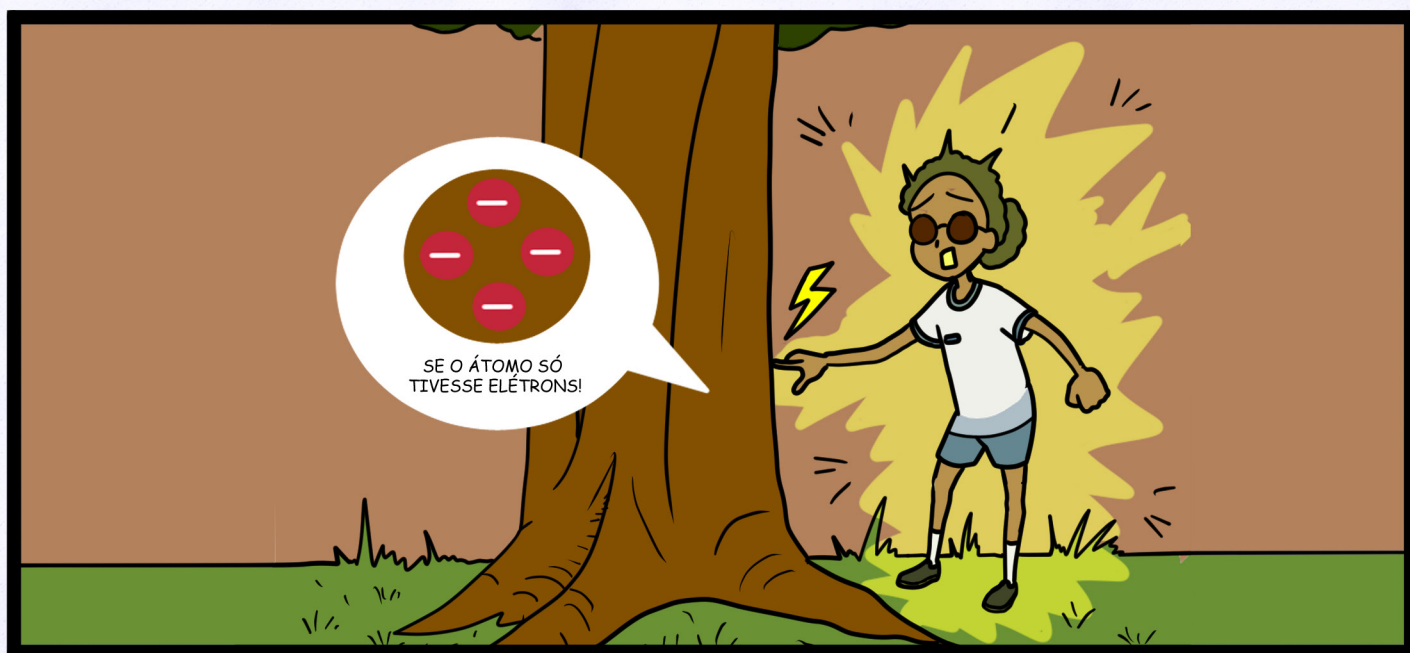


E daí acaba que um montão de elétrons pode ser perigoso, até causar a morte de alguém. Pois é... e daí o Thomson viu que dentro dos átomos tinham elétrons. Ele não inventou isso, porque ele fez experiências no seu laboratório que comprovavam que os elétrons existem mesmo dentro dos átomos.

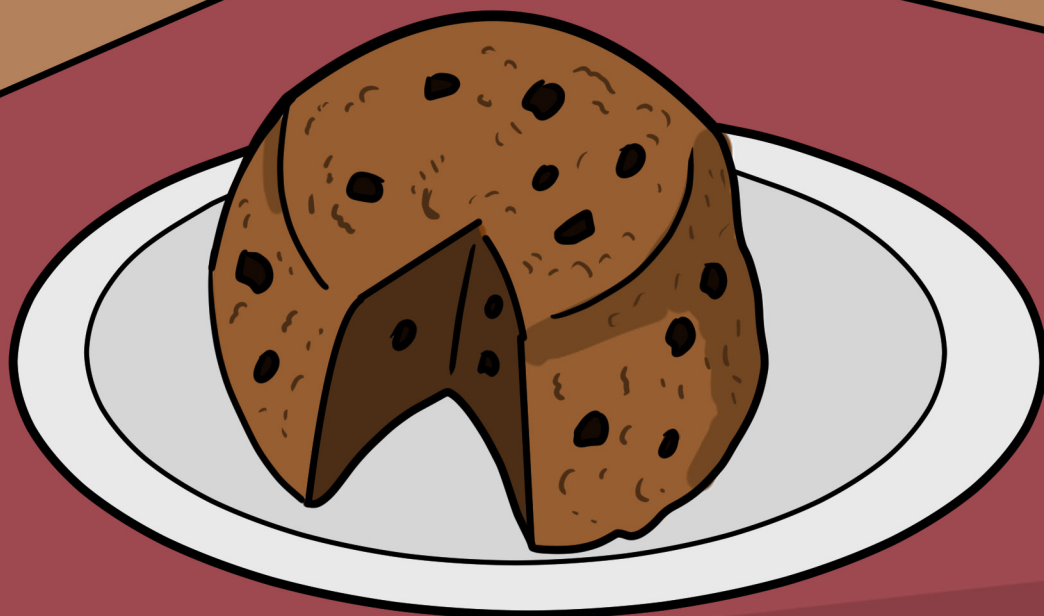


Só que ele não sabia como os elétrons ficavam lá. E ele sabia que um átomo não pode ser formado só de elétrons. Porque os elétrons se repelem uns aos outros. E também se os átomos tivessem só elétrons, era capaz de a gente levar um choque quando tocasse em qualquer objeto. Bom, pensando em como resolver esse problema, foi que ele inventou o modelo atômico do pudim de passas.

– Pudim de passas... – repete Valéria baixinho, assimilando cada palavra dita.



Então Luísa conta que o nome pudim de passas veio de um bolo tipicamente britânico. Era um bolo, mas sabe-se lá por quê, eles chamavam de pudim. E no meio do bolo, havia as passas tanto por dentro quanto na parte de fora do bolo.

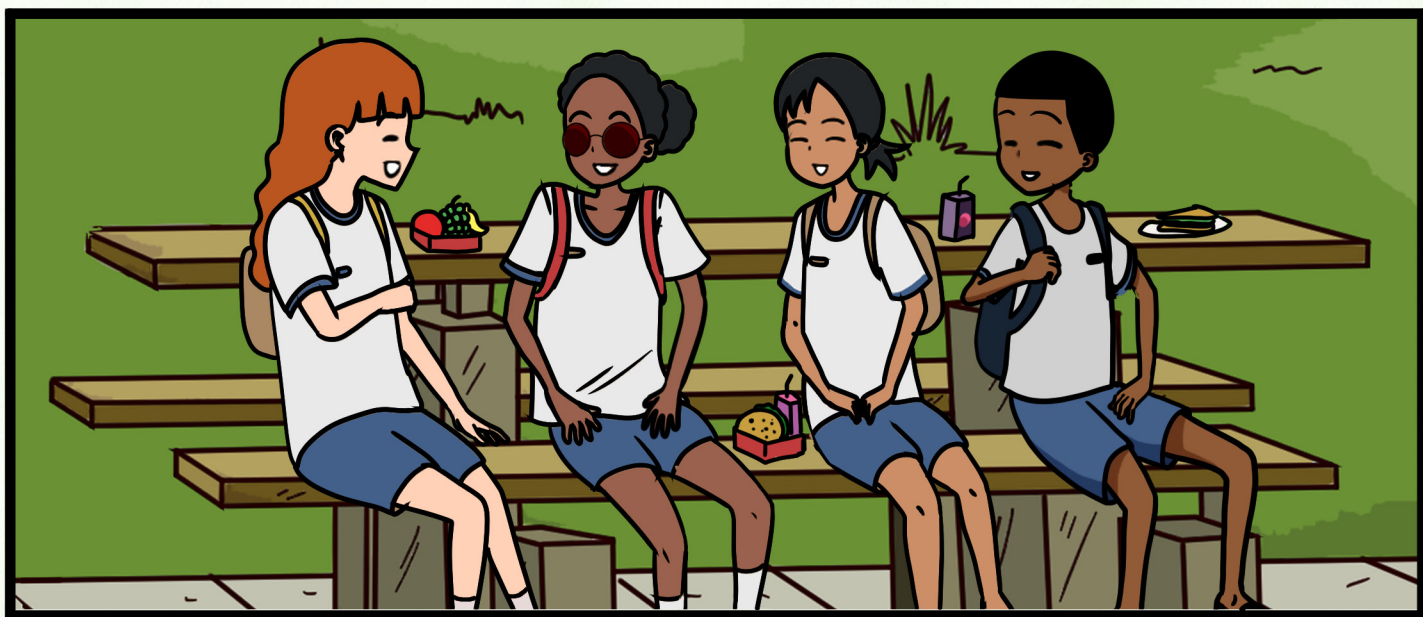


– Eca, que bizarro! – exclama Vitória, horrorizada só de imaginar que gosto teria aquelas passas no meio daquele pudim estranho.

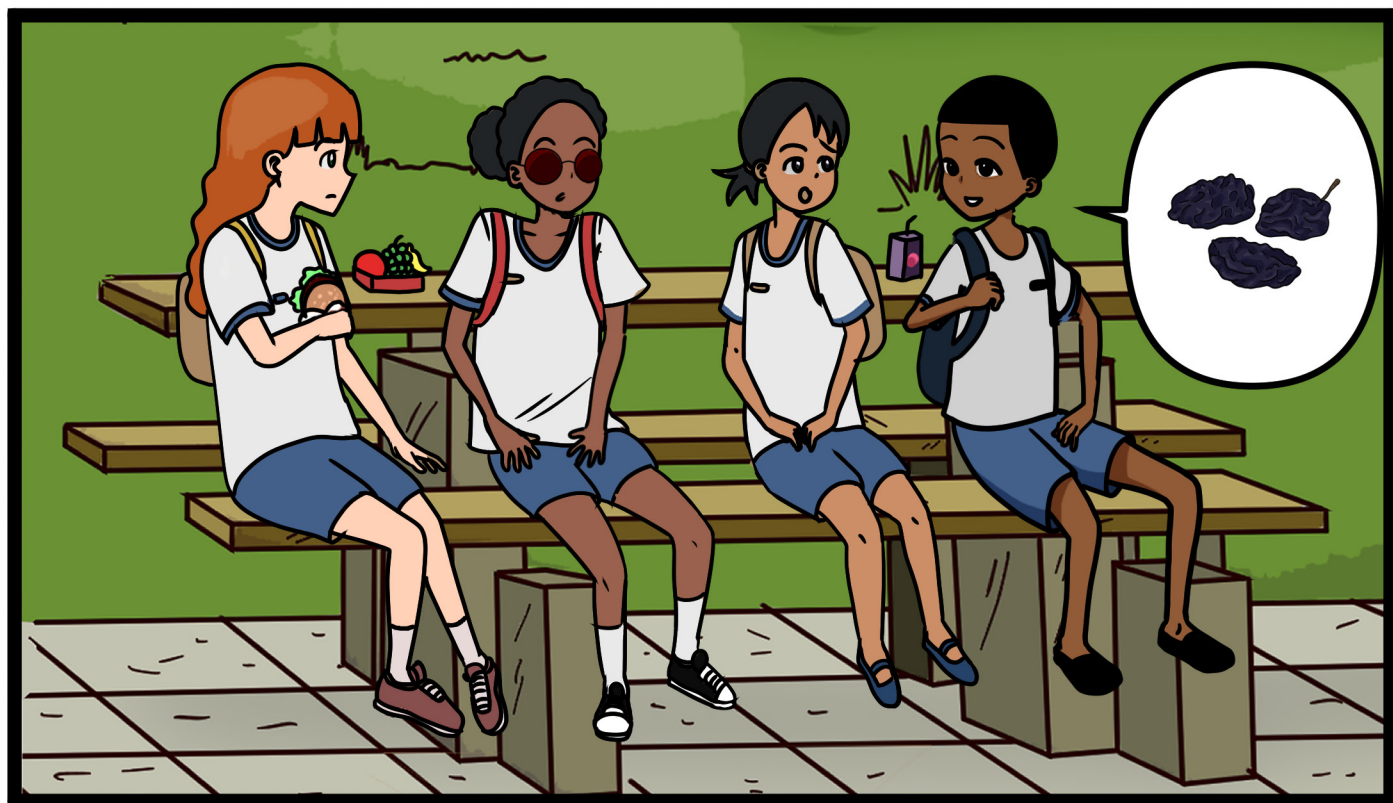
– E, como eu disse, por incrível que pareça, o pudim não era pudim, e sim um bolo! E tem mais: as passas não eram passas! Eram ameixas! – diz Luísa.

Todos se riem juntos por uns bons longos segundos.

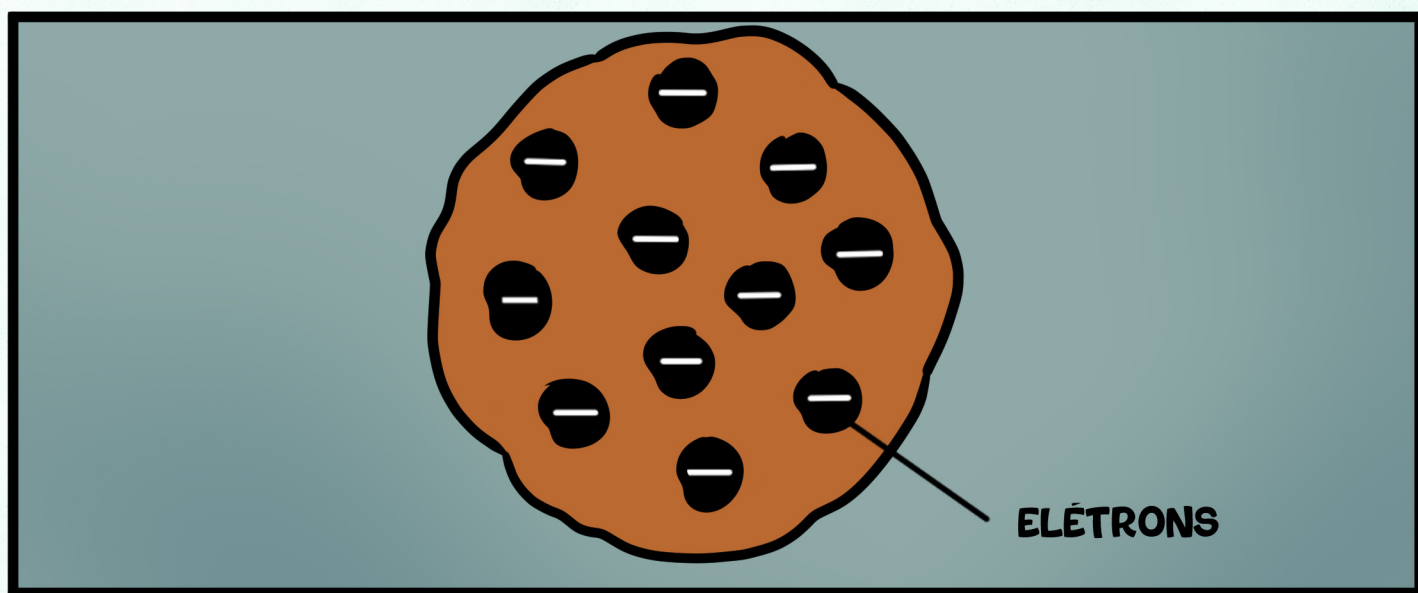
– Se bem que, se for ver, ameixa seca é um tipo de passa... – completa Luísa.



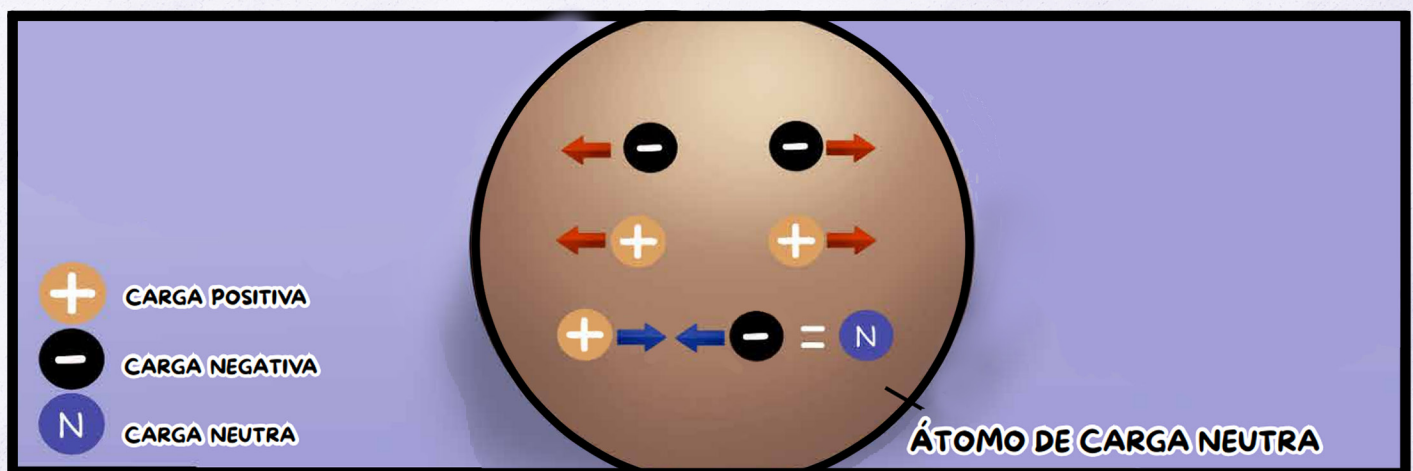
Enquanto todos se recompõem desse momento divertido da conversa, Roberto comenta que adora passas e ameixa seca. Que ama panetone de frutas cristalizadas e arroz com passas de festa de Natal. Luísa, Vitória e Valéria então fazem caras e bocas e dizem “ecas” e outras onomatopeias de nojo gastronômico. O recreio já está para terminar, mas Luísa ainda consegue fazer algumas outras observações:



- Então, as passas do pudim, no modelo de Thomson, são os elétrons. Tudo isso porque ele foi o cientista que descobriu que os elétrons existem e são os responsáveis pela corrente elétrica. Elétrons são partículas. E um dia iremos conversar mais sobre eles. Thomson também descobriu que os átomos são neutros. Ou seja, eles não dão choque. Ele observou isso pela seguinte lógica: se tudo é feito de átomos e os objetos não dão choque, é porque os átomos também não dão choque.



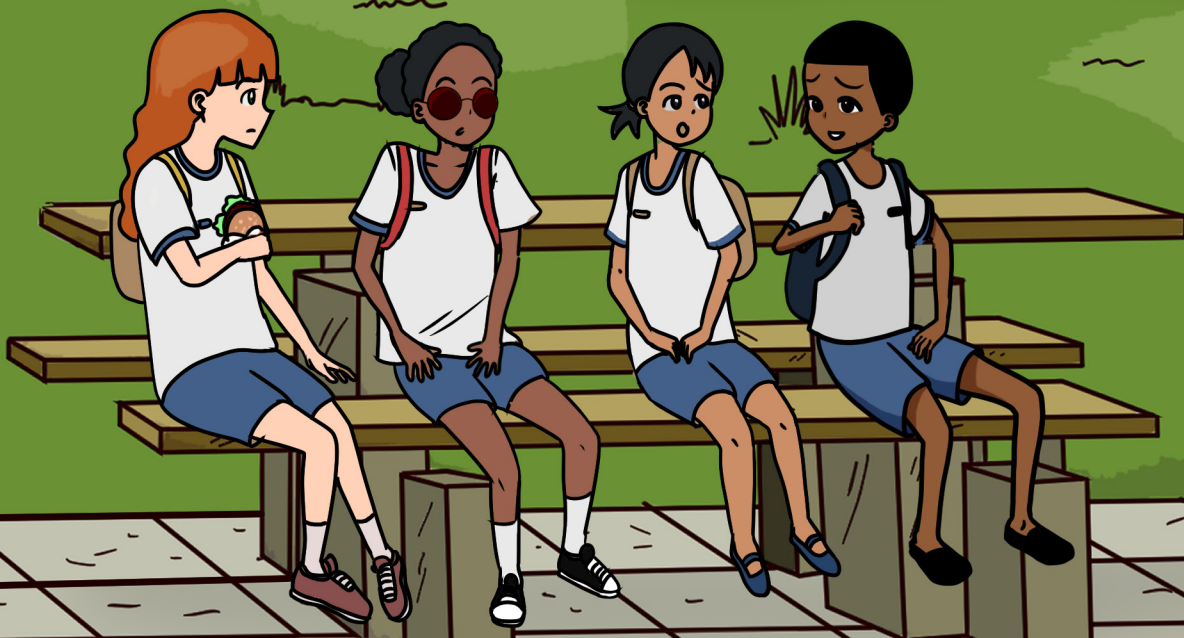
E daí eles são eletricamente neutros. Para neutralizar os elétrons, Thomson teve a ideia de que a massa do pudim tinha que ter carga elétrica positiva. Daí a massa positiva do pudim neutralizaria a carga elétrica negativa dos elétrons espalhados dentro da massa. E os elétrons ficariam confortáveis também, porque carga positiva atrai carga negativa e daí e ficaria ali, no bim-bom aconchegante de viver dentro de uma massa de carga positiva. A carga positiva somada com a negativa de mesmo valor dá em carga neutra e o pudim de passas ficaria então neutro!



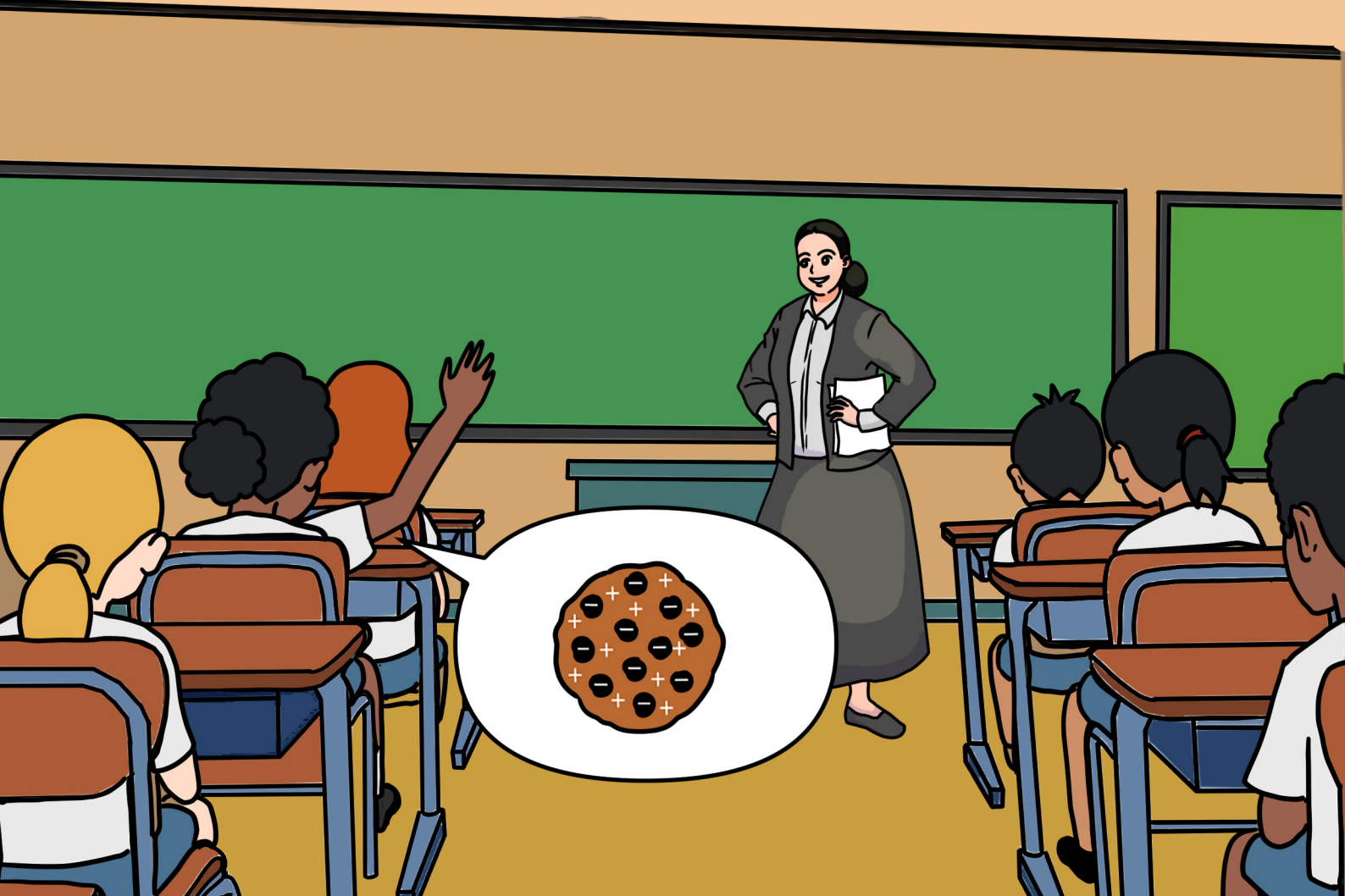
– Não entendi foi nada! – exclama Roberto, desanimado.

– Nem eu – diz Valéria, seguida por Vitória.

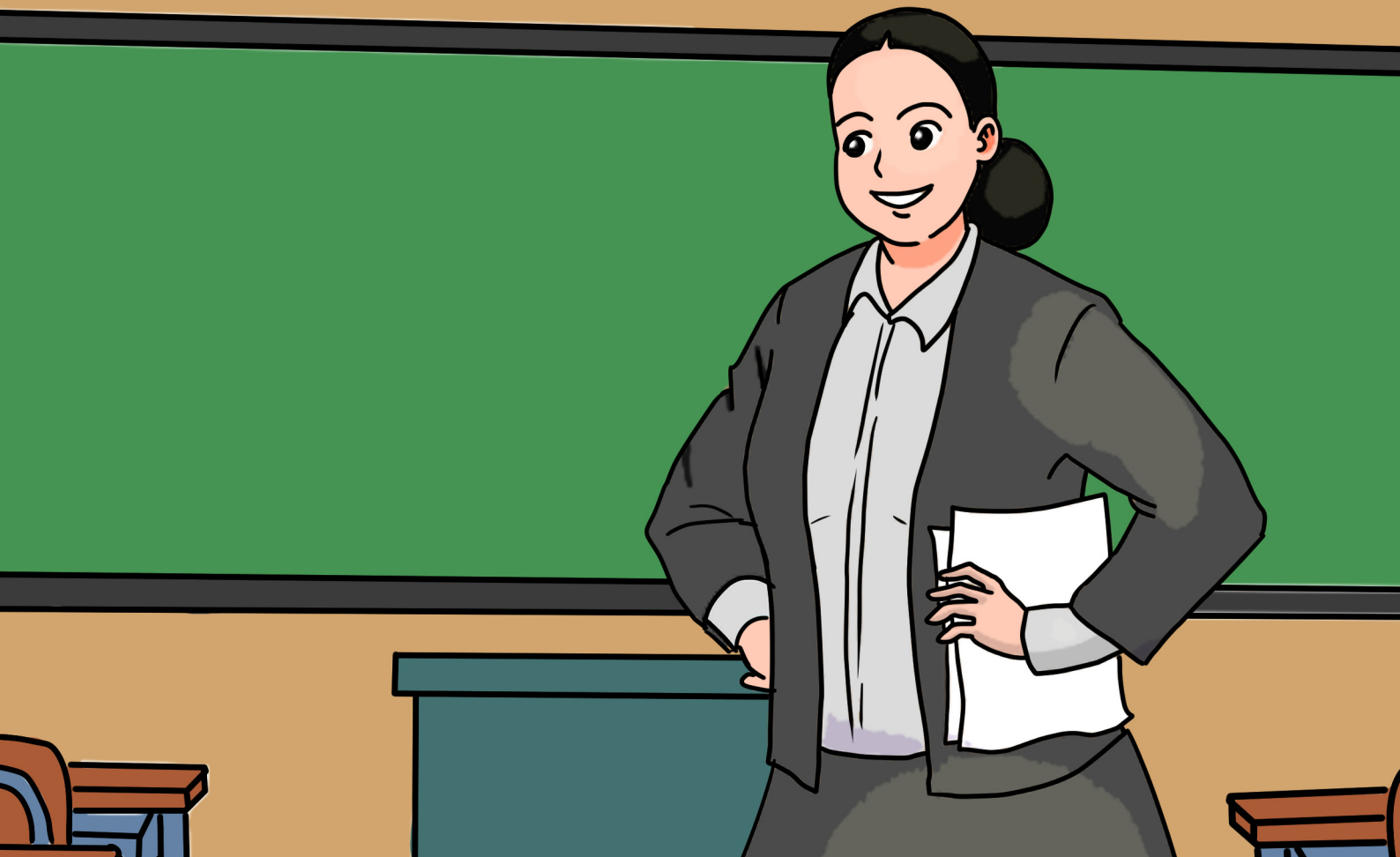
– Podemos combinar assim: vou pedir para a profe Marta Maria e daí pode ser que ela explique melhor. Vamos voltar para a sala de aula? – diz Luísa, enquanto o alarme sinaliza o fim do recreio.



Na aula de ciências de hoje, logo depois do lanche, Luísa mais uma vez pergunta à professora sobre a história do átomo. E na pergunta, ela já vai falando em pudim de passas, Thomson, elétrons, uma pergunta meio embolada, mas que a professora entendeu perfeitamente. A profe Marta Maria então faz o seguinte comentário:

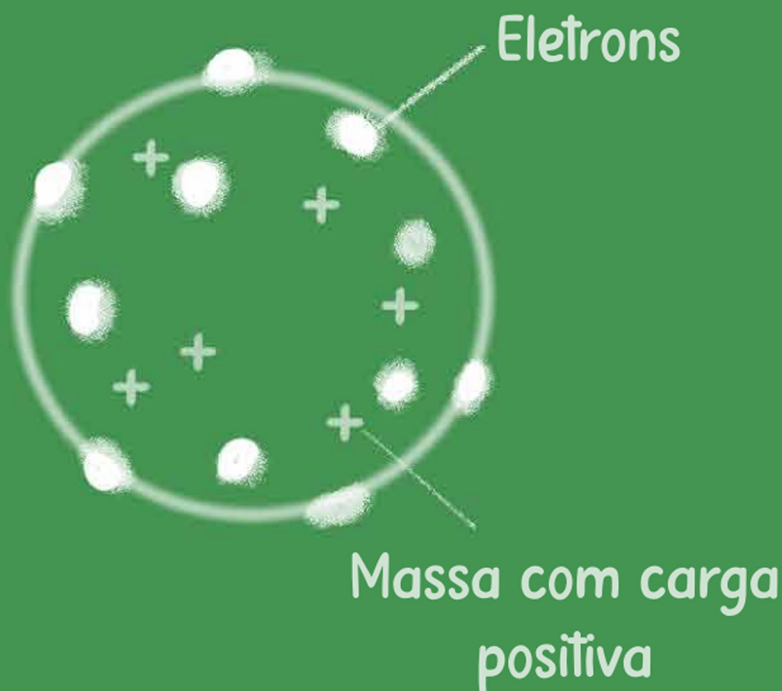


– O pudim de passas é bem assim mesmo como você está pensando. Primeiro, um modelo de átomo que hoje sabemos que não tem fundamento. Mas foi uma boa tentativa. Uma tentativa, primeiramente, porque o elétron tinha acabado de ser descoberto, ele tem carga negativa e tudo indicava que havia elétrons dentro do átomo.



– J.J Thomson, propôs que o átomo poderia ser composto por uma massa de material de carga elétrica positiva, repleto de “passas” com carga elétrica negativa. Essas passas são nada mais nada menos que os elétrons, que ele tinha acabado de descobrir no laboratório. Ele ganhou o prêmio Nobel exatamente por ter descoberto o elétron, a primeira partícula subatômica identificada na história.

Modelo de J.J. Thomson



– Profe, e esse negócio que a Luísa tava dizendo agora, que não consigo entender, de massa positiva com passas negativas criarem um pudim neutro? Eu não entendi isso – pergunta Valéria.



– Nossa, turma! Vocês estão conversando realmente sobre coisas meio difíceis. Mas dá pra explicar. É mais ou menos assim: suponha que a carga elétrica positiva seja uma pedra quente; e a carga elétrica negativa uma pedra super gelada. Valéria, o que acontece quando você pega a pedra quente com a mão direita?

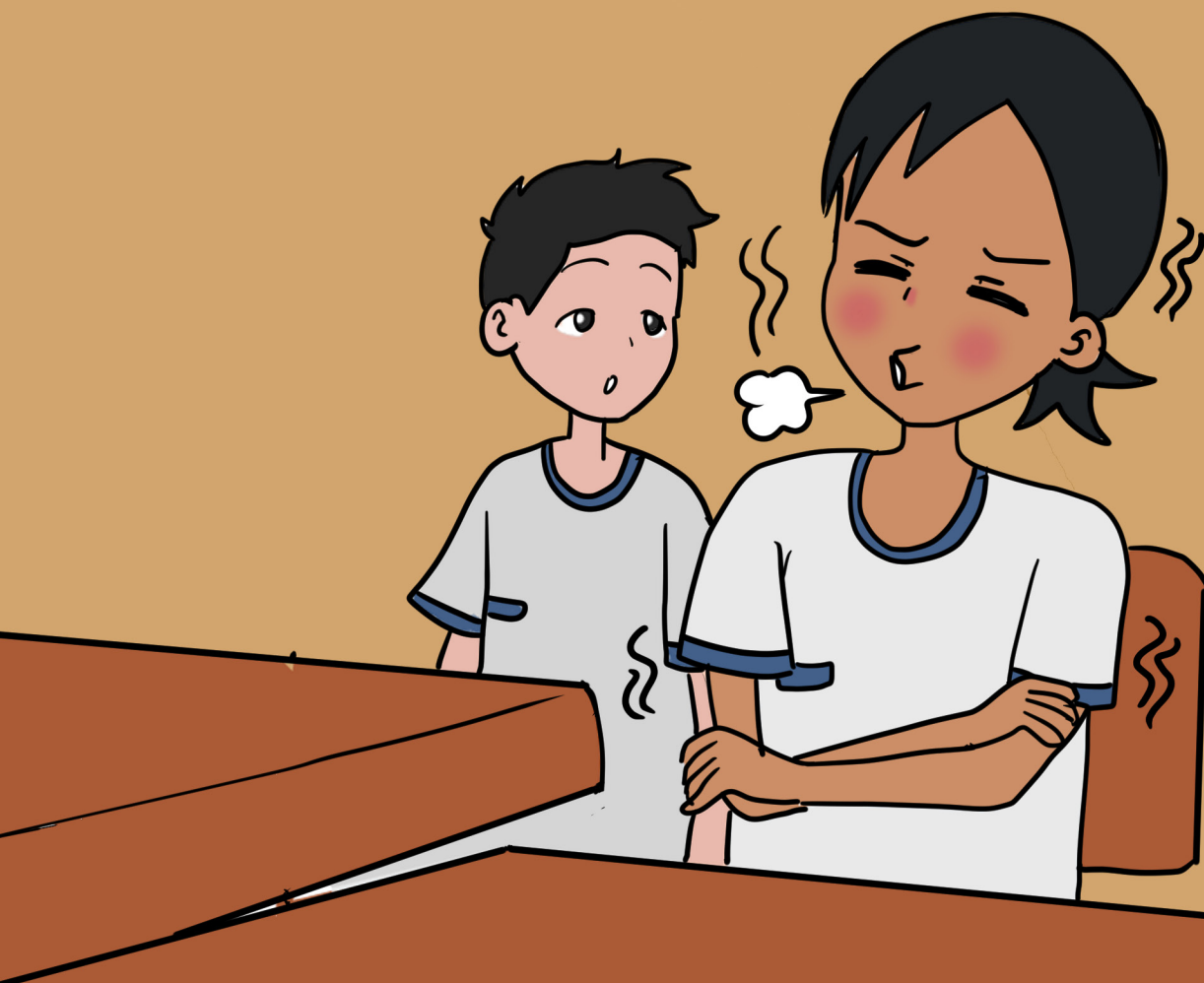


- Nossa... minha mão direita fica pelando de quente!
- E o que acontece quando você pega numa pedra super gelada com a mão esquerda?



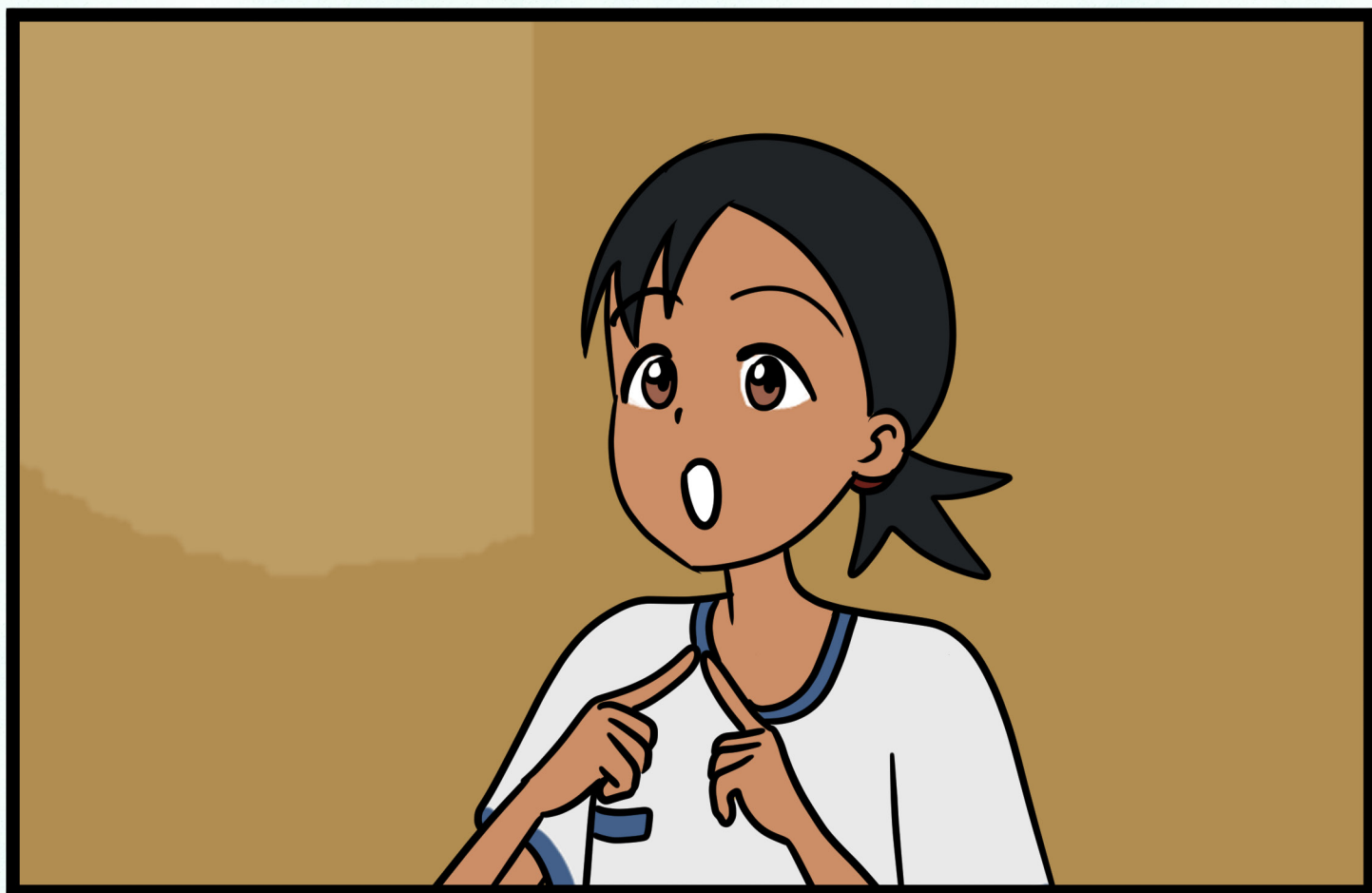
– Tipo uma pedra de gelo? Nossa, minha mão fica doendo de tão gelada!

– E o que acontece se você junta a mão direita quente com a mão esquerda gelada?



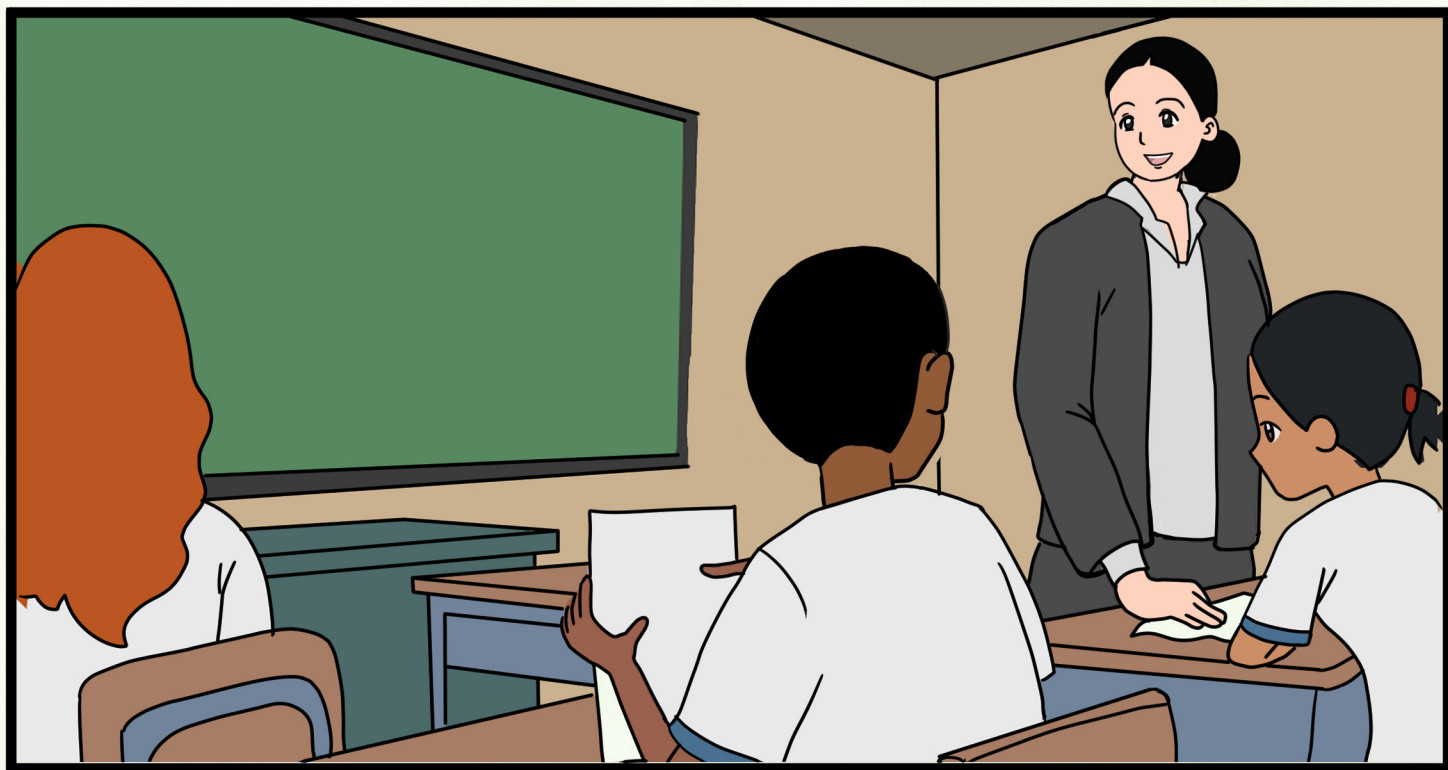
– Hum... acho que agora entendi... o quente e o gelado se cancelam um ao outro, né? – Isso mesmo! O pudim de passas é assim: uma massa de pudim positiva e umas passas negativas, que se juntam e se “cancelam” e se neutralizam!

A sala, meio que em uníssonos, exclama um alto “ó!”.



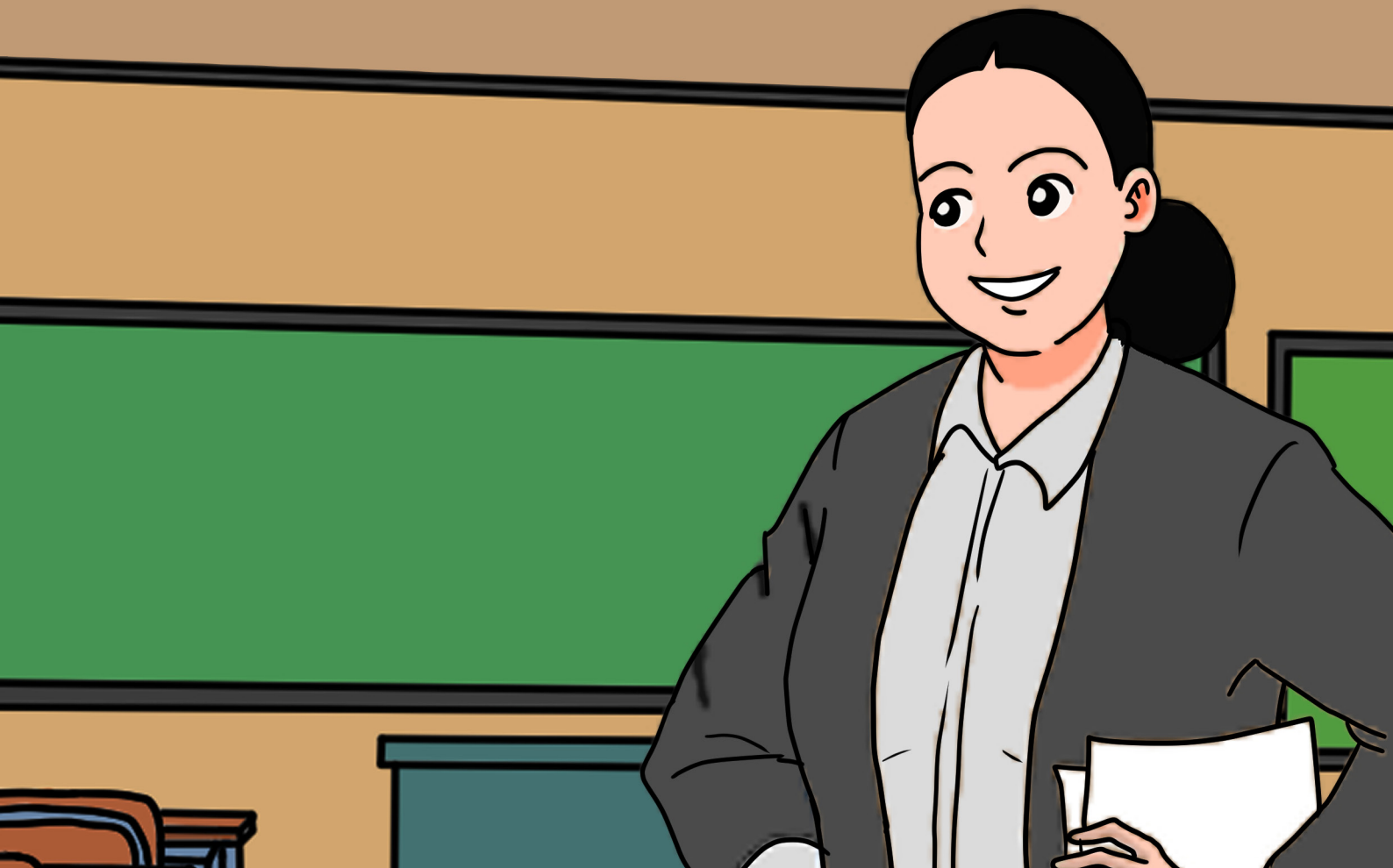
– Professora, por que a senhora disse que esse pudim de passas não tem fundamento hoje em dia? – pergunta Roberto.

– Ah sim, Roberto... é que o pudim de passas proposto por Thomson no início do século vinte, como deve acontecer com qualquer modelo teórico, teve que ser testado experimentalmente. Mas o pudim de passas não passou nos testes experimentais.



– Caramba! E daí, o que aconteceu com o pudim de passas? – pergunta Luísa.

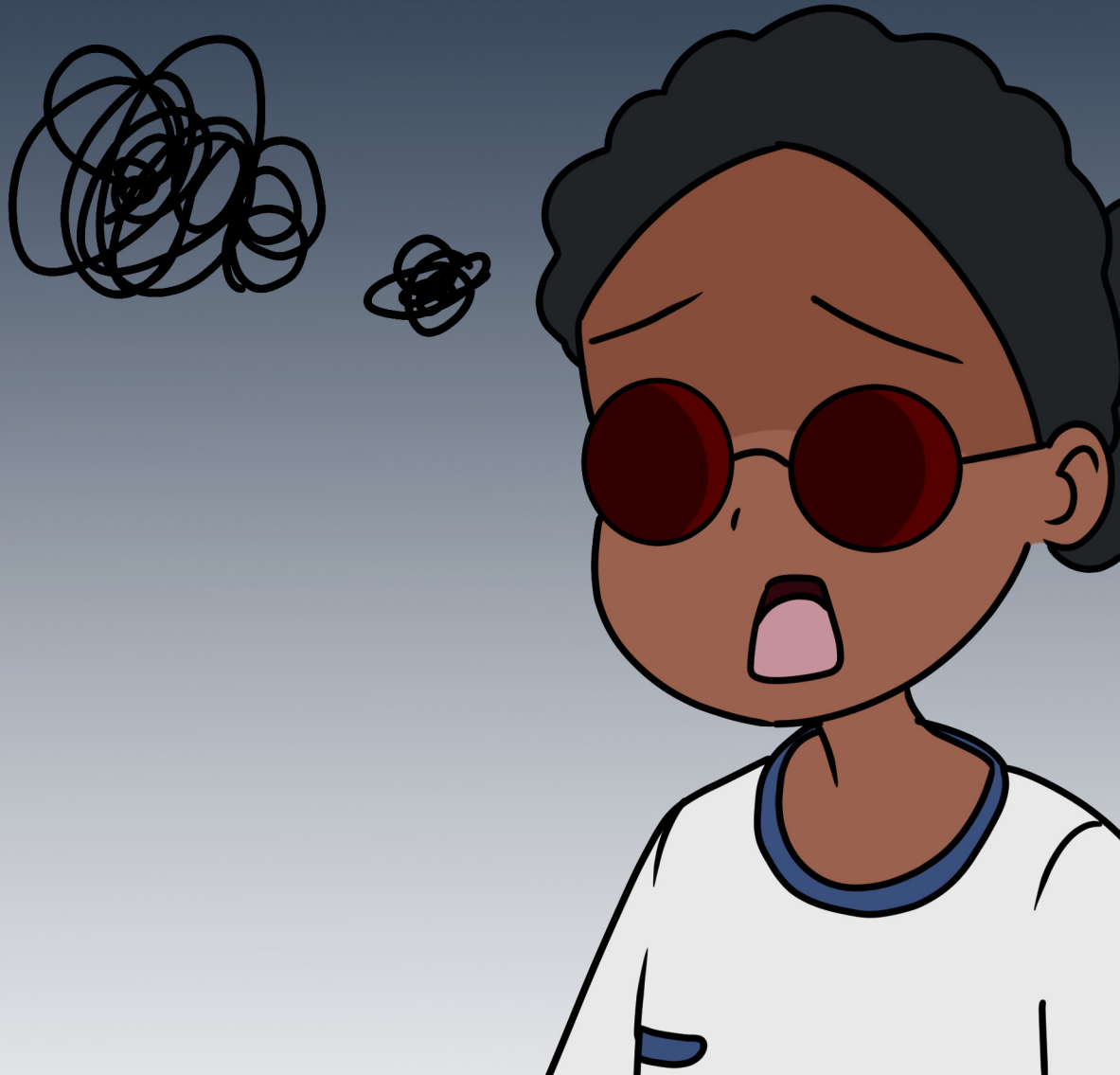
– Assim que se descobriu que o pudim de passas não passava nos testes, ele foi abandonado. Geralmente é isso que acontece quando um modelo é proposto: ele é testado experimentalmente. Se ele não passa no teste, ele é abandonado. Então é proposto um novo modelo.



– A passa não passou – diz Roberto rindo de si mesmo, sendo acompanhado por risinhos de outros colegas de turma.

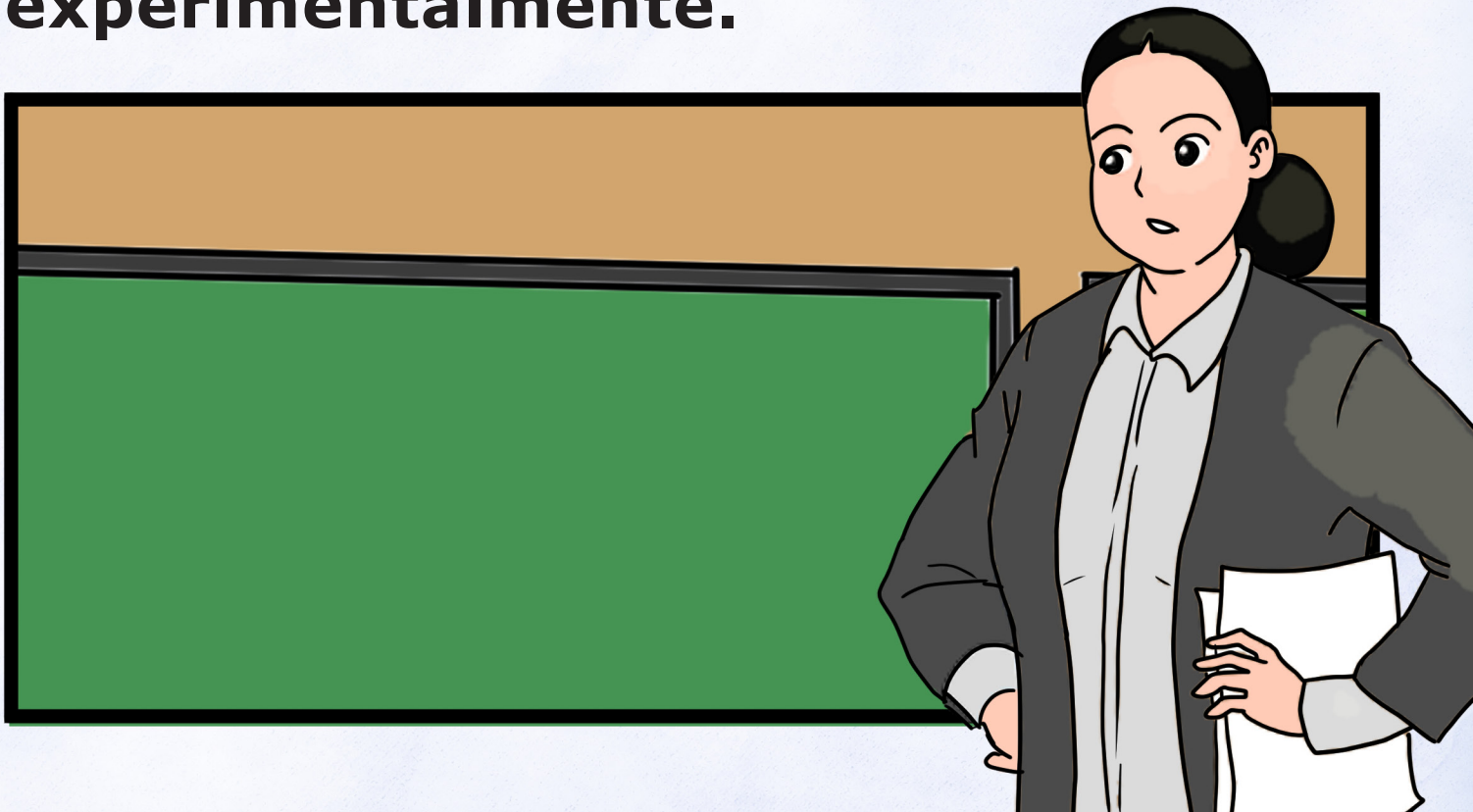


Luísa ouve aquilo de boca aberta. Ela está chocada. Ninguém ainda lhe havia dito que o modelo do pudim de passas foi abandonado. Até aquele momento ela achava o modelo muito bonitinho, um pudim de passas, parecia perfeito! Ela expõe sua frustração para toda a classe.



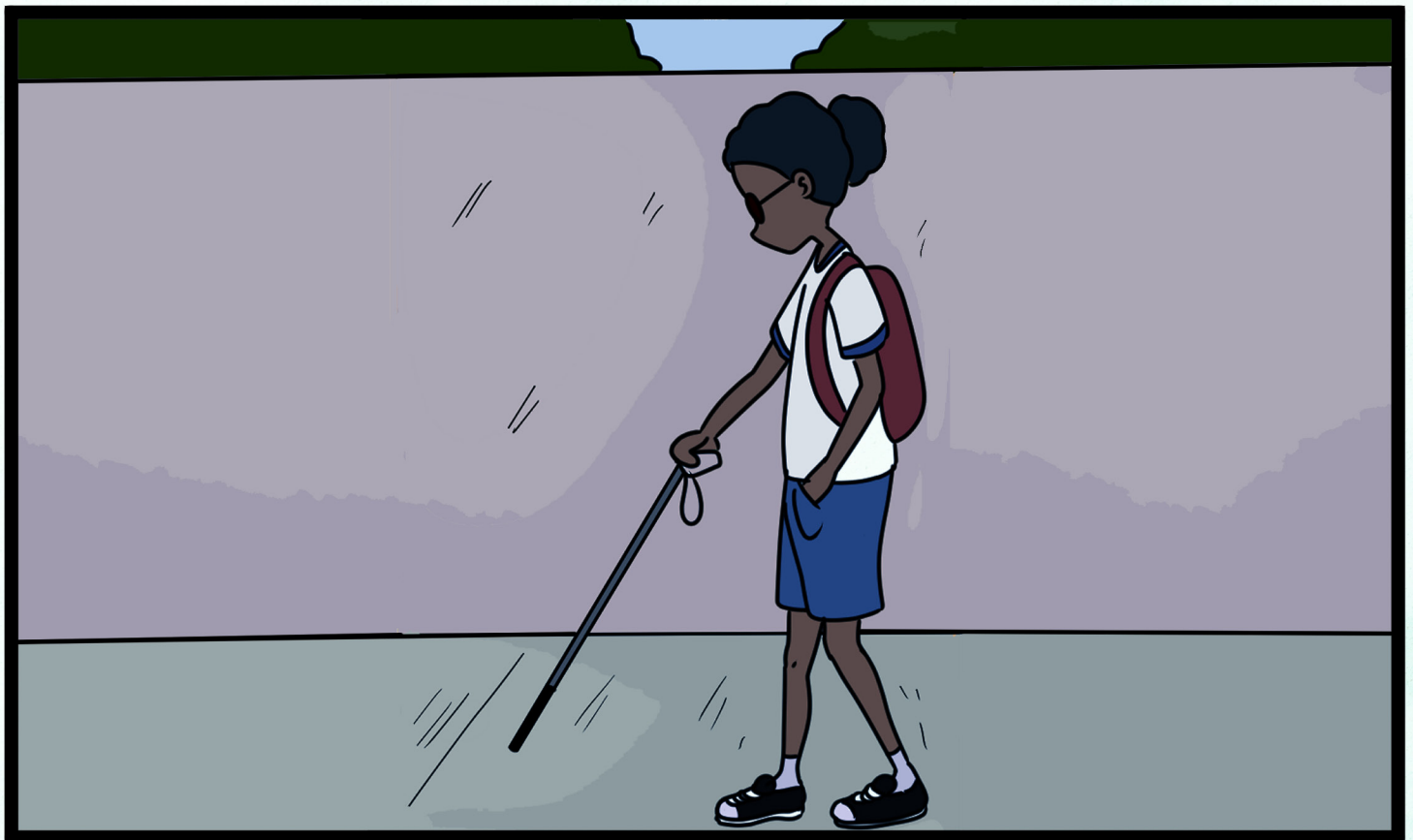
Então a profe Marta esclarece:

– Pois é, Luísa... nem sempre o que a gente acha que é o mais bonito é o que vai ser aceito pela ciência. Isso aconteceu muitas vezes na história da ciência: acreditar que uma hipótese teórica é válida só por sua beleza não é garantia de que aquela hipótese é a certa. E daí, alguém um dia simplesmente inventa uma maneira de testar aquela hipótese, só que experimentalmente.



Daí pode ser que a hipótese falhe miseravelmente em vários testes, feitos por vários cientistas, e então ela tem que ser abandonada. Assim é que funciona. Às vezes é triste, mas é assim.

Luísa volta para casa assim meio entristecida de saber que o pudim de passas não é o átomo. Ela tem mil e uma perguntas pra fazer à tia Beatriz.

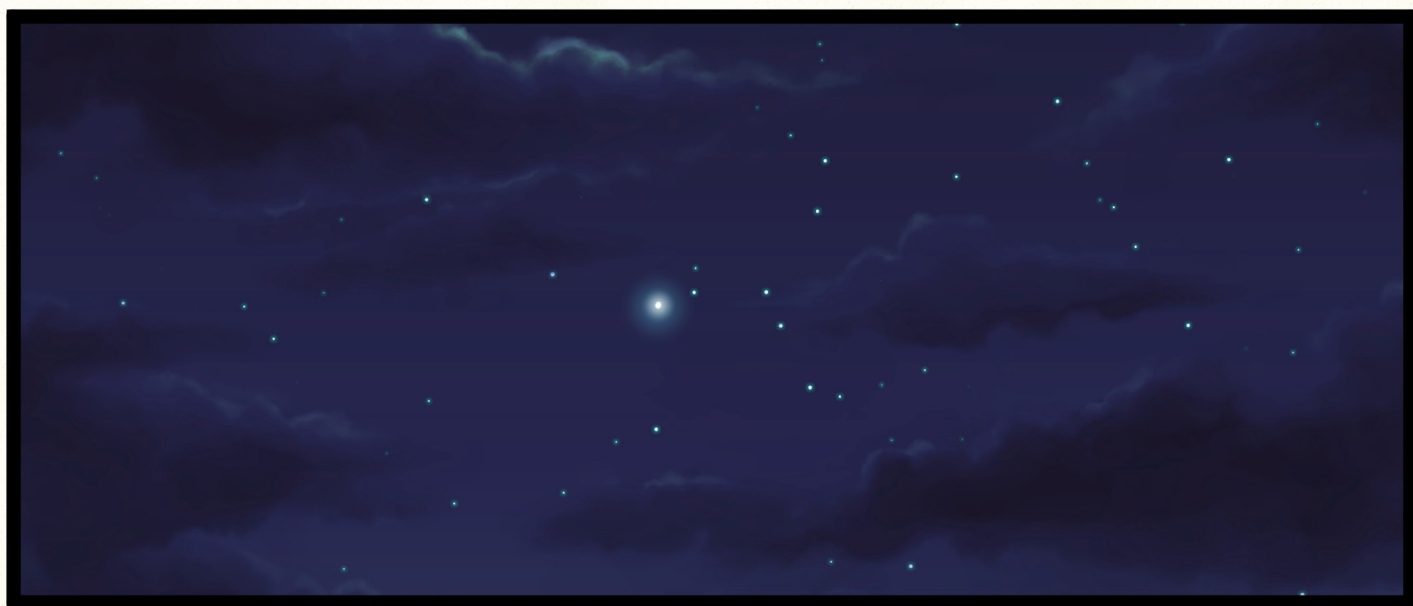


Logo depois da jantinha daquela noite, tia Bea leva Luísa ao quintal da casa. Durante toda a janta, Luísa fez mil perguntas querendo saber por que o pudim de passas não podia ser o átomo mais aceito. Mas tia Bea respondeu mais ou menos do mesmo jeito que a profe Marta: o pudim de passas não passou nos testes experimentais, então teve que ser abandonado. Lá no quintal, as duas então se reúnem para conversar; estão ao ar livre. Então tia Beatriz começa a conversa:

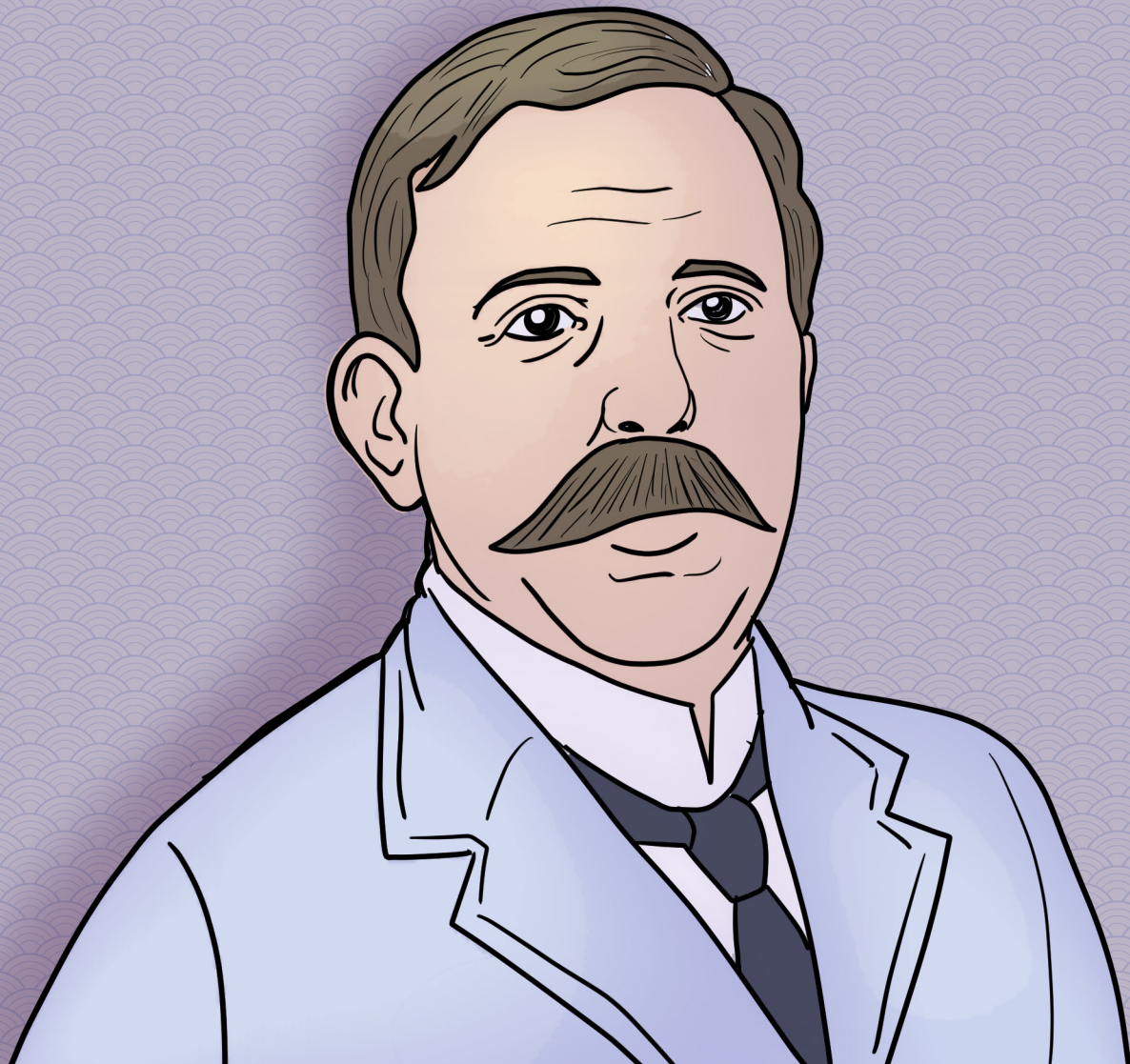


– O céu da cidade é poluído, mas bem acima das nossas cabeças tem uma estrela bem brilhante. Mas não é propriamente uma estrela e sim um planeta. É o planeta Júpiter. Você já aprendeu sobre o sistema solar? – Ah sim, tia, aprendi, sim. O Sol fica no centro e os planetas do sistema solar giram ao redor dele.

Depois de um pequeno silêncio, entrecortado pela barulho urbano distante de carros e buzinas, tia Bea continua:



- A pessoa que descobriu que o pudim de passas não tinha sentido se chamava Ernest.
- Ernest?
- Sim, Ernest Rutherford.
- Que nome complicado.

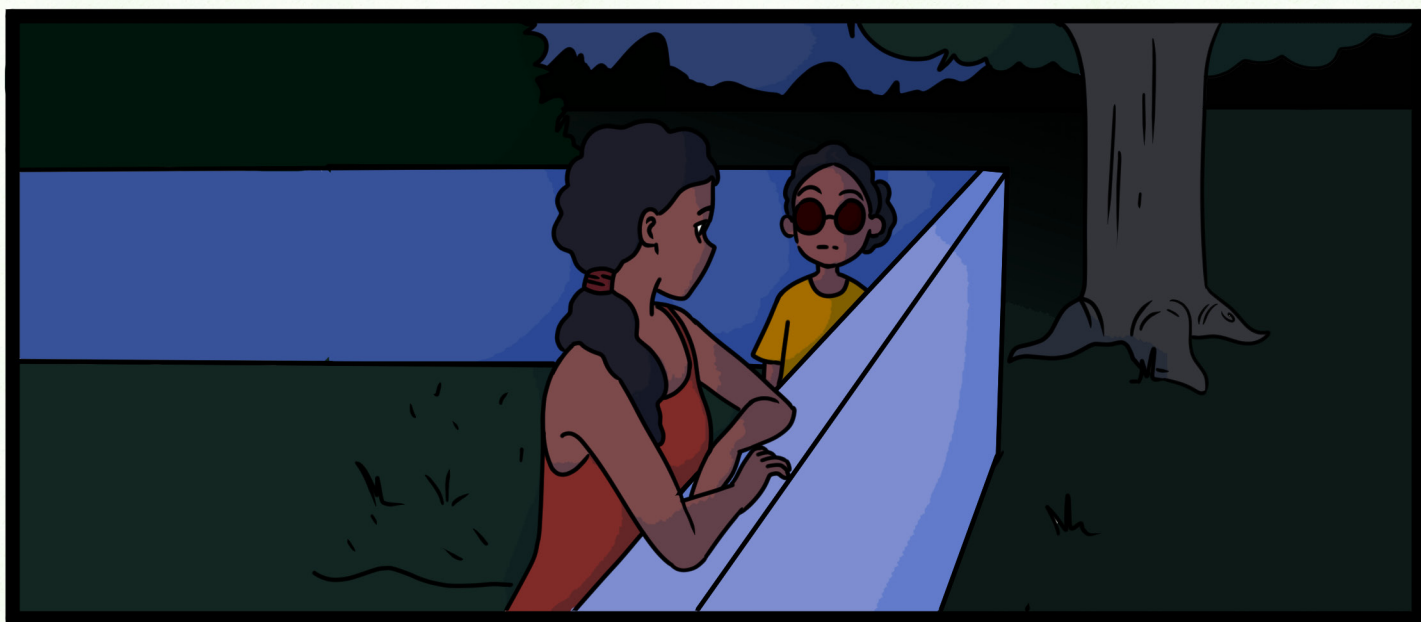


- Ernest descobriu uma maneira de sondar o átomo e ver se ele poderia ser um pudim de passas. Não foi fácil, mas o experimento dele concluiu que não tinha como o átomo ser um pudim de passas. Ele percebeu que não era possível ter uma massa positiva misturada a passas negativas.
- Como seria então?



– Ernest descobriu que existe uma entidade de carga positiva que está bem separada dos elétrons. Essa entidade é como se fosse um Sol bem pequeno, cercado por elétrons que giram ao redor dele. Essa entidade se chama “núcleo atômico”. Ernest criou então um modelo atômico do tipo sistema solar. Um núcleo pequenino e de carga elétrica positiva que fica no centro. E ao redor dele, os elétrons, girando como se fossem planetas ao redor do Sol.

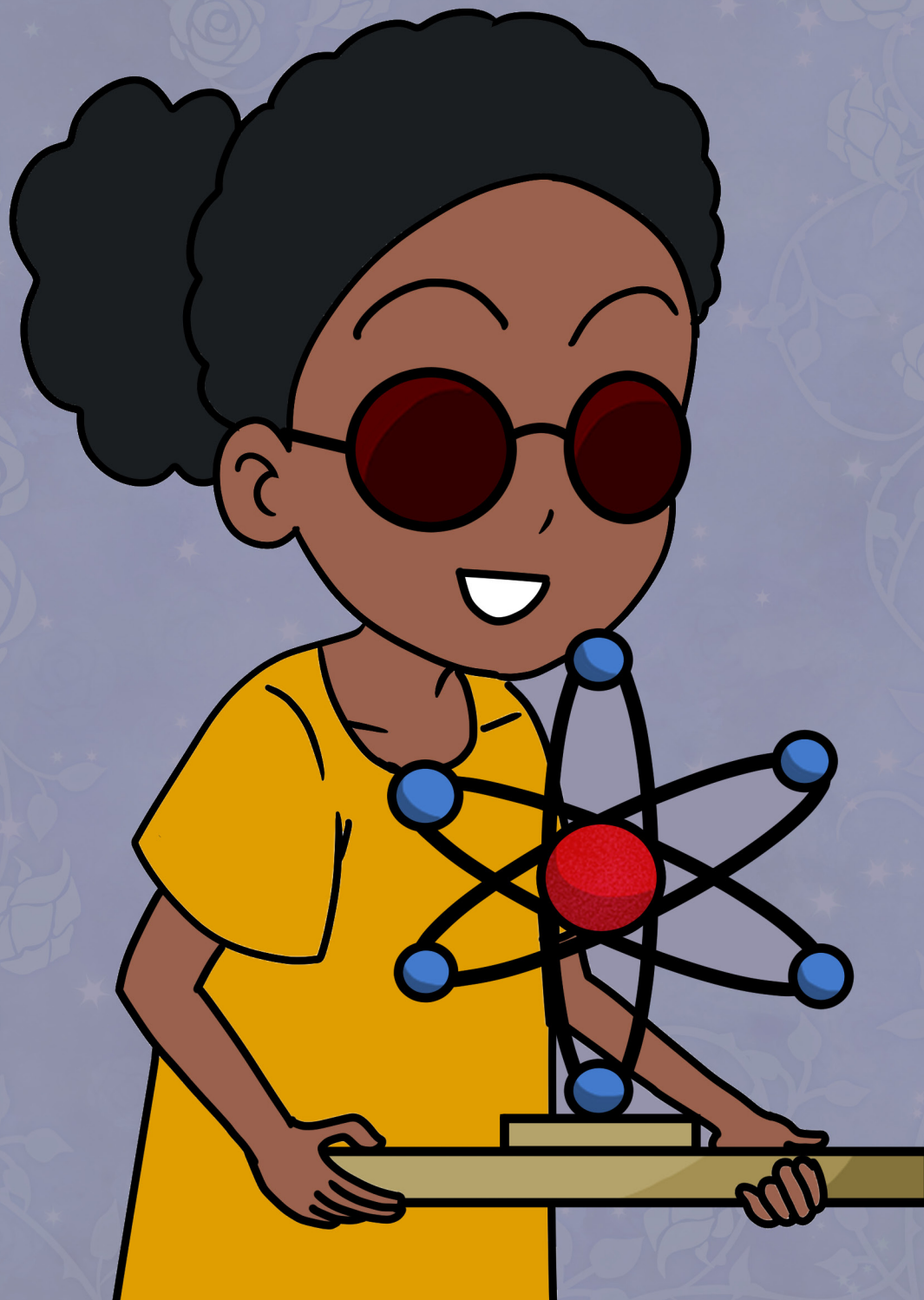
– Nossa! Que interessante!



Tia Bea trouxe consigo uma maquete que havia construído com muito esmero. Uma maquete do átomo sistema solar. Uma bolinha de isopor no centro e, ao redor, várias órbitas de arame com miçangas alocadas e fixadas ao longo dos arames. Ela então entrega a maquete a Luísa, que examina com cuidado cada detalhe. Aos poucos ela vai assimilando o sentido desse modelo de átomo.



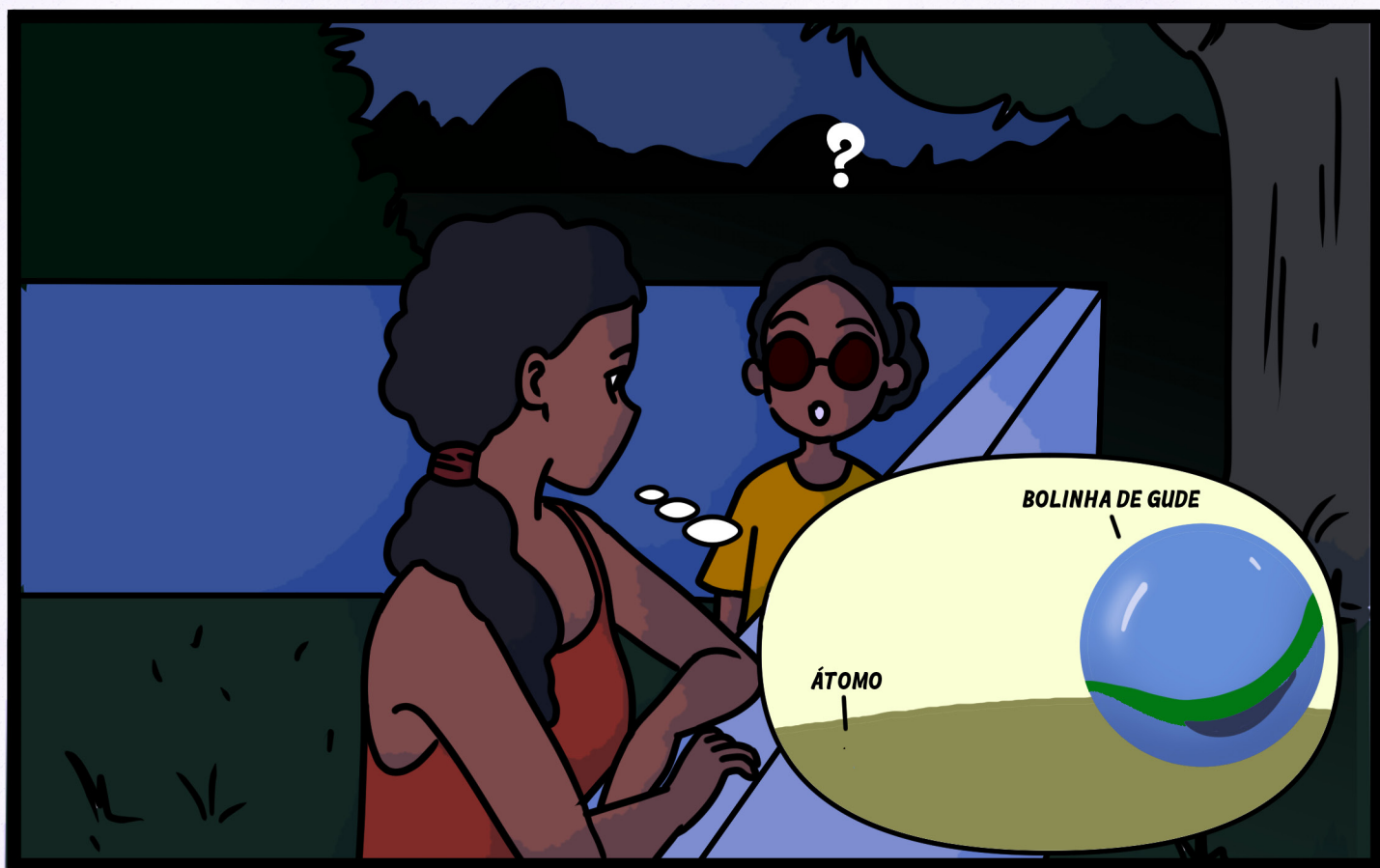
– Uau! – diz Luísa, maravilhada. – Um átomo que parece um sistema solar. Que lindo!



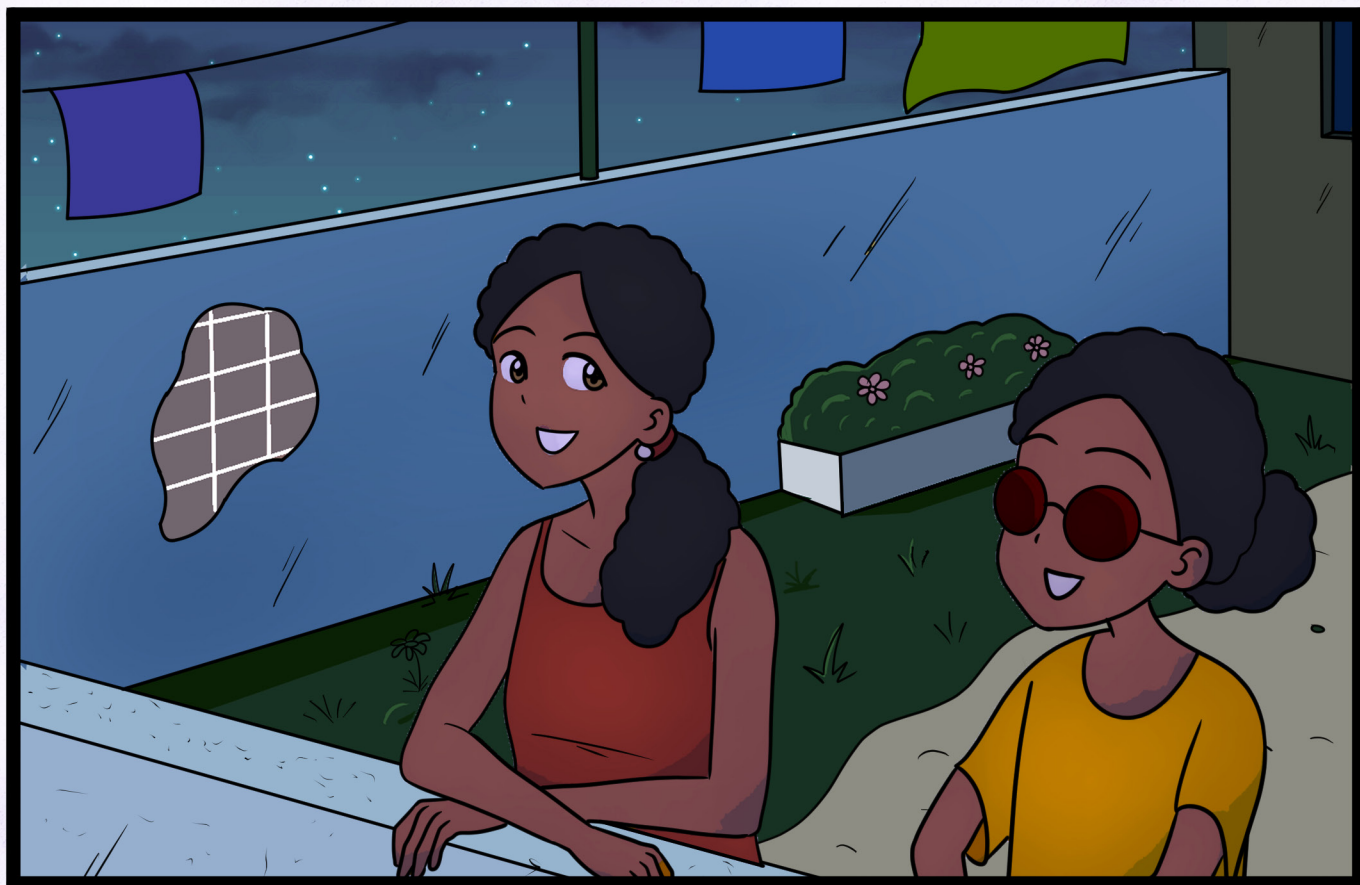
As duas ficam conversando sobre esse novo átomo, esse átomo com forma de sistema solar, cujo Sol é o núcleo de carga positiva e os planetas são os elétrons com carga negativa orbitando ao redor. A carga positiva tem mesmo valor que a soma das cargas dos elétrons ao redor. E aí, visto de fora, esse átomo é eletricamente neutro.



- Neutro, igual ao pudim de passas!
- Sim – responde tia Bea –, só que um átomo mais consistente com os experimentos.
- Tia, qual o tamanho de um átomo? – Um átomo tem um tamanho realmente muito pequeno. Imagine uma bolinha de gude que diminui cem milhões de vezes seu tamanho.

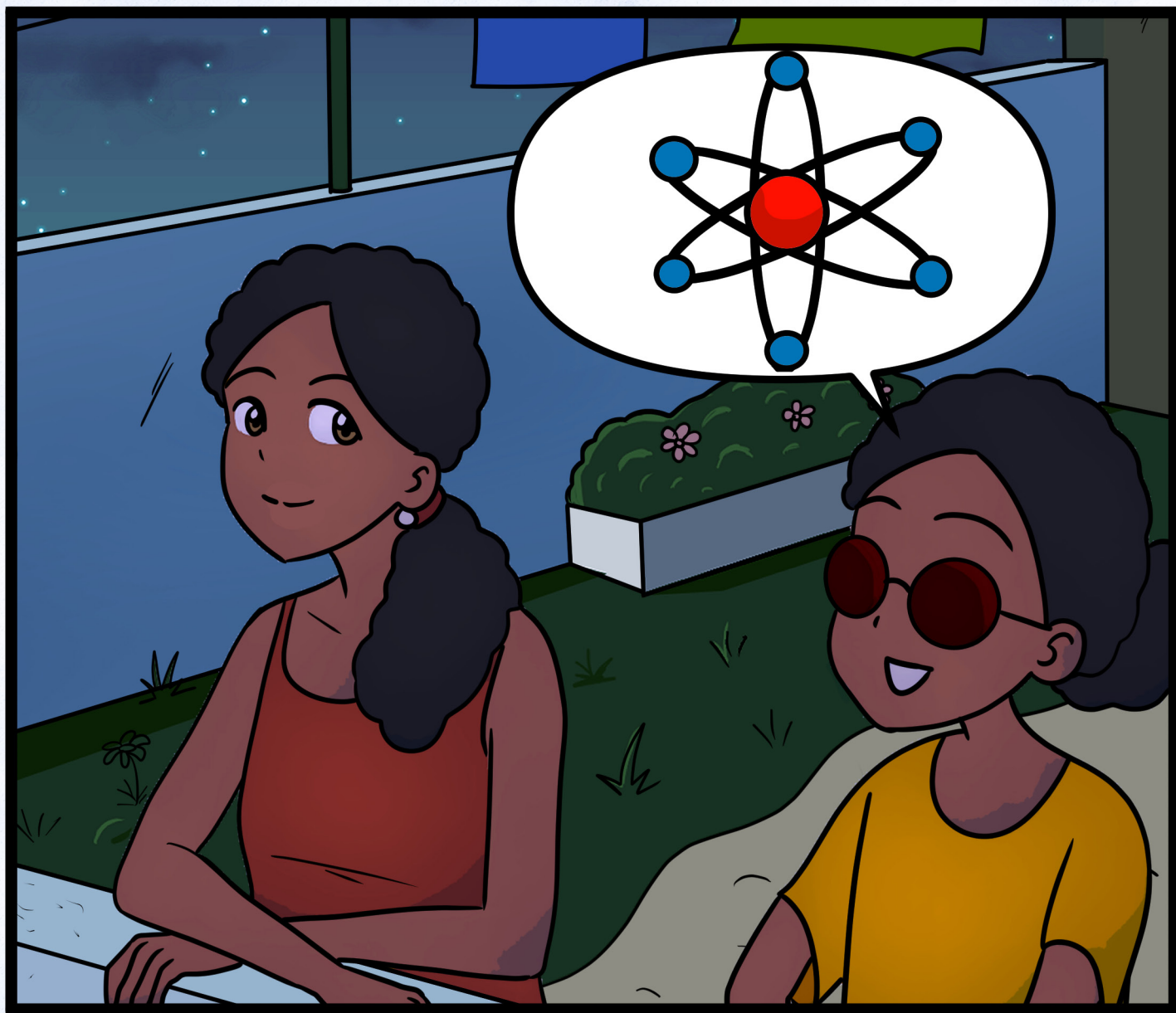


- **Nem consigo imaginar isso! Mas parece realmente muito pequeno!**
- **E dentro do átomo, o núcleo, que fica lá no centro, é tão pequeno, mas tão pequeno, que é como se o átomo fosse do tamanho de uma casa bem grande e o núcleo fosse do tamanho de um grão de areia.**
- **Nossa!**

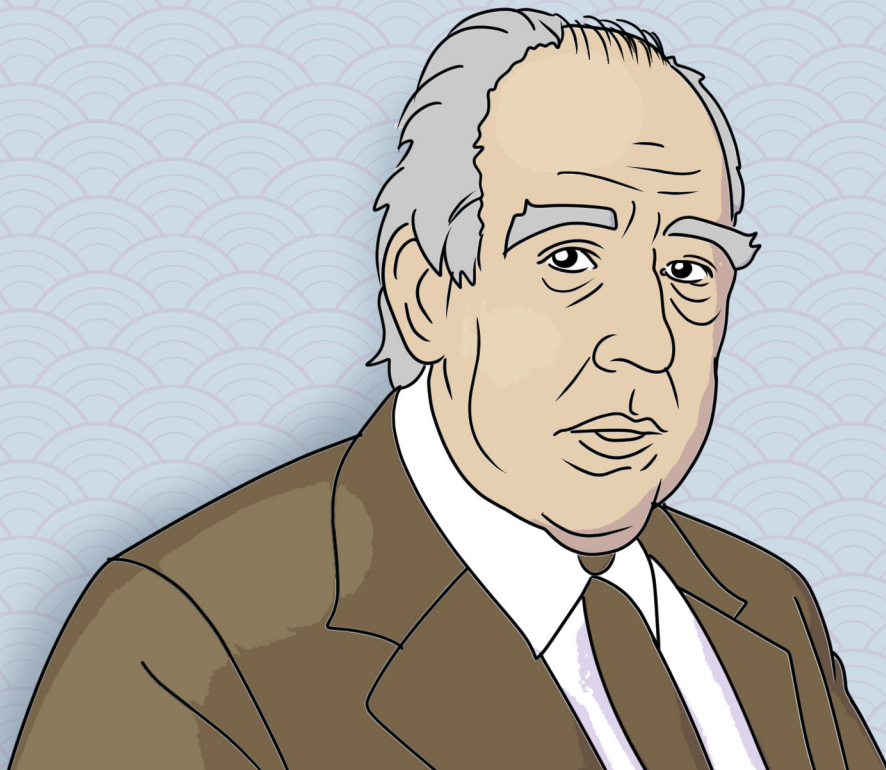


As duas ficam nessa conversa até que Luísa pergunta:

– Então o átomo desse Ernest, o átomo sistema solar, é o mais bem aceito hoje em dia?



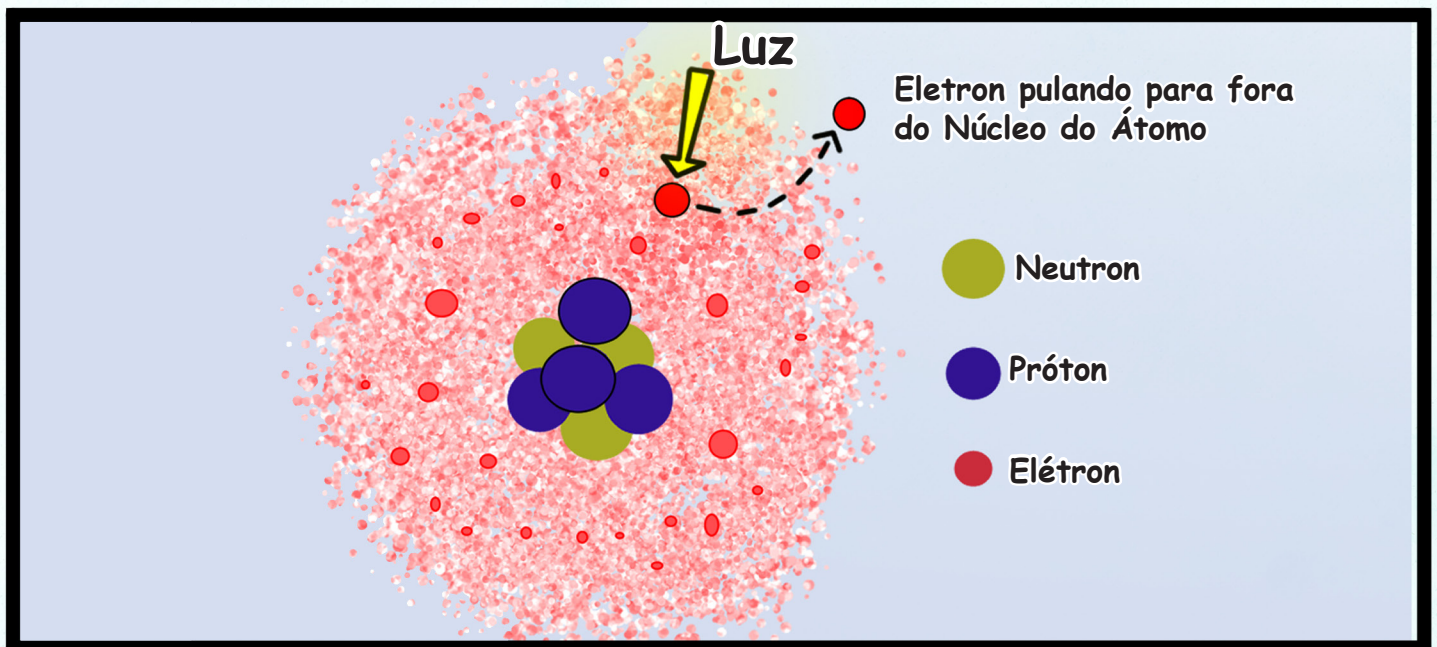
– Não, não é. Na verdade, a forma geral é mais ou menos essa. Só que um aluno de Ernest, chamado Bohr, percebeu que se os elétrons girassem ao redor do núcleo, como os planetas giram ao redor do Sol, em algum momento os elétrons cairiam no núcleo. É que quando os elétrons giram, eles perdem energia e ao perder energia eles não conseguem escapar da força atrativa do núcleo. Lembra que carga elétrica positiva atrai carga negativa?



- Bohr, que nome engraçado... Mas tem algum modelo de átomo que seja aceito?
- O átomo quântico!
- Quântico, já ouvi falar disso, mas nem faço ideia o que seja. Como é que funciona isso?



- Se o elétron absorver luz, ele ganha energia, daí ele pula para uma órbita superior e nunca cai no núcleo. É complicado de entender... mas é como se a luz que incide num elétron fosse uma vitamina especial que dá poderes para que o elétron pule entre órbitas.
- Isso é muito estranho!
- Pois é... o átomo quântico é muito estranho, mas foi ele quem conseguiu passar pelos testes de laboratório. E por isso, hoje, é o mais bem aceito.



– A natureza às vezes parece sem lógica... e eu que pensei que o átomo pudim de passas pudesse ser o átomo verdadeiro. Mas daí entendi que não é. Entendi que o átomo sistema solar, com o núcleo positivo no centro e os elétrons ao redor, como se fossem planetas, é um átomo que passa nos experimentos. Só que os elétrons têm sempre que se alimentar de luz pra pularem pra outra órbita... senão cai no núcleo. É isso, tia? É bem complicado, não sei se consegui entender.



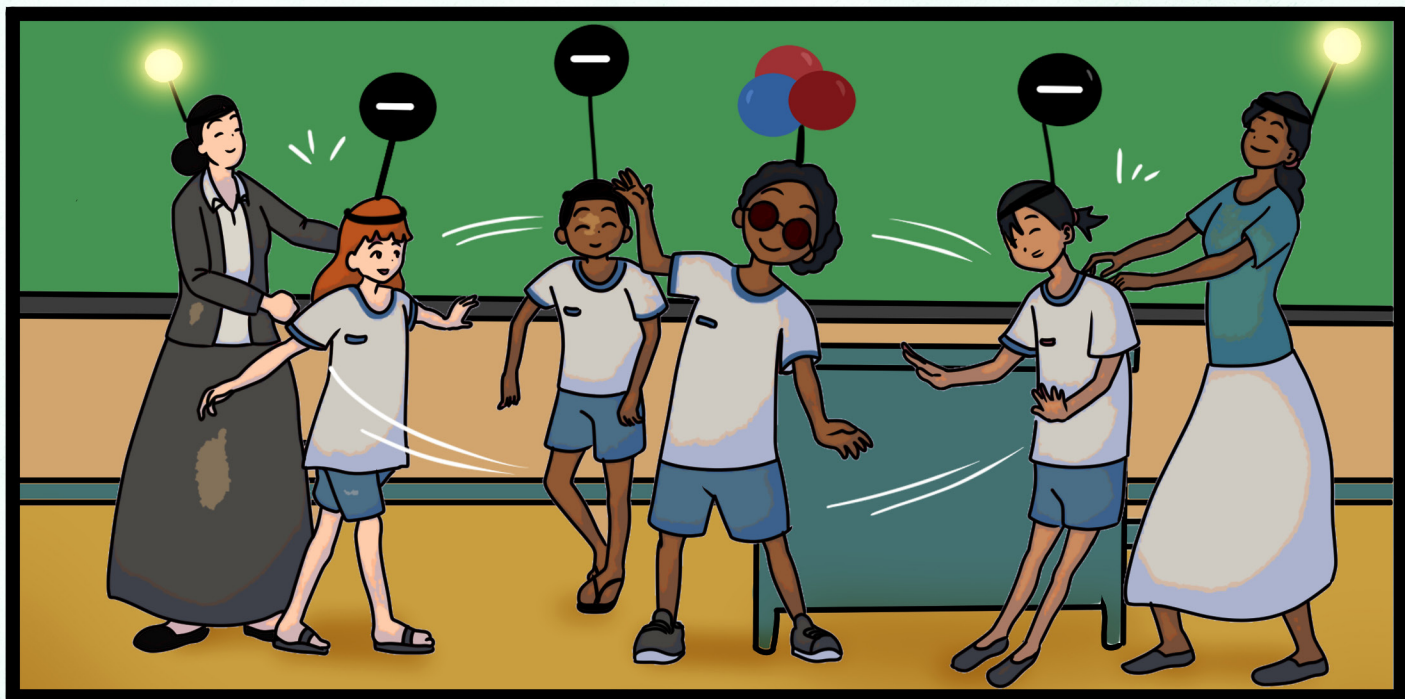
Tia Bea explica a Luísa que ela conseguiu entender direitinho. O que deixa a menina super feliz.



No dia seguinte, na hora do recreio, Luísa conta para suas amigas e para outras pessoas que apareceram ao redor dela, sobre tudo o que tinha conversado com a tia Bea. O átomo sistema solar e o átomo quântico. Ninguém entendeu direito sobre essa história de elétrons pulando entre órbitas. Essa história de elétron absorvendo luz. Nem mesmo quando, na sala de aula, a profe Marta Maria explica com bastante cuidado.



Com o passar do tempo, Luísa consegue inventar teatrinhos em que exemplifica melhor o que poderia ser esse pulo quântico entre órbitas. No teatrinho, ela é o núcleo, suas amigas e amigos caminham ao redor dela no papel de elétrons. A profe Marta Maria e a tia Bea são os raios de luz que chegam e levam os elétrons para girar em um lugar mais afastado do núcleo, evitando assim, que os elétrons caiam no núcleo.



Tia Bea, numa dessas noites de quintal estrelado, conta então que dentro do núcleo existem muitos tipos de partículas diferentes. E que elas são muito importantes para se entender as astropartículas.

– Eu quero entender as astropartículas, tia Bea!

– Então ouça com atenção, que contarei a história das incríveis partículas que moram dentro do núcleo atômico.



- **Núcleo atômico!**
- **Física do núcleo, física nuclear.**
- **Uau! Isso tem a ver com bomba atômica?**
- **Tem sim... mas essa é a parte feia da física nuclear. A parte bonita é entender que lá dentro do núcleo tem partículas que se transformam, que liberam energia, que são responsáveis pelo calor que vem lá do Sol.**



- Conta!**
- Amanhã, bem aqui, eu te conto tudo!**

Continua...



[illegible]

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, M.F.S; VIVAS, P.G.; SILVA. S.L.L. A história do átomo: uma abordagem profunda e interdisciplinar para o ensino médio. A Física na Escola, v. 20, n. 1, 2022.

ANJOS, R. C.; NUNES, M.A.S.N.; SANTOS, A. C. [ALMANAQUE PARA POPULARIZAÇÃO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO Série 10: Mulheres Empoderadas Volume 3: A astrofísica Rita de Cássia dos Anjos e sua trajetória energética em busca da compreensão do Universo em altas energias](#). 1. ed. Porto Alegre: SBC, 2022, v.3. p.28.

MARTINS, J.B. A História do Átomo- De Demócrito aos Quarks. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2001.

PIRES, A.T.S. Evolução das Ideias da Física. São

Paulo: LF Editorial, 2011 2ª ed.

ROCHA, J.F.; PONCZECK, R.I.L.; PINHO, S.T.R.; ANDRADE, R.F.S; JÚNIOR, O.F.; FILHO, A.R. Origens e Evolução das Ideias da Física. Salvador: EDUFBA, 2002.

COMO CITAR:

ARAUJO, C. H. C.; ANJOS, R. C.; NUNES, MARIA A. S. N.; JUNIOR, J. H.S.. ALMANAQUE PARA POPULARIZAÇÃO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO Série 17: Astrofísica Volume 2: Luísa e as Astropartículas - Os Modelos Atômicos, ed.1. Porto Alegre: SBC, 2024, v.2., p.32.

Mais gibis em:

<http://almanaquesdacomputacao.com.br/>
<http://almanaquesdacomputacao.com.br/gutanunes/publication.html>

SOBRE OS AUTORES



Carlos Henrique Coimbra Araújo

Possui graduação em Engenharia Elétrica, com habilitação em Eletrônica, pela Universidade Federal de Pernambuco (2001), mestrado em Astronomia pela Universidade de São Paulo, USP (2005) e doutorado em Física pela Universidade Estadual de Campinas, Unicamp (2009). Já realizou estágios no Cavendish Laboratory da Universidade de Cambridge (Inglaterra) e no Instituto de Estudos Espaciais da Catalunha (Barcelona). Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Nesta instituição participa como coordenador ou colaborador de projetos de pesquisa, ensino e extensão. Foi Conselheiro do CEPE/

2017 e 2019-2021 (e presidente da 3a Câmara do CEPE). É membro do Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (Unila). É membro do Núcleo de Pesquisa e Inovação "Fenômenos Extremos do Universo" da Fundação Araucária-Paraná, do Núcleo de Pesquisa e Inovação "Emergência Climática" da Fundação Araucária-Paraná, e do consórcio científico internacional CTA (Cherenkov Telescope Array, Heidelberg, Alemanha).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7453233355722472>



Rita de Cassia dos Anjos

**Bolsista de Produtividade Desen. Tec. e
Extensão Inovadora do CNPq - Nível 2**

Possui graduação em Física Biológica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2007) e mestrado

(2009) e doutorado (2014) em Física pela Universidade de São Paulo, São Carlos. Desde agosto de 2014 é professora doutora da Universidade Federal do Paraná no Setor Palotina. Trabalha com raios cósmicos de energias até 100 EeV (Observatório Pierre Auger) e energias entre 10GeV e 100TeV (Cherenkov Telescope Array - CTA). Tem experiência na área de astropartículas, com ênfase na propagação de raios cósmicos, aceleração e interações de partículas cósmicas e fontes de partículas multimessageiras: supernovas, Galáxias Starburst e rádio, AGNs e objetos compactos. É membro do Observatório de Raios Cósmicos Pierre Auger, em Malargue, na Argentina, desde 2014 é membro do Observatório Cherenkov Telescope Array - CTA desde 2015. Em 2020 foi vencedora do prêmio Programa para Mulheres na

promovido pela L'Oréal Brasil, Unesco Brasil e Academia Brasileira de Ciências. Em 2021 tornou-se membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências. Em 2022 conquistou o Prêmio Anselmo Salles Paschoa, da Sociedade Brasileira de Física. Em 2023 recebeu homenagem da UFR na categoria pesquisadora destaque. Aprovou diversos projetos com parcerias nacionais e internacionais, entre eles Serrapilheira e ERC-CONFAP-CNPq. Aprovou diversas bolsas como Professora Visitante em Centros Internacionais: Fulbright (CUNY - Lehman College), DAAD (DESY - Zeuthen), Grupo Coimbra (KU Leuven), ICTP-Trieste, CAPES-HARVARD e CAPES-Humboldt (Heidelberg - Max Planck). Desde 2021 aprovou o NAPI (Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação) Fenômenos do Universo, com fomento da Fundação Araucária.

Lattes:<http://lattes.cnpq.br/5775617413825711>



Maria Augusta Silveira Netto Nunes

**Bolsista de Produtividade Desen. Tec. e
Extensão Inovadora do CNPq - Nível 1C -
Programa de Desenvolvimento Tecnológico
e Industrial**

Professor Associado IV
do Departamento de Computação da
Universidade Federal do Estado do Rio de
Janeiro (UNIRIO). Membro permanente
no Programa de Pós-graduação em
Informática PPGI (UNIRIO). Pós-doutora
pelo laboratório LINE, Université Côte
d'Azur/Nice Sophia Antipolis/ Nice-França
(2019). Pós-doutora pelo Instituto Nacional
de Propriedade Industrial (INPI) (2016).
Doutora em "Informatique pela Université
de Montpellier II - LIRMM em Montpellier,
França (2008). Realizou estágio doutoral
(doc-sanduíche) no INESC-ID- IST Lisboa-
Portugal (ago 2007-fev 2008). Mestre em
Ciência da Computação pela Universidade

Federal do Rio Grande do Sul (1998) .
Graduada em Ciência da Computação
pela Universidade de Passo Fundo-RS
(1995) . É bolsista produtividade DT-CNPq.
Recebeu em 2022 o Prêmio Tércio Pacitti
em Inovação para Educação em Ciência da
Computação pelo projeto Almanagues para
Popularização de Ciência da Computação.
Atualmente, suas pesquisas estão
voltadas, principalmente, no uso de HQs
na Educação e Pensamento Computacional
para o desenvolvimento das habilidades
para o Século XX! Atua também em
Propriedade Intelectual para Computação,
Startups e empreendedorismo. Criou o
projeto “Almanagues para Popularização
de Ciência da Computação” chancelado
pela SBC,

<http://almanaguesdacomputacao.com.br/>

[http://scholar.google.com.br/
citations?user=rte6o8YAAAAJ](http://scholar.google.com.br/citations?user=rte6o8YAAAAJ)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9923270028346687>



José Humberto dos Santos Júnior

Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Sergipe - UFS (2023), com

uma sólida experiência de sete anos como ilustrador digital e quadrinista.

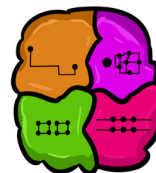
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9144803555676838>

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária, UFPR, FAPESP, CNPq, CAPES, SBC, BSI/PPGI-UNIRIO.

APOIO

CONTÉUDO INTELECTUAL DE VEICULAÇÃO GRATUITA, SUA VENDA É PROIBIDA.



ISBN 978-857669616-2



ISBN 978-857669615-5



Acesse:
almanaquesdacomputacao.com.br