A young boy with brown hair, wearing a light blue shirt and a dark jacket, is sitting at a red table in a library, reading a large open book. The background is filled with bookshelves. A large green shape is overlaid on the top right of the image.

# Contradições e Desafios na Educação Brasileira 2

Willian Douglas Guilherme  
(Organizador)

**Willian Douglas Guilherme**

(Organizador)

# **Contradições e Desafios na Educação Brasileira**

## **2**

Atena Editora

2019



2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C764	Contradições e desafios na educação brasileira 2 [recurso eletrônico] / Organizador Willian Douglas Guilherme. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Contradições e Desafios na Educação Brasileira; v. 2)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-374-3 DOI 10.22533/at.ed.743190106  1. Educação e Estado – Brasil. 2. Educação – Aspectos sociais. 3. Educação – Inclusão social. I. Guilherme, Willian Douglas. II. Série.  CDD 370.710981
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior   CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O livro “Contradições e Desafios na Educação Brasileira” foi dividido em 4 volumes e reuniu autores de diversas instituições de ensino superior, particulares e públicas, federais e estaduais, distribuídas em vários estados brasileiros. O objetivo desta coleção foi de reunir relatos e pesquisas que apontassem, dentro da área da Educação, pontos em comuns.

Neste 2º Volume, estes pontos comuns convergiram nas temáticas “Interdisciplinaridade e educação” e “Um olhar crítico sobre a educação”, agrupando, respectivamente, na 1ª parte, 11 artigos e na 2ª, 13 artigos.

A coleção é um convite a leitura. No 1º Volume, os artigos foram agrupados em torno das “Ações afirmativas e inclusão social” e “Sustentabilidade, tecnologia e educação”. No 3º Volume, continuamos com a “Interdisciplinaridade e educação” e abordamos a “Educação especial, família, práticas e identidade”. E por fim, no 4º e último Volume, reunimos os artigos em torno dos temas “Dialogando com a História da Educação Brasileira” e “Estudo de casos”, fechando a publicação.

Entregamos ao leitor o livro “Contradições e Desafios na Educação Brasileira” com a intenção de cooperar com o diálogo científico e acadêmico e contribuir para a democratização do conhecimento.

Boa leitura!

Willian Douglas Guilherme

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A CONTRIBUIÇÃO DE UM FÓRUM PARTICIPATIVO NO ENTENDIMENTO DA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS DITO COMO O “IDEAL”	
<i>Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi</i> <i>Antônio Geilson Matias Monteiro</i> <i>Maria Aparecida Silva Furtado</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7431901061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
A EDUCAÇÃO FÍSICA E A CONEXÃO DE SABERES: EXPERIÊNCIAS E VIVÊNCIAS DO FAZER PEDAGÓGICO NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR	
<i>Dennys Gomes Ferreira</i> <i>Milton Melo dos Reis Filho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7431901062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
A OLIMPÍADA NACIONAL DE HISTÓRIA DO BRASIL COMO UMA POLÍTICA PÚBLICA DE REVITALIZAÇÃO DO APRENDIZADO	
<i>José Luiz Pereira de Moraes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7431901063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
A QUÍMICA DOS SOLOS: O ENSINO DE CIÊNCIAS SOB O OLHAR ATENTO EM SALA DE AULA	
<i>Luana Marciele Morschheiser</i> <i>Jéssica Scherer Baptaglin</i> <i>Claudia Almeida Fioresi</i> <i>Gisele Louro Peres</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7431901064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
A QUÍMICA NO PROCESSO ALIMENTAR: FUNÇÕES QUÍMICAS E REAÇÕES QUÍMICAS DOS ALIMENTOS	
<i>Jéssica Scherer Baptaglin</i> <i>Luana Marciele Morschheiser</i> <i>Claudia Almeida Fioresi</i> <i>Gisele Louro Peres</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7431901065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>61</b>
A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO NO ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	
<i>Márcia Santos Anjo Reis</i> <i>Denise de Castro Assis</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7431901066</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>74</b>
CONHECIMENTO MATEMÁTICO, EMANCIPAÇÃO HUMANA E LIBERDADE	
<i>Robson André Barata de Medeiros</i>	
<i>Lana Jennyffer Santos Nazareth</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7431901067</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>85</b>
CONTRIBUIÇÕES DE ACADÊMICOS ESPECIALISTAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS NA PERIFERIA DA CONSTRUÇÃO DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR BRASILEIRA	
<i>Cláudia Lino Piccinini</i>	
<i>Rosa Maria Correa das Neves</i>	
<i>Maria Carolina Pires de Andrade</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7431901068</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>100</b>
LUDICIDADE NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO INFANTIL	
<i>Simone Cardoso Silva</i>	
<i>Vívian da Silva Lobato</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7431901069</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>106</b>
O DESENHO INFANTIL E A RELAÇÃO COM A AQUISIÇÃO DA LINGUAGEM ESCRITA NA EDUCAÇÃO INFANTIL	
<i>Jennifer Damiane Baia Vila Nova</i>	
<i>Neide Maria Fernandes Rodrigues de Sousa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74319010610</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>112</b>
TICAS DE MATEMA NA MATEMÁTICA ESCOLAR: TRANSDISCIPLINARIDADE E ENSINO DE MATEMÁTICA	
<i>Adauto Nunes da Cunha</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74319010611</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>127</b>
A AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL: ALGUMAS CRÍTICAS À LÓGICA DE MERCADO	
<i>Rosane Toebe Zen</i>	
<i>Maria Cristina Da Silveira Galan Fernandes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74319010612</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>141</b>
A IMPORTÂNCIA DA TEORIA CRÍTICA DO CURRÍCULO PARA UMA EDUCAÇÃO CIDADÃ	
<i>Madison Rocha Ribeiro</i>	
<i>Rosilândia de Souza Rodrigues</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74319010613</b>	

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>148</b>
ABORDAGEM TEMÁTICA FREIREANA: INTERVENÇÃO ACERCA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA NO CONTEXTO ESCOLAR	
<i>Juliete Gomes Póss Asano</i>	
<i>Priscila Carozza Frasson Costa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74319010614</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>160</b>
ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DISTANCE EDUCATION: LOSSES AND WINNINGS	
<i>Felipe Santana Machado</i>	
<i>Aloysio Souza de Moura</i>	
<i>Ravi Fernandes Mariano</i>	
<i>Carla Gonçalo Domiciano</i>	
<i>Rosângela Alves Tristão Borém</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74319010615</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>167</b>
ARQUIVO E AUTORIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE ESPANHOL: O FUNCIONAMENTO DA LÍNGUA ESTRANGEIRA NO ENSINO FUNDAMENTAL	
<i>Elen Cristina Nascimento Coelho</i>	
<i>Soraya Maria Romano Pacífico</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74319010616</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>178</b>
AVALIAÇÃO NOS CICLOS PEDAGÓGICOS: CONCEPÇÕES E PRÁTICAS	
<i>Ana Carolina Souza Azevedo</i>	
<i>Ireuda da Costa Mourão</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74319010617</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>191</b>
AVALIAÇÃO NACIONAL DE ALFABETIZAÇÃO (ANA): UMA POLÍTICA DE REGULAÇÃO OU EMANCIPAÇÃO(?)	
<i>Fernanda Barros Ataídes</i>	
<i>Simone Freitas Pereira Cost</i>	
<i>Olenir Maria Mendes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74319010618</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>202</b>
CÂMARA DE NUVENS: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL DIDÁTICA	
<i>Lucas Maquedano da Silva</i>	
<i>Pedro Haerter Pinto</i>	
<i>João Marcos Fávoro Lopes</i>	
<i>Fernando Tiemi Karia</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74319010619</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>211</b>
CONSIDERAÇÕES SOBRE O EXERCÍCIO DA DOCÊNCIA NO ENSINO SUPERIOR ATRAVÉS DA EXPERIÊNCIA NO PROGRAMA DE MONITORIA	
<i>Dhessica da Silva Lima</i>	
<i>Debora Brito Lima</i>	



**CAPÍTULO 21 ..... 216**

DIÁLOGOS SOBRE O CURRÍCULO INTEGRADO E SUAS IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO BÁSICA, EM BRAGANÇA-PA

*Mequias Pereira de Oliveira*

*Magda Sousa Santana*

*Rogério Andrade Maciel*

**DOI 10.22533/at.ed.74319010621**

**CAPÍTULO 22 ..... 225**

DIFICULDADES ESTRUTURAIS ENFRENTADAS POR PROFESSORES DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA REDE MUNICIPAL DE ENSINO DAS ZONAS CENTRO-OESTE E LESTE DA CIDADE DE MANAUS/AM

*Dennys Gomes Ferreira*

*Érika Morgana Felix do Nascimento*

**DOI 10.22533/at.ed.74319010622**

**CAPÍTULO 23 ..... 237**

HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR NO BRASIL: MUDANÇAS E PERMANÊNCIAS DAS CONCEPÇÕES DE CURRÍCULO

*Pedro Paulo Souza Brandão*

**DOI 10.22533/at.ed.74319010623**

**CAPÍTULO 24 ..... 243**

O MAL-ESTAR NO TRABALHO DO PROFESSOR DA EDUCAÇÃO BÁSICA: PRECISAMOS FALAR SOBRE ISSO

*Camila Carolina Alves Assis*

*Laís Leni Oliveira Lima*

**DOI 10.22533/at.ed.74319010624**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 249**

## CÂMARA DE NUENS: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL DIDÁTICA

### Lucas Maquedano da Silva

lucasmaquedanosilva@gmail.com Universidade  
Estadual de Maringá, PET-Física  
Maringá - Paraná

### Pedro Haerter Pinto

pedrohaerter.095@gmail.com

### João Marcos Fávaro Lopes

joao\_marcos\_fl@hotmail.com

### Fernanda Tiemi Karia

fernandatiemikaria@gmail.com

**RESUMO:** A câmara de nuens é um equipamento, inventado por Charles Wilson em 1911, que proporciona a observação de partículas subatômicas vindas de estrelas distantes, os chamados raios cósmicos. O presente trabalho tem por finalidade o estudo dessas partículas - desde um resgate histórico da origem e desenvolvimento do modelo atômico até o atual modelo ao qual as partículas elementares estão organizadas, o Modelo Padrão - e visualização das mesmas a partir da fabricação e utilização de uma câmara similar à inventada por Wilson. Foram utilizados materiais simples e de baixo custo, além da substituição do gelo seco (usualmente empregado) pelo nitrogênio líquido, cuja obtenção pode ser mais acessível. Os eventos foram gravados em vídeo e as imagens analisadas para a classificação das partículas. A montagem do

aparato consiste em um recipiente de vidro, recoberto internamente com camurça, apoiado à uma chapa de metal acoplada em uma haste de cobre, a qual será imersa em uma garrafa térmica com nitrogênio líquido. Adicionando então álcool na camurça este irá evaporar e, decorrente ao resfriamento da chapa por condução (entre a haste e o nitrogênio), condensará formando uma camada supersaturada. Pode-se ver então o rastro que raios cósmicos - em geral elétrons, prótons, Múons e Píons oriundos de explosões estelares - deixam ao ionizar as moléculas de álcool. Foi possível visualizar, gravar e catalogar diversas dessas partículas segundo o comprimento, espessura e desvios deixados por seus traços.

**PALAVRAS-CHAVE:** Raios cósmicos, Física de partículas, Modelo padrão, Câmara de nuens.

**ABSTRACT:** The Cloud Chamber is an equipment, invented by Charles Wilson in 1911, which provides the observation of subatomic particles from distant stars, the so-called cosmic rays. The aim of the present work is to study these particles - from a historical rescue of the origin and development of the atomic model to the current model to which the elementary particles are organized, the so-called "Standard Model" - to the visualization of them from the manufacture and use of a similar to the one invented by Wilson. Simple and low cost

materials were used, as well as the replacement of dry ice (usually used) by liquid nitrogen, which can be obtained more easily. The events were videotaped and the images analyzed for particle classification. The apparatus assembly consists of a glass container, internally covered with chamois, supported on a metal plate attached to a copper rod, which will be immersed in a liquid nitrogen gas bottle. Then adding alcohol to the suede will evaporate and due to the cooling of the plate by conduction (between the rod and the nitrogen), will condense forming a supersaturated layer. One can then see the trace that cosmic rays - usually electrons, protons, múons and pions from stellar explosions - leave to ionize the molecules of alcohol. It was possible to visualize, record and catalog several of these particles according to the length, thickness and deviations left by their traces.

**KEYWORDS:** Cosmic rays, Particle physics, Standard model, Cloud chamber.

## 1 | INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por finalidade o estudo das partículas subatômicas, os chamados raios cósmicos, vindas do espaço provenientes de explosões estelares e que, ao colidirem com os átomos da atmosfera, decaem em partículas elementares. Parte dessas novas partículas se decompõe na própria atmosfera enquanto outras (em sua maioria elétrons, múons, prótons e pions) alcançam o nível do solo. Victor Hess, em seus experimentos com balões, foi o primeiro a estudar os raios cósmicos e sua relação com a altitude terrestre. Essas observações foram inovadas quando seu contemporâneo, Charles Wilson, criou em 1911 a câmara de nuvens.

Objetiva-se nesse artigo o ensino da montagem de uma câmara similar à de Wilson, construída a partir de materiais simples e de baixo custo, assim como a fotografia e a análise das partículas observadas por meio deste aparato. Nessa perspectiva, a câmara de nuvens se apresenta como um equipamento didático e fácil de reproduzir, utilizada para o ensino e estudo do átomo e seus constituintes. Visto então sua aplicabilidade, se desenvolverá uma fundamentação histórica da evolução da teoria atômica.

## 2 | O ÁTOMO AO LONGO DA HISTÓRIA

Desde os primórdios do pensamento humano o homem vem se preocupando com a composição do Universo. Culturas orientais como o bramanismo, budismo e jainismo e no Ocidente com a filosofia grega, já se construía a ideia da matéria ser formada de partículas menores. Leucipo de Abdera, no século V a.C., estimou a existência de pequenos corpos indivisíveis, sólidos e de diversos formatos geométricos que constituiriam tudo o que há no mundo (incluindo -depois por seus discípulos- os sentidos, as ações e a alma humana) dando origem ao pensamento do “átomo”, do latim “indivisível”.

Mesmo que outras hipóteses tenham surgido ao longo do tempo, foi somente no ano de 1803 que as evidências experimentais ganharam uma teoria operacional condizente, pelo químico e meteorologista John Dalton. A partir de seus estudos sobre os gases, Dalton correlacionou as massas relativas dos elementos químicos com as das combinações que estes apresentavam em seus compostos, considerando que mesmos elementos fossem sempre iguais em massa, tamanho e forma; além disso, por esses elementos consistirem nas unidades fundamentais da matéria, Dalton denominava-os como átomos.

Até o ano de 1897 tinha-se na comunidade científica uma grande dúvida acerca do experimento com os tubos de raios catódicos - tubos de vidro contendo um gás a baixas pressões e submetido à descargas elétricas. A dúvida quanto a natureza corpuscular ou ondulatória do feixe luminoso formado, e defletido quando sujeito a um campo magnético, foi melhor esclarecida por J. J. Thomson, que já desenvolvia estudos sobre a relação entre massa e energia, os quais seriam usados posteriormente por Einstein em suas teorias. O fenômeno era para Thomson proveniente de uma partícula mínima, o elétron, motivando-o a elaborar um novo modelo para o átomo, passando a ser constituído de elétrons que giravam em círculos, todos eles dentro de uma bolha positivamente carregada, explicando não só os raios catódicos mas também os processos de eletrização e ionização da matéria.

Houve uma grande dificuldade pelos cientistas em aceitar as ideias de Thomson, com esse propósito, ele sugeriu que as partículas fossem então fotografadas, encarregando seu aluno Charles T. R. Wilson desta tarefa, que em 1911 foi finalmente concluída em um experimento conhecida como câmara de nuvens. Nesse mesmo ano, Ernst Rutherford publica um artigo sobre um novo modelo atômico.

Rutherford, em seus notáveis trabalhos com a radiação, pediu à dois de seus alunos que bombardeassem uma fina folha de ouro com radiação alfa e medissem o espalhamento dessas partículas (o chamado experimento Geiger-Marsden, em homenagem aos alunos). Segundo o modelo de Thomson, todas as partículas alfa deveriam atravessar a folha, mas o surpreendente resultado foi que algumas poucas partículas (cerca de 1 em 20.000) eram ricocheteadas em grandes ângulos. Foram utilizadas folhas de outros materiais e pode-se notar que quanto maior a massa atômica dos mesmos, mais partículas eram espalhadas a grandes ângulos.

Baseando-se no modelo saturniano do cientista Nagaoka Hantaro, Rutherford propôs que o átomo tivesse sua massa quase que totalmente concentrada em um pequeno núcleo, positivamente carregado e rodeado por uma nuvem de elétrons (em forma de esfera e não de disco, como no modelo saturniano). Entretanto, pela teoria do eletromagnetismo, os elétrons ao orbitarem o núcleo num movimento circular acelerado, deveriam perder energia mecânica e espiralar até colidirem com o núcleo. Tal problema seria esclarecido anos depois por Niels Bohr.

Estudando a interação das partículas alfa com o gás nitrogênio, Rutherford ainda observou a formação de núcleos de hidrogênio, dos quais estava crente de



serem provenientes de uma reação nuclear. Por apresentar a menor massa dentre os elementos, Rutherford estipulou que os núcleos de hidrogênio fossem constituintes dos núcleos de todos os átomos batizando-os de **prótons** (do grego “primeiro”).

Contudo a teoria dos prótons não era suficiente para explicar a massa e a carga elétrica do átomo, logo Rutherford previu a existência de outras partículas, eletricamente neutras, que também consistiriam o núcleo. A descoberta veio por seu aluno James Chadwick, que ao quantificar experimentos da interação entre átomos de berílio com radiação alfa, constatou a formação de uma nova partícula, de massa equivalente à do próton, sem carga elétrica e que explicaria a divergência da massa esperada para os átomos.

Sobre o problema do colapso entre os elétrons e o núcleo, Bohr publicou no ano de 1913, dois postulados quânticos importantes que diziam da existência de estados de energia estacionários para o elétron e da emissão e absorção de radiação eletromagnética pelos mesmos, associado a transições entre dois estados estacionários (quânticos)<sup>1</sup>.

Após o modelo atômico de Bohr, no começo do século XX já eram discutidos algumas mudanças nas variáveis de nível quântico. Louis de Broglie, na década de 1920 trouxe a ideia da extensão da dualidade “onda-partícula” para o elétron. Dentre seus postulados, “a todo elétron em movimento está associada uma onda característica”, no qual admitia um comportamento “onda-partícula” ao elétron, sendo que esta afirmação entrava em grande conflito com as proposições anteriores na qual o cada elétron tinha sua órbita circular e bem definida em relação ao núcleo. Esta afirmação foi muito contestada pela comunidade científica, porém todos os experimentos realizados na época- tais como o da dupla fenda-chegavam a um mesmo resultado, onde o elétron obedecia leis ondulatórias. Sendo assim, as órbitas propostas por Bohr não coincidem com a afirmação de De Broglie, pois o elétron demonstrava um comportamento ondulatório em sua órbita em relação ao núcleo.

Com este fato em discussão começaram a surgir novas perspectivas e ideias a respeito do elétron, na qual Werner Heisenberg construiu seu postulado o qual ficou conhecido como princípio da incerteza de Heisenberg, onde demonstrava não ser possível saber exatamente a posição e o momento de uma partícula no mesmo instante. Aliando-se então aos postulados de Heisenberg e de De Broglie, Erwin Schrödinger propôs através de cálculos probabilísticos e equações de movimentos de ondas, o modelo de orbitais atômicos, no qual apresentava um modelo orbital tridimensional para cada subnível de energia. Nessa altura, onde o termo órbita já não

---

1 <sup>1</sup> **Estado Quântico:** enquanto sistemas estudados clássicos são bem definidos ao se conhecerem as funções de força, energia e posição das partículas, sistemas quânticos podem ser bem definidos ao se conhecer seus estados quânticos, sendo eles: número quântico principal, número quântico do momento angular, número quântico magnético e número quântico de spin;

era mais utilizado, Schrödinger então definiu como orbital a região onde se tinha a máxima probabilidade de encontrar o elétron. Seu modelo atômico trouxe uma geometria molecular que permite a previsão de propriedades físicas e químicas de diversos compostos.

### 3 | MODELO PADRÃO

Dos primeiros estudos com raios cósmicos (melhor apresentados adiante) aos experimentos em aceleradores e colisores de partículas, soube-se que os prótons e os elétrons não eram as partículas elementares da matéria. Entre os anos de 1960, já se conheciam cerca de trinta outras partículas agrupadas em dois tipos básicos: os *férmions*, partículas constituintes da matéria e os *bósons*, mediadores das interações (forças) entre as mesmas. O Modelo Padrão por sua vez, é a teoria que trata de explicar, classificar e prever essas partículas e suas interações.

Murray Gell-Mann na tentativa de agrupar as novas partículas, propôs um modelo baseado nas características quânticas das mesmas (tais como carga e  $\text{spin}^2$ ) e em novas <sup>2</sup> entidades denominadas por ele como *quarks*. Os quarks seriam partículas de carga  $\frac{2}{3}$  ou  $-\frac{1}{3}$ , combinadas em trios para formar, por exemplo, os prótons de carga 1 ou os nêutrons de carga 0.

Além da carga elétrica e de suas massas, os quarks também possuiriam um novo tipo de carga denominada *cor*. A carga de cor foi criada em respeito ao Princípio de Exclusão de Pauli<sup>3</sup> e seria análoga as cores vermelho, verde e azul, onde combinadas dariam neutralidade a <sup>3</sup> matéria, comparada a cor branca. Já os *antiquarks*, antimatérias dos quarks, seriam das cores <sup>4</sup> ciano, magenta e amarelo, propondo a cor preta a essas partículas (vale enfatizar que o termo “cores” é apenas nominal, visto que as partículas são da ordem de  $10^{-12}$  menores do que a faixa de luz visível).

Os quarks são divididos em seis tipos denominados sabores, sendo eles: *up*, *charm*, *top*, *down*, *strange* e *bottom*, os três primeiros de carga  $\frac{2}{3}$  e os últimos de  $-\frac{1}{3}$ . Cada sabor pode ter três “cores”, desta forma um próton, por exemplo, poderia conter um *quark up* azul, um *quark up* vermelho e um *quark down* verde.

Pelo Modelo Padrão, são chamadas de férmions as partículas que possuem número quântico de spin semi-inteiro e obedecem ao princípio de Pauli, enquanto

---

2 **Spin:** momento angular intrínseco das partículas, possui relação com o momento magnético das mesmas.

3 **Princípio de exclusão de Pauli:** enuncia que duas partículas não podem ocupar simultaneamente um mesmo Estado Quântico. As partículas que obedecem a este possuem spin de valores semi-inteiros, enquanto aquelas que o ignoram possuem valores inteiros ou nulos. Os quarks por serem férmions (com spin  $\frac{1}{2}$ ) não podem apresentar as mesmas propriedades, surgindo então a ideia da carga de cor.

aquelas que não respeitam tal princípio e cuja referida grandeza adquire valores inteiros ou nulos são nomeados bósons.

As partículas também são classificadas de acordo com sua relação com as forças. As forças ou interações fundamentais da natureza são aquelas que não podem ser reduzidas a interações mais básicas, sendo elas a gravidade, força eletromagnética, força nuclear fraca e força nuclear forte. A força nuclear forte, a qual é a força física que possui maior intensidade e menor raio de atuação dentre as conhecidas. Aquelas que sofrem efeito de tal interação são conhecidas como **hádrons** e são compostas por quarks, enquanto as que não se relacionam com esta recebem o nome de **léptons**.

Partículas que são simultaneamente férmions e hádrons são conhecidas como **bárions**, enquanto as que são bósons e hádrons possuem o nome de **mésos**.

Além das classificações anteriores, as partículas podem também ser separadas entre **matéria** e **antimatéria**<sup>4</sup>. As primeiras são aquelas que compõem os átomos observados com maior frequência na natureza, enquanto as outras são normalmente geradas em laboratório que possuem carga e spin opostos a uma determinada partícula de matéria. O encontro de um par destas faz com que ambas se aniquilem e a energia contida nestas seja liberada em radiação gama.

#### 4 | OBSERVAÇÃO DOS RAIOS CÓSMICOS

A câmara de nuvens desenvolvida (Figura 1) consiste em um recipiente de vidro **(a)**, revestido em seu interior com camurça, apoiado a uma chapa de metal **(b)** a qual está acoplada a uma haste de cobre **(c)**. A haste, por sua vez, será submersa em nitrogênio líquido - armazenado em uma garrafa térmica **(d)**. Adicionando então álcool (etílico ou isopropílico) à camurça, este irá evaporar e, decorrente ao resfriamento da chapa por condução (entre a haste e o nitrogênio), condensar-se-á formando uma camada supersaturada. Utilizando uma fonte de luz de tungstênio, pode-se ver o rastro que as partículas carregadas, os chamados raios cósmicos, deixam ao ionizar as moléculas de álcool.

---

4 **Antimatéria:** normalmente geradas em laboratório, possuem carga e spin opostos a uma determinada partícula de matéria.

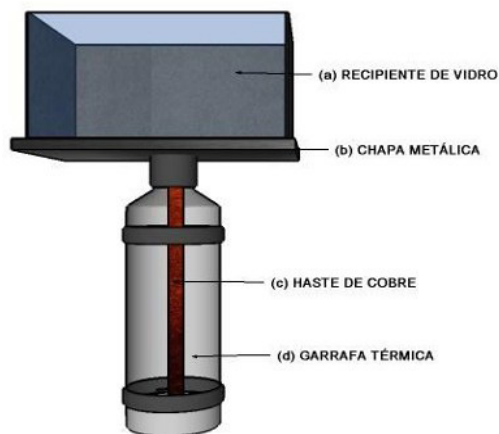


Figura 1- Esboço da câmara de nuvens.

Raios cósmicos são partículas vindas do espaço provenientes de explosões estelares e que, ao colidirem com os átomos da atmosfera, decaem em partículas elementares. Parte delas se decompõe na própria atmosfera enquanto outras (em sua maioria elétrons, múons, prótons e píons) alcançam o nível do solo. Victor Hess, em seus experimentos com balões, foi o primeiro a estudar os raios cósmicos e sua relação com a altitude terrestre. Essas observações foram inovadas quando seu contemporâneo, Charles Wilson criou em 1911 a câmara de nuvens. Submetendo a câmara a um campo magnético, Carl Anderson evidenciou em 1932 a existência do pósitron, um grande êxito visto a simplicidade do aparato em relação aos atuais estudos de partículas elementares por aceleradores e colisores de partículas.

Baseando-se nos trabalhos de Laganá (LAGANÁ, 2011, p. 2) foi possível analisar as partículas nos seguintes parâmetros:

**Partículas de baixa energia:** Através da relação entre a energia total de um elétron e o diferencial de seu espalhamento por um núcleo (GRIFFITHS, 2008, p. 189), tem-se que quanto menor a energia do elétron, mais suscetível a colisões ele será, apresentando dessa forma uma grande quantidade de desvios em sua trajetória. Outra característica de partículas de baixa energia é a espessura de seu traço, pela equação de Bethe-Bloch as partículas de baixa energia ionizam mais que outras mais energéticas.



Figura 2 - Rastro proveniente de uma partícula de baixa energia. Apresenta um traço grosso e com muitos desvios.



**Partículas de alta energia:** As partículas de alta energia, por sua vez, possuem um padrão de traços longos, finos e retilíneos. Essas partículas possuem uma energia da ordem de 100 MeV.

Figura 3 - Partícula de alta energia caracterizada por seu traço reto, pouco espesso e comprido.

**Prótons:** São partículas com aproximadamente nove vezes a massa do múon, e por isso transferem mais energia às moléculas de álcool, originando traços notoriamente mais fortes e retos.



Figura 4 - Próton observado na câmara de nuvens.

**Elétrons de ionização:** Quando os raios cósmicos interagem com os átomos da nuvem, é comum extraírem algum elétron originando um padrão de bifurcação na trajetória. Na imagem (Figura 5), a câmara foi submetida a um campo magnético e, decorrente à força de Lorentz, pode-se ver uma curvatura da partícula vinda da esquerda e removendo um elétron de ionização.



Figura 5 - Curvatura de uma partícula sob um campo magnético. No inferior esquerda da trajetória vê-se uma bifurcação, consequência de um elétron de ionização.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora se tenha na atualidade equipamentos para melhor visualização dos raios cósmicos, a câmara de nuvens mantém-se atual pela sua simplicidade e eficácia. Os resultados por ela obtidos trouxeram uma visão palpável e condizente com as teorias físicas, contribuindo não só para o estudo das partículas elementares

com também abrindo mão, por exemplo, para assuntos relacionados à física nuclear e a interação das partículas carregadas com a matéria.

## 6 | AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Educação Tutorial, Grupo PET-Física da Universidade Estadual de Maringá, em particular aos PETianos discentes Gabriel Francischini de Oliveira e Leandro Morais Azevedo e docente, Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves; ao Prof. Dr. Maurício A. Custódio de Melo do Departamento de Física da UEM e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

GRIFFITHS, D. J. **Introduction to Elementary Particles**. Weinheim: Wiley-VCH, 2008.

HALLIDAY D.; RESNICK R.; WALKER J. **Fundamentos de Física: óptica e física moderna**. Volume 4. 8ª edição. Editora LTC, 2009.

LAGANÁ, C. Estudo de raios cósmicos utilizando uma câmara de nuvens de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, 3302, 2011.

LAGANÁ, C. Decaimentos nucleares em uma câmara de nuvens. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, 3314, 2013.

PIRES A. & Da Dalt S. **Raios catódicos**. Porto Alegre: Evangraf, 2011. 96 p. : il. ISBN: 978-85-7727-323-2. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/sead/servicos-ead/publicacoes-1/pdf/Raios\\_Catodicos.pdf](http://www.ufrgs.br/sead/servicos-ead/publicacoes-1/pdf/Raios_Catodicos.pdf)> Acesso em: 30 jul. 2018.

RESNICK, R.; EISBERG, R. **Física quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme:** Pós-Doutor em Educação, Historiador e Pedagogo. Professor Adjunto da Universidade Federal do Tocantins e líder do Grupo de Pesquisa CNPq “Educação e História da Educação Brasileira: Práticas, Fontes e Historiografia”. E-mail: [williandouglas@uft.edu.br](mailto:williandouglas@uft.edu.br)

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-374-3

