

# "Os moídos e pelejas desde o átomo clássico inté o átomo quântico"



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física  
Polo 31 - URCA - Juazeiro do Norte-CE

Poeta:  
SAMUEL FEITOSA  
Ilustrações:  
KHENNYA ARAÚJO  
Orientador:  
AUGUSTO NOBRE

olá, sou o professor George Ronan.  
Meu personagem foi criado em homenagem  
a uma pessoa muito especial com o mesmo  
nome, que dedicou sua vida a mostrar aos  
seus alunos que "A Física é linda" com seu  
jeito alegre e divertido de dar aula. E en  
por aqui farei o mesmo, convidando vocês a  
dar um passeio por esse mundo  
espetacular que é a Física!



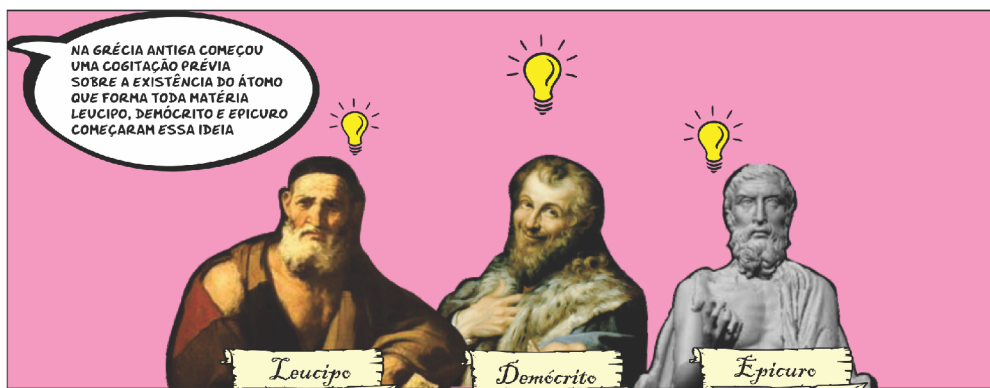
Este é o produto educacional fruto da dissertação de mestrado desenvolvida por Samuel dos Santos Feitosa, sob orientação do professor Francisco Augusto Silva Nobre, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Pólo 31, da Universidade Regional do Cariri - URCA.

O autor desenvolve o enredo da História em Quadrinhos “Os moidos e pelegas desde o átomo clássico até o átomo quântico”, apresentando o conteúdo de mecânica quântica em versos de Cordel.

As ilustrações foram produzidas por Khennya Maria Gonçalves de Araújo, que com sua brilhante criatividade e afinidade com a arte dos quadrinhos também tecer desenhos que enriqueceram a comunicação da história.

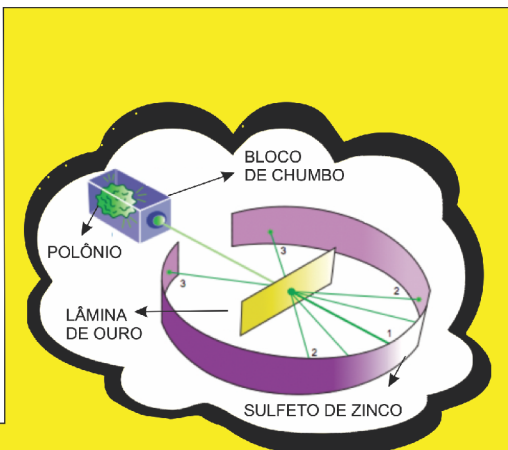


# PARTE 1 - FÍSICA CLÁSSICA











# PARTE 2 - FÍSICA QUÂNTICA

TIO GEORGE ESTÁ DE VOLTA  
PRA ESTUDAR A NATUREZA  
DA ESTRUTURA DA MATÉRIA  
TRABALHANDO COM CLAREZA  
TÓPICOS DA FÍSICA QUÂNTICA  
PRA ENTENDER SUA BELEZA

TEORIA  
Quântica



X



NO INÍCIO DO SÉCULO XX  
TEVE UMA REVOLUÇÃO  
COM A TEORIA QUÂNTICA  
PROPONDO NOVA VISÃO  
PARA OS ESTUDO DA MATÉRIA  
APRESENTOU EXPLICAÇÃO

A ORIGEM DA TEORIA QUÂNTICA  
FOI A PLANCK ATRIBUÍDA  
AO EXPLICAR QUE A RADIAÇÃO  
POR UM CORPO TRANSMITIDA  
OCORRE DE FORMA QUANTIZADA  
EM PACOTES EMITIDA



Max Planck

O QUE PLANCK QUIS DIZER  
IREI AQUI EXEMPLIFICAR  
QUANDO ÁTOMO AQUECER  
E ENERGIA LIBERAR  
LUZ COM CORES DIFERENTES  
ELE IRÁ IRRADIAR

Temperatura  
Ambiente

Temperatura  
2000K

Temperatura  
4000K

Temperatura  
6000K



NO FINAL DO SÉCULO XIX  
SE BUSCAVA EXPLICAÇÃO  
PARA OS GASES AQUECIDOS  
QUE EMITEM RADIAÇÃO  
COM LINHAS COLORIDAS SEPARADAS  
NO SEU ESPECTRO DE EMISSÃO

POIS SE A RADIAÇÃO  
ESTIVER SENDO LANÇADA  
PARA UM PRISMA TRANSPARENTE  
ONDE ELA É DESVIADA  
OCORRE A DISPERSÃO  
SUA LUZ É ESPALHADA



Bico de Bunsen



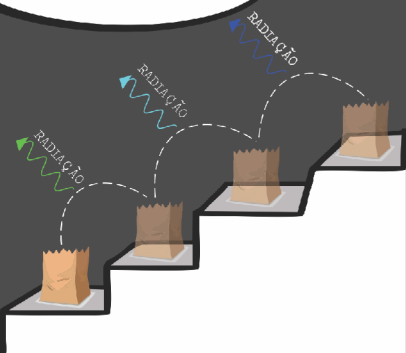
Prisma

Espectro  
de  
Emissão





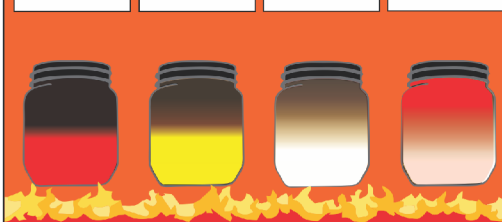
O ARRETADO MAX PLANCK  
PENSOU NUMA SOLUÇÃO  
PROPÔS A ENERGIA DESCONTINUA  
NA ABSORÇÃO E NA TRANSMISSÃO  
LIBERADAS EM PACOTES:  
QUANTA DE RADIAÇÃO



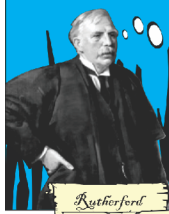
DA IDEIA DESSE MACHO VÊI  
SURTIU A QUANTIZAÇÃO  
AO ESTUDAR TROCA DE ENERGIA  
SEJA NA ABSORÇÃO OU EMISSÃO  
DOS CORPOS AQUECENDO  
QUE EMITEM RADIAÇÃO



Temperatura 500K	Temperatura 3200K	Temperatura 1750K	Temperatura 5500K
---------------------	----------------------	----------------------	----------------------



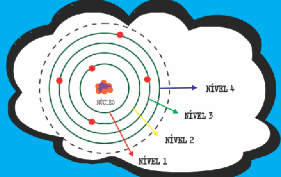
A TEORIA QUÂNTICA DO ÁTOMO  
SURTIU COM NIELS BOHR  
AO JUNTAR A IDEIA DE PLANCK  
E O ESTUDO DE ROTHERFORD  
USOU CONCEITO DE QUANTIZAÇÃO  
PRA EXPLICAR TUDO MELHOR



+



=

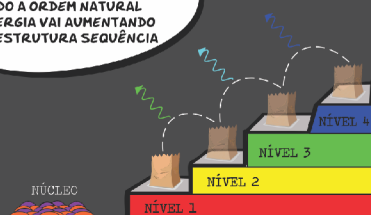


O NÚCLEO CONTINUOU NO CENTRO  
RODEADO POR CAMADAS  
SEPARADAS UMAS DAS OUTRAS  
EM ÓRBITAS ESPAÇADAS  
ELAS SÃO OS NÍVEIS DE ENERGIAS  
POR ELÉTRONS OCUPADAS



NA ELETROFERA A ENERGIA  
DO ELÉTRON É QUANTIZADA  
EM CADA CAMADA O SEU VALOR  
TERÁ MEDIDA FIXADA  
E A DISTÂNCIA DE CADA ÓRBITA  
PRA O NÚCLEO É VARIADA

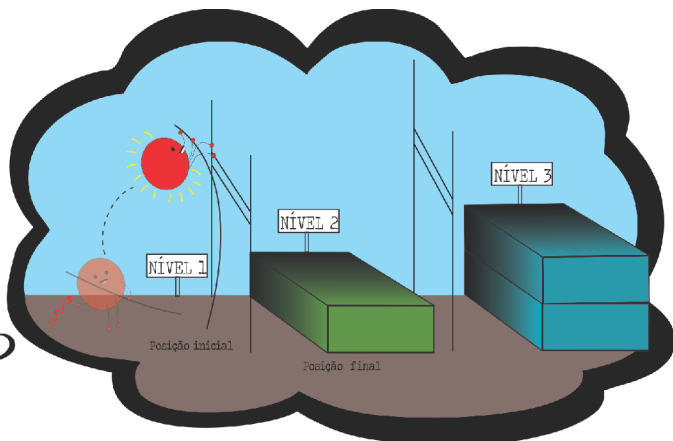
TEM O MENOR NÍVEL DE ENERGIA,  
ESTADO FUNDAMENTAL,  
DEPOIS SEGUNDO, TERCEIRO...  
SEGUINDO A ORDEM NATURAL  
COM ENERGIA VAI AUMENTANDO  
NESSA ESTRUTURA SEQUÊNCIA



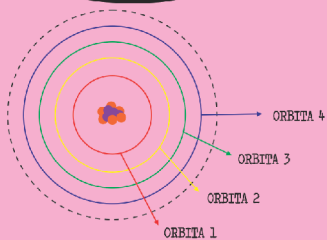


BORH MELHOROU AS ÓRBITAS COM A SUA TEORIA  
EXPLICOU O SALTO QUÂNTICO ONDE O ELÉTRON PULARIA DE UMA CAMADA PARA OUTRA AO MUDAR A ENERGIA

ESSE FENÔMENO INTERESSANTE NÓS IREMOS ESTUDAR POIS SALTO ENTRE CAMADAS OS ELÉTRONS PODEM DAR PULANDO DE NÍVEL PARA OUTRO SE A ENERGIA VARIAR



PERTO OU LONGE DO NÚCLEO UM ELÉTRON PODE ESTAR COM VALOR DE ENERGIA FIXA NA ÓRBITA QUE OCUPAR POIS A MEDIDA É QUANTIZADA NO NÍVEL QUE ELE FICAR



O ELÉTRON NÃO LIBERA LUZ POR ESTAR ACCELERADO ELA VEM DO SALTO QUÂNTICO POR ELE REALIZADO EMITINDO RADIAÇÃO PELO FÓTON LIBERADO

O ELÉTRON RECEBE RADIAÇÃO E SOBE PARA OUTRO ESTADO QUANDO PERDE ENERGIA O FÓTON É EJETADO ELE VOLTÁ PARA UM NÍVEL MENOR DEIXA TUDO EQUILIBRADO



AS LINHAS NOS ESPECTROS APARECEM COLORIDAS DEPENDEM DAS FREQUÊNCIAS PELOS FÓTONS TRANSMITIDAS VÁRIOS ELÉTRONS ESTÃO SALTANDO TENDO LUZES EMITIDAS

FÓTONS SÃO PARTÍCULAS DE LUZ COM FREQUÊNCIA ASSOCIADA ELA DEPENDE DA RADIAÇÃO NA TRANSIÇÃO LIBERADA QUANTO MAIOR O SALTO MAIS ENERGIA EMANADA



O MODELO ATÔMICO DE BOHR FOI UMA CRIAÇÃO ARRETADA A ENERGIA DO FÓTON POR ELE FOI CALCULADA MULTIPLICANDO A CONSTANTE DE PLANCK COM FREQUÊNCIA IRRADIADA

energia

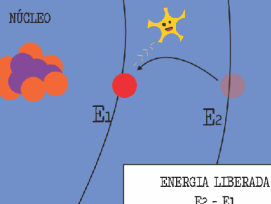
$$E = hf$$

constante de Planck

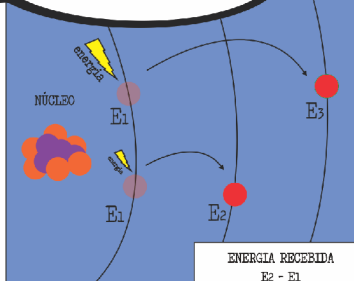
frequência

A RADIAÇÃO DO ELÉTRON TEM SUA MEDIDA IGUAL A ENERGIA DO ESTADO FINAL SUBTRAÍDA A INICIAL É LIBERADA PELO FÓTON NO SALTO FENOMENAL

NESTE TIPO DE SALTO QUÂNTICO OS ELÉTRONS VÃO PERDER UMA QUANTIDADE DE ENERGIA QUE O FÓTON VAI RECEBER COM TODA ESSA EXPLICAÇÃO FICOU FÁCIL DE ENTENDER



JÁ QUANDO ABSORVER RADIAÇÃO OS ELÉTRONS VÃO AUMENTAR O SEU NÍVEL DE ENERGIA E DE ÓRBITA MUDAR QUANTO MAIOR A QUANTIDADE MAIS LONGE PODE SALTAR

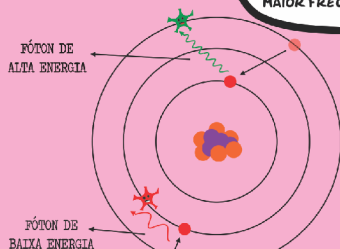


QUANDO O ÁTOMO RECEBE ENERGIA HÁ O ESPECTRO DE ABSORÇÃO MAS SE UMA QUANTIDADE FOR LIBERADA TEM O ESPECTRO DE EMISSÃO ESSAS TROCAS SÓ ACONTECEM DEVIDO A QUANTIZAÇÃO

O FÓTON É EMITIDO OU LIBERADO EMITE RADIAÇÃO POIS O ELÉTRON PERDE ENERGIA E SOFRE UMA TRANSIÇÃO DE UM MAIOR NÍVEL DE ENERGIA PRA O MAIS BAIXO MEU PATRÃO

A ENERGIA DESSE FÓTON TEM A VER COM AS CAMADAS POIS DEPENDE DA DISTÂNCIA QUE SEPARAM AS DANADAS QUE VALOR SERÁ MAIOR ESTANDO MAIS AFASTADAS

A COR DESSE FÓTON SERÁ INFLUENCIADA PELA QUANTIDADE DE RADIAÇÃO QUE POR ELE É LEVADA QUANTO MAIS ENERGIA MAIOR FREQUÊNCIA AGREGADA



ENTÃO PRESTE ATENÇÃO POIS É FÁCIL ENTENDER QUE A ENERGIA DESSES FÓTONS É BEM SIMPLES DE PREVER QUANTO MENOR O SEU VALOR BAIXA FREQUÊNCIA ELE VAI TER

É IMPORTANTE ENTENDER  
PRESTE ATENÇÃO VOU CONTAR  
QUE PARA CADA ELEMENTO  
SEU ÁTOMO VAI MOSTRAR  
PRÓPRIOS NÍVEIS DE ENERGIAS  
COM ARRANJO SINGULAR



HIDROGÊNIO



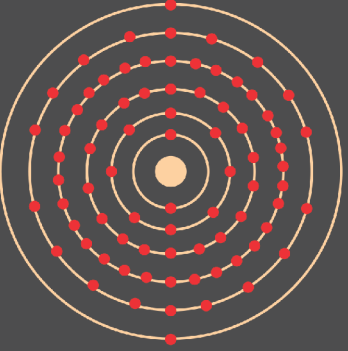
CARBONO



HÉLIO



MERCÚRIO



HIDROGÊNIO




HÉLIO



MERCÚRIO



POR ISSO CADA ELEMENTO  
É QUE IRÁ APRESENTAR  
SUAS LINHAS ESPECTRAIS  
COM PADRÃO PARTICULAR  
OS saltos dos seus elétrons  
cores únicas vai dar



O ÁTOMO DE CADA ELEMENTO  
TEM PRÓPRIA DIMENSÃO  
ÚNICO NÚMERO DE ELÉTRONS  
QUE OBEDECEM UM PADRÃO  
SUA DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA  
TEM ÚNICA ARRUMACÃO

HIDROGÊNIO



PRÓTONS: 1  
ELÉTRONS: 1

CARBONO

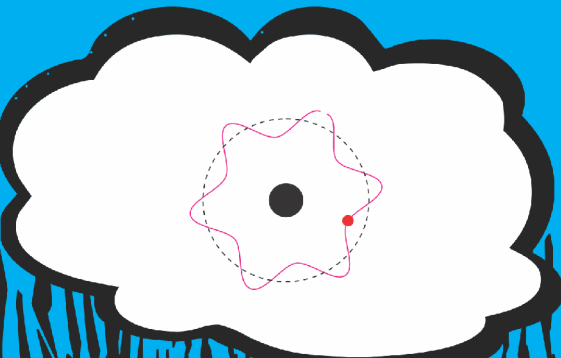


PRÓTONS: 6  
ELÉTRONS: 6

EM 1924 DE BROGLIE APRESENTOU  
UMA NOVA EXPLICAÇÃO  
PARA O MOVIMENTO DO ELÉTRON  
QUE APRESENTA OSCILAÇÃO  
SE COMPORTANDO COMO ONDA  
BRILHANTE INTERPRETAÇÃO



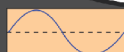
*Louis de Broglie*



COM MOVIMENTO ONDULATÓRIO O ELÉTRON INDICARÁ DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA QUE NO ÁTOMO HAVERÁ QUANTO MAIS EXTERNA A ÓRBITA MAIS VEZES OSCILARÁ

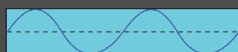
QUANDO O ELÉTRON OSCILAR VAI PERCORRE UMA DISTÂNCIA REALIZANDO UM MOVIMENTO SEM PERDER SUA ELEGÂNCIA ENTÃO VAMOS ENTENDER PORQUE ISSO TEM IMPORTÂNCIA

AO COMPLETAR O MOVIMENTO O ELÉTRON VAI APRESENTAR NÚMERO DE OSCILAÇÕES PARA ENTÃO DETERMINAR CADA NÍVEL DE ENERGIA COM VALOR PARTICULAR



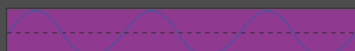
Nível 1

1 comprimento de onda



Nível 2

2 comprimentos de onda



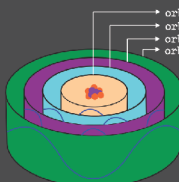
Nível 3

3 comprimentos de onda



Nível 4

4 comprimentos de onda



QUERO DIZER QUE CADA ÓRBITA TERÁ SUA DIMENSÃO DADA PELO COMPRIMENTO DE ONDA E O TOTAL DE OSCILAÇÃO QUE MULTIPLICADOS DÁ O VALOR DA EXTENSÃO

comprimento  
circunferência

$$C = n \lambda$$

número  
de oscilação

comprimento  
de onda



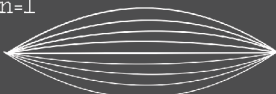
A CIRCUNFERÊNCIA DA ÓRBITA ONDE O ELÉTRON HABITAR TERÁ MAIOR COMPRIMENTO QUANTO MAIS ELE VIBRAR JÁ NA ÓRBITA MAIS INTERNA SÓ UMA VEZ VAI OSCILAR

NO SEGUNDO NÍVEL DE ENERGIA DUAS VEZES VAI VIBRAR NO TERCEIRO NÃO É DIFERENTE TRÊS VEZES ATÉ PARAR SEGUINDO AS OSCILAÇÕES QUANTAS VEZES PRECISAR

CADA ÓRBITA TEM COMPRIMENTO E A MEDIDA É PADRÃO O MOVIMENTO DO ELÉTRON EXPLICA A QUANTIZAÇÃO A ENERGIA EM CADA NÍVEL É FRUTO DA OSCILAÇÃO



n=1



n=2



n=3



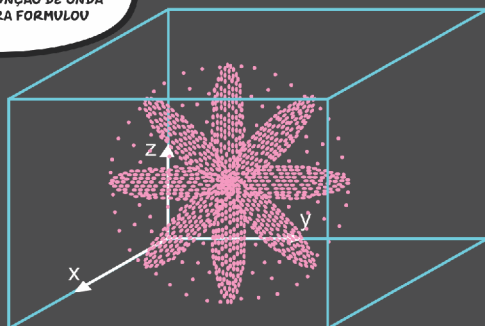
n=4



NO ÁTOMO QUÂNTICO  
MODELO MAIS ATUAL  
NÃO SE LOCALIZA O ELÉTRON  
EM POSIÇÃO PONTUAL  
CALCULAMOS A PROBABILIDADE  
DELE ESTÁ EM UM LOCAL

ORBITAIS TRIDIMENSIONAIS  
SCHRÖDINGER INVENTOU  
E OS FENÔMENOS ATÔMICOS  
TAL TEORIA EXPLICOU  
ATRAVÉS DA FUNÇÃO DE ONDA  
QUE ESSE CABRA FORMULOU

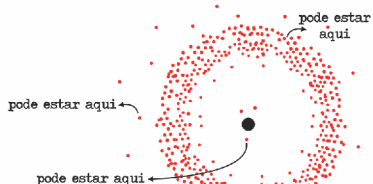
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + U\psi = E\psi$$



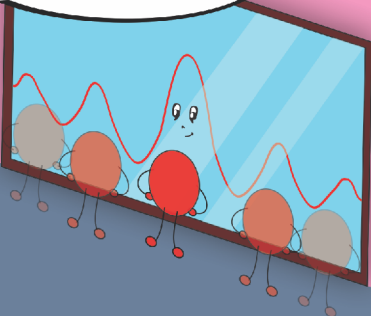
NUVENS ELETRÔNICAS  
APARECEM PRA ILUSTRAR  
OS DIVERSOS LOCAIS  
ONDE O ELÉTRON PODE ESTAR  
SÃO ONDAS DE PROBABILIDADE  
QUE PODEMOS CALCULAR



Schrödinger



A AMPLITUDE DA ONDA  
NOS FORNECE A INFORMAÇÃO  
DA PROBABILIDADE DO ELÉTRON  
ESTÁ NUMA REGIÃO  
MAS NÃO DEFINE EXATAMENTE  
QUAL A SUA POSIÇÃO



DA FÍSICA CLÁSSICA À QUÂNTICA  
FOI UMA LONGA CONSTRUÇÃO  
ESPERO QUE VOCÊS  
BUSQUEM MAIS INFORMAÇÃO  
POR AQUI VAMOS FICANDO  
ENCERRANDO A DISCUSSÃO

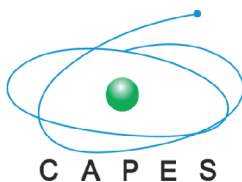


FIM



*Universidade Regional  
do Cariri - URCA*

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física  
Polo 31 - URCA - Juazeiro do Norte-CE





# Agradecimentos:

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico FUNCAP, pelo suporte financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

E a Sociedade Brasileira de Física - SBF, por abraçar o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF / PROFISICA.



**Autor:**  
**Samuel dos Santos Feitosa**



**Desenhos e Arte Final:**  
**Khennya Maria Gonçalves de Araújo**



**Diagramado e impresso em:**  
**Garagem Gráfica**