

ALMANAQUE PARA POPULARIZAÇÃO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

SÉRIE 17 ASTROFÍSICA



Volume 2

Luísa e as Astropartículas - Os Modelos Atômicos



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 T7, 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



IFSC UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Instituto de Física de São Carlos

O gibi deve ser impresso em formato A5 se for utilizar uma impressora doméstica. Caso opte por imprimir em uma gráfica, utilize folhas no formato A4.

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
2024

Apresentação


Este material 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 Almanques 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). Esta cartilha/gibi foi produzida em colaboração, 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. Vinculado, também aos projetos de pesquisa da Fundação Araucária (698/2022), FAPESP (2021/01089-1) e CNPq (310448/2021-2).

As cartilhas da Série 17 visam fomentar o interesse juvenil na Astrofísica de altas energias. Na Série 17, 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 Volume 2 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)

...NO DIA SEGUINTE, NA HORA DO RECREIO...



ONTEM MINHA TIA BEATRIZ CONTOU QUE O ÁTOMO DOS GREGOS FOI ESQUECIDO POR CERCA DE DOIS MIL ANOS!


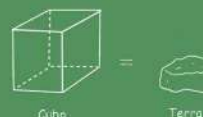
E QUE AQUELE QUÍMICO DALTON, QUE A PROFE MARTA MARIA FALOU ONTEM, FOI QUEM TROUXE ESSE ASSUNTO DE VOLTA PARA EXPLICAR OS ELEMENTOS QUÍMICOS.



BEM IGUAL AOS GREGOS, DALTON DIZIA QUE O ÁTOMO ERA UMA BOLINHA INDIVISÍVEL.



ÁTOMO



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?

PELO QUE ENTENDI, NÃO. DALTON SÓ DIZIA QUE CADA ÁTOMO TINHA UM "PESO ATÔMICO". ISSO É ADOTADO ATÉ HOJE! ENTÃO ELE INOVOU MUITO EM RELAÇÃO AOS GREGOS.

PORQUE PARA OS GREGOS SÓ HAVIA CINCO TIPOS DE ÁTOMOS: FOGO, TERRA, AR E ÁGUA, ALÉM DE ÉTER. JÁ PARA DALTON, CADA ELEMENTO QUÍMICO TINHA O SEU ÁTOMO, E ESTES SÓ SE DIFERENCIAVAM ENTRE SÍ, PELO SEU PESO ATÔMICO.

IMAGINA QUANTOS ELEMENTOS QUÍMICOS EXISTEM! OURO, PRATA, FERRO, OXIGÊNIO E UM MONTÃO DE OUTROS.

OURO PESO: 196.967

PRATA PESO: 107.868

FERRO PESO: 55.845

OXIGÊNIO PESO: 15.999

FOI NESSA VIBE QUE INVENTARAM A TABELA PERIÓDICA, TIPO COM O HIDROGÊNIO SENDO O ELEMENTO MAIS LEVE, DE PESO 1 E ASSIM POR DIANTE.

FOI DALTON QUEM INVENTOU A TABELA PERIÓDICA?

FOI NÃO. MAS ESSA NOVA VISÃO CRIADA POR DALTON AJUDOU MUITO. ACHO QUE ELE 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 NELA.

QUE MASSA!

HEY, LUÍSA. MAS VOCÊ NÃO TINHA DITO QUE IA FALAR DO TAL ÁTOMO PUDIM DE PASSAS? PUDIM DE PASSAS... QUE NOME... ODEIO PASSAS!



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 PARTÍCULAS QUE TINHAM CARGA ELÉTRICA NEGATIVA...



ISSO QUER DIZER QUE É UMA PARTÍCULA QUE DÁ CHOQUE?



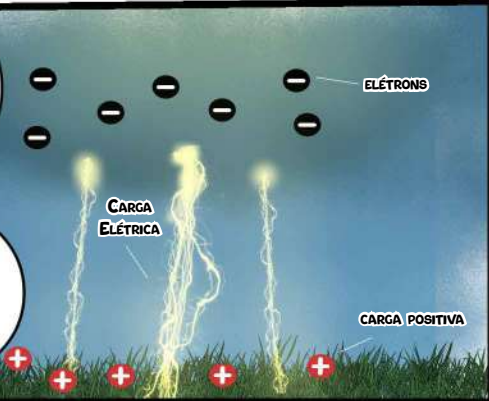
BEM ISSO MESMO. THOMSON DESCOBRIU ESSAS PARTÍCULAS NO LABORATÓRIO DE FÍSICA DELE. ELE CHAMOU DE ELÉTRONS.



AH SIM! ESSA A GENTE JÁ OUVIU FALAR!

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.

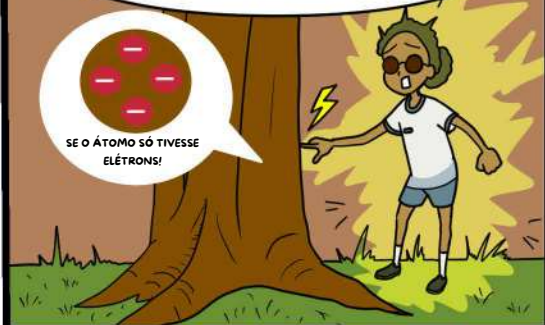
SÃO MONTÕES E MONTÕES DE ELÉTRONS VIAJANDO POR UM CAMINHO ENTRE A TERRA E AS NUVENS. E DAÍ ACABA QUE ESSE MONTÃO DE ELÉTRONS PODE SER PERIGOSO, ATÉ CAUSAR A MORTE DE ALGUÉM.



POIS É... E DAÍ O THOMSON VIU QUE DENTRO DOS ÁTOMOS TINHAM ELÉTRONS. ELE 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.



THOMSON SABIA QUE UM ÁTOMO NÃO PODIA SER COMPOSTO APENAS POR ELÉTRONS, POIS ELAS SE REPELEM UNS AOS OUTROS. ALÉM DISSO, SE OS ÁTOMOS FOSSEM FEITOS APENAS DE ELÉTRONS, PROVAVELMENTE LEVARÍAMOS CHOQUES AO TOCAR EM QUALQUER OBJETO.



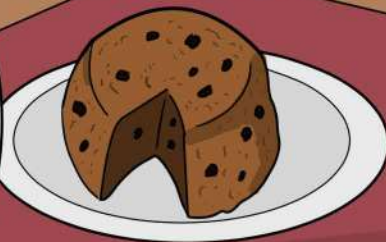
SE O ÁTOMO SÓ TIVESSE ELÉTRONS!

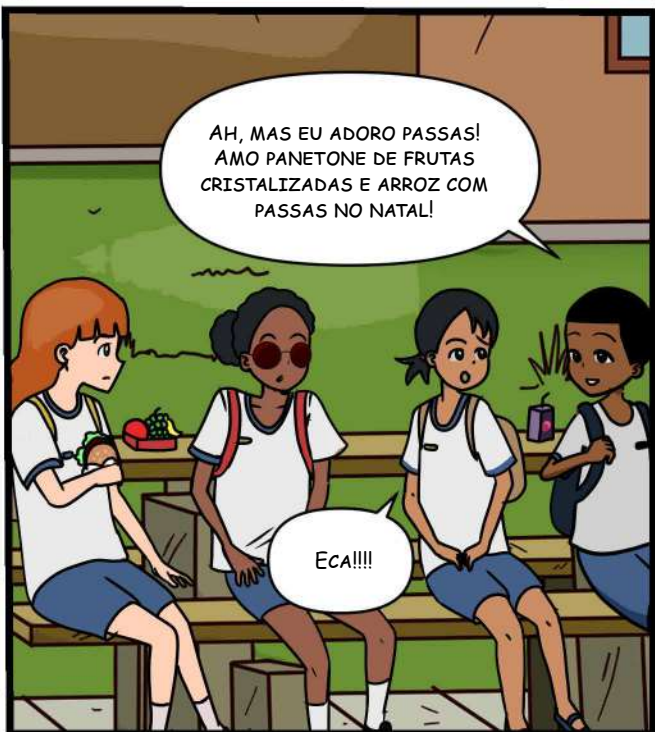
BOM, PENSANDO EM COMO RESOLVER ESSE PROBLEMA, THOMSON INVENTOU O MODELO ATÔMICO DO PUDIM DE PASSAS.

PUDIM DE PASSAS?

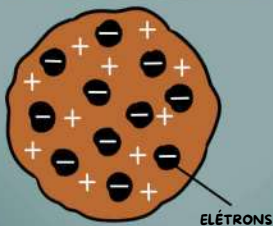


O NOME PUDIM DE PASSAS VEIO DE UM BOLO TÍPICAMENTE BRITÂNICO. ERA UM BOLO, MAS SABE-SE LÁ POR QUÊ, ELAS CHAMAVAM DE PUDIM. E NO MEIO DO BOLO, OU DO PUDIM, HAVIA AS PASSAS TANTO POR DENTRO QUANTO POR FORA.





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 PODEMOS CONVERSAR MAIS SOBRE ELAS.



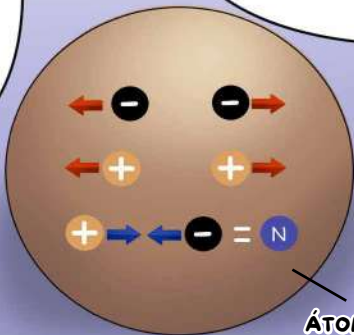
THOMSON TAMBÉM DESCOBRIU QUE OS ÁTOMOS SÃO NEUTROS. OU SEJA, ELAS NÃO DÃO CHOQUE. ELE OBSERVOU ISSO PELA SEGUINTE LÓGICA: SE TUDO É FEITO DE ÁTOMOS E OS OBJETOS NÃO DÃO CHOQUE, É PORQUE OS ÁTOMOS TAMBÉM NÃO DÃO CHOQUE. E DAÍ ELAS SÃO ELÉTRICAMENTE NEUTROS.



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.

- CARGA POSITIVA
- CARGA NEGATIVA
- CARGA NEUTRA

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!

ÁTOMO DE CARGA NEUTRA

NÃO ENTENDI FOI NADA!

NEM EU...

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?

...ALGUM TEMPO DEPOIS, NA AULA DE CIÊNCIAS...



O PUDIM DE PASSAS É BEM ASSIM MESMO COMO VOCÊ ESTÁ DIZENDO. 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.

DESSA FORMA, O PAI DO PUDIM DE PASSAS, 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.

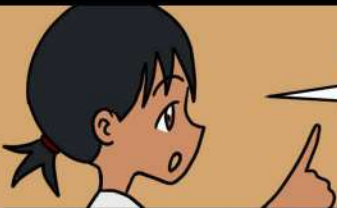


Modelo de J.J. Thomson




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.




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.



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?




É O QUE ACONTECE QUANDO VOCÊ PEGA NUMA PEDRA SUPER GELADA COM A MÃO ESQUERDA?

NOSSA... MINHA MÃO DIREITA FICA PELANDO DE QUENTE!

TIPO UMA PEDRA DE GELO? NOSSA, MINHA MÃO FICA DOENDO DE TÃO GELADA!

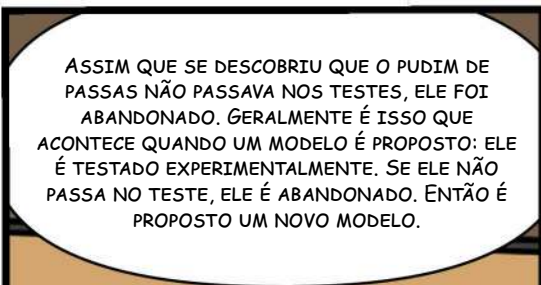
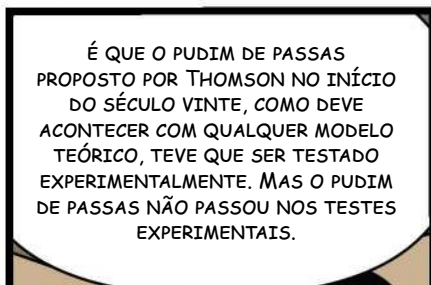


E O QUE ACONTECE SE VOCÊ JUNTA A MÃO DIREITA QUENTE COM A MÃO ESQUERDA GELADA?



HUM... ACHO QUE AGORA ENTENDI... O QUENTE E O GELADO 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!





...À NOITE...

POIS É... O PUDIM DE
PASSAS NÃO PASSOU NOS
TESTES EXPERIMENTAIS,
ENTÃO TEVE QUE SER
ABANDONADO.

LUÍSA, OLHE
PARA CIMA.



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.

ISSO MESMO!





A PESSOA QUE DESCOBRIU QUE O PUDIM DE PASSAS NÃO TINHA SENTIDO SE CHAMAVA ERNEST.

ERNEST?

SIM, ERNEST RUTHERFORD.

QUE NOME COMPLICADO.

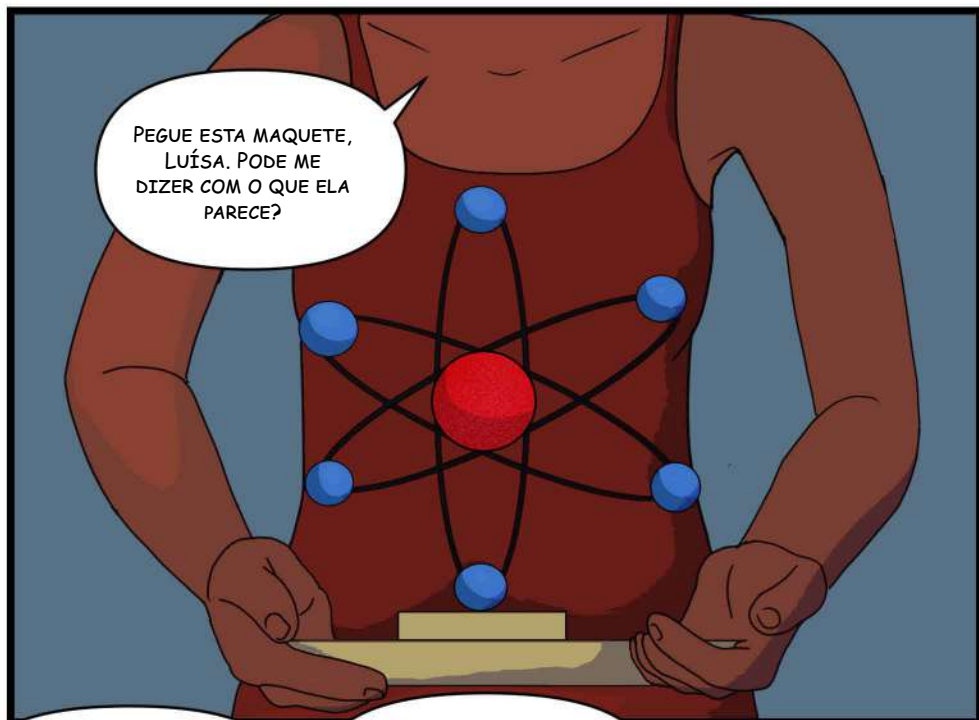
ERNEST DESCOBRIU UMA MANEIRA DE SONDAR O ÁTOMO E VER SE ELE PODERIA SER UM PUDIM DE PASSAS. NÃO FOI FÁCIL, MAS O EXPERIMENTO DELE CONCLUIU QUE NÃO TINHA COMO O ÁTOMO SER UM PUDIM DE PASSAS. ELE PERCEBEU QUE NÃO ERA POSSÍVEL TER UMA MASSA POSITIVA MISTURADA À PASSAS NEGATIVAS.

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.

COMO SERIA ENTÃO?

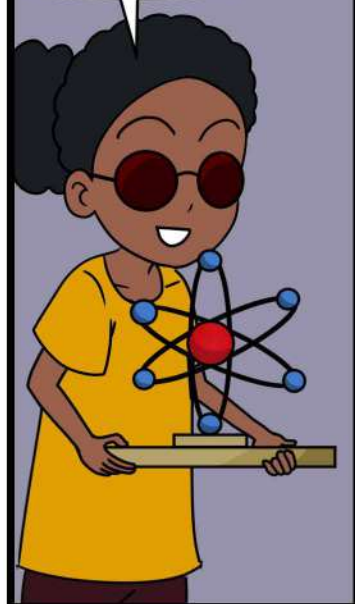
NOSSA! QUE INTERESSANTE!



PEGUE ESTA MAQUETE, LUÍSA. PODE ME DIZER COM O QUE ELA PARECE?


UAU! UM ÁTOMO QUE PARECE UM SISTEMA SOLAR. QUE LINDO!

SIM, SÓ QUE UM ÁTOMO MAIS CONSISTENTE COM OS EXPERIMENTOS.




NESSE ÁTOMO COM FORMA DE SISTEMA SOLAR, O 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!



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.



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.

NEM CONSIGO IMAGINAR ISSO! MAS PARECE REALMENTE MUITO PEQUENO!

NOSSA!

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?

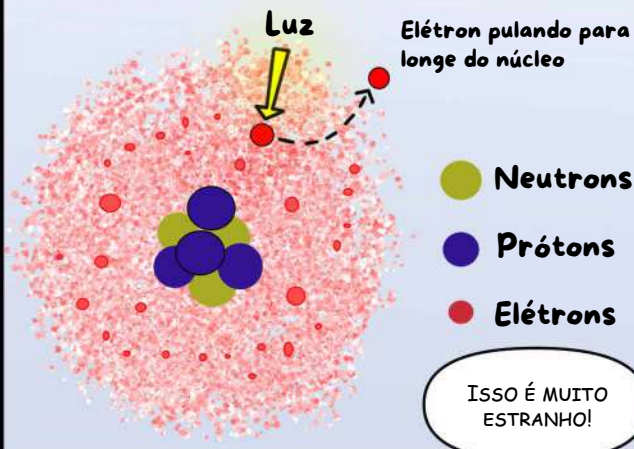


O ÁTOMO QUÂNTICO!

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.

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 ENTENDEI QUE NÃO É. ENTENDEI 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.





ISSO AÍ MESMO LUÍSA!
VOCÊ ENTENDEU
TUDINHO!!!

HEHEHEHE!

NO OUTRO DIA...



PESSOAL! A TIA BEA ME EXPLICOU,
QUE SURTIRAM NOVOS MODELOS
ATÔMICOS DEPOIS DO MODELO DO
PUDIM DE PASSAS. O PRIMEIRO ERA
TIPO UM SISTEMA SOLAR, ONDE OS
ELÉTRONS ERAM OS PLANETAS QUE
ORBITAVAM AO REDOR DO NÚCLEO,
QUE ERA TIPO O SOL.

MAS LOGO DEPOIS VEIO OUTRO
MODELO, QUE ERA O MODELO
QUÂNTICO, QUE DIZIA QUE
O MODELO DO SISTEMA SOLAR
NÃO FUNCIONARIA POIS
OS ELÉTRONS CAIRIAM NO
NÚCLEO, E QUE A LUZ NOS
ELÉTRONS EVITAVA ISSO...

COMO ASSIM?

...MAIS TARDE, NA AULA DE CIÊNCIAS...



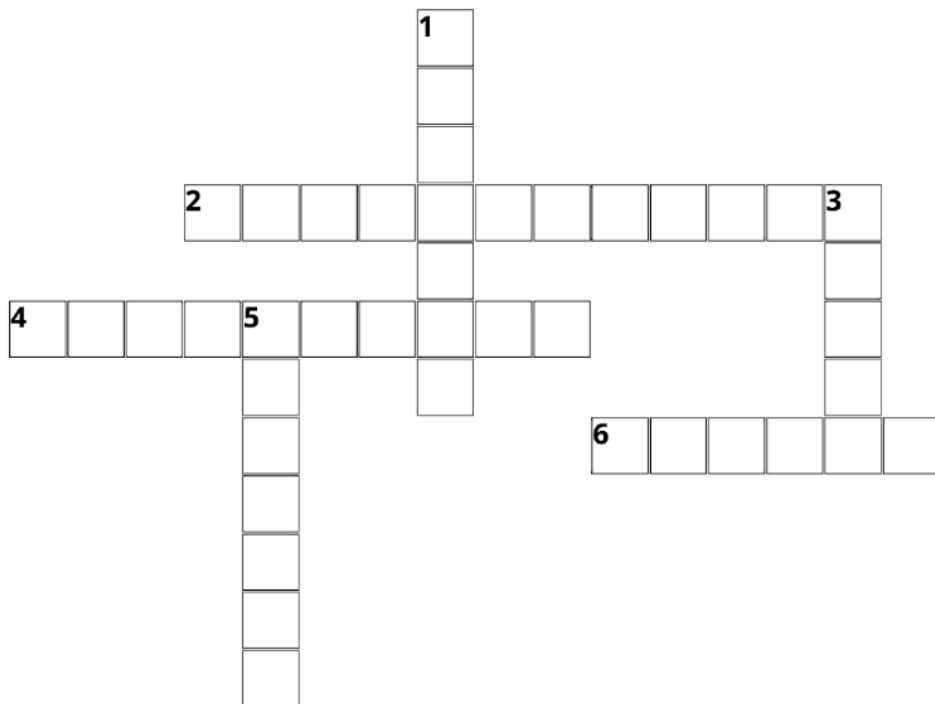
...NAQUELA NOITE...





PASSATEMPOS

PALAVRAS CRUZADAS



HORIZONTAIS

2. Modelo proposto por Thomson, comparando o átomo a uma sobremesa.
4. Cientista que descobriu o núcleo atômico através do experimento da folha de ouro.
6. Cientista que propôs o modelo de esfera maciça e indivisível do átomo.

VERTICAIS

1. Pesquisador que propôs o modelo atômico do "pudim de passas".
3. Unidade fundamental da matéria composta por prótons, nêutrons e elétrons.
5. Partícula subatômica com carga negativa descoberta por Thomson.

PASSATEMPOS

CAÇA PALAVRAS

As palavras deste caça palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, sem palavras ao contrário.

N	I	S	G	T	W	A	O	S	E	H	O	F	R	T	V	C	C
L	F	U	Y	S	O	I	L	H	A	A	C	E	U	D	A	H	I
H	T	E	S	N	D	T	E	H	O	R	V	N	T	N	A	T	R
U	C	M	S	K	E	O	R	E	N	A	D	A	H	R	D	E	L
Á	E	U	E	O	M	T	R	H	E	P	Y	Y	E	L	T	E	T
T	T	S	I	S	T	E	M	A	S	O	L	A	R	E	T	W	E
O	T	A	E	E	Y	L	S	S	H	O	R	A	F	H	S	T	E
M	D	I	S	T	I	É	E	O	D	A	L	T	O	N	U	E	N
O	E	C	A	H	T	T	A	U	T	E	R	M	R	R	C	N	L
S	T	L	E	T	S	R	O	T	A	D	S	E	D	L	H	A	S
S	M	O	D	S	G	O	S	A	X	O	R	I	U	M	T	R	N
C	O	A	V	O	G	N	T	D	N	E	S	B	T	C	N	I	T

DALTON

RUTHERFORD

THONSON

ELÉTRON

SISTEMASOLAR

ÁTOMO

PASSATEMPOS

JOGO DOS 7 ERROS



ANOTAÇÕES



A series of horizontal blue lines spanning the width of the page, providing a template for writing notes. There are 20 lines in total, evenly spaced from top to bottom.

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/COUN da UFPR nos biênios 2015-2017 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 Desenvolvimento Tecnológico 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 Ciência, 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 Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq - Nível 1C

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 Almanques 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 "Almanques para Popularização de

Ciência da Computação" chancelado pela SBC,

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

<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.

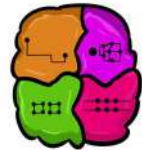
APOIO



IFSC UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO
Instituto de Física de São Carlos



Novo Amanhã de Pesquisa e Inovação
**FENÔMENOS EXTREMOS DO
UNIVERSO**



CONTÉUDO INTELECTUAL DE VEICULAÇÃO GRATUITA, SUA VENDA É PROIBIDA.

ISBN 978-857669616-2



9

788576

696162

ISBN 978-857669615-5



9

788576

696155

Acesse:

almanaquesdacomputacao.com.br