

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE  
FÍSICA

FRANCISCO ANTONIO PARRA

**UMA PROPOSTA PARA O ENGAJAMENTO  
DOS ALUNOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM  
DE RAIOS CÓSMICOS NO ENSINO MÉDIO**

**Santo André - SP**

**2019**

FRANCISCO ANTONIO PARRA

**UMA PROPOSTA PARA O ENGAJAMENTO  
DOS ALUNOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM  
DE RAIOS CÓSMICOS NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal do ABC, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Augusto Leigui de Oliveira

**Santo André - SP**

**2019**

**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do ABC**

Elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFABC  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Parra, Francisco Antonio

UMA PROPOSTA PARA O ENGAJAMENTO DOS ALUNOS NO  
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE RAIOS CÔSMICOS  
NO ENSINO MÉDIO / Francisco Antonio Parra. — 2019.

160 fls. : il.

Orientador: Marcelo Augusto Leigui de Oliveira

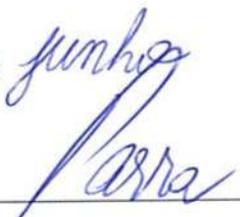
Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Mestrado  
Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Santo André,  
2019.

1. Raios cósmicos. 2. vida. 3. ensino. 4. aprendizagem. I. Oliveira,  
Marcelo Augusto Leigui de. II. Mestrado Nacional Profissional em  
Ensino de Física - MNPEF, 2019. III. Título.

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do(a) autor(a) e com a anuência do(a) orientador(a).

Santo André, 27 de junho de 2019

Assinatura do(a) autor(a):



Assinatura do(a) orientador(a):





**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**Fundação Universidade Federal do ABC**  
**Programa de Pós-Graduação em Mestrado Nacional Profissional em**  
**Ensino de Física**

Avenida dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha – Santo André – SP  
CEP 09210-580 · Fone: (11) 4996-0017  
ppg.mnpef@ufabc.edu.br

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

No vigésimo sexto dia do mês de fevereiro de dois mil e dezenove, às quatorze horas, no auditório 801-A, 8º andar do Bloco B, da Universidade Federal do ABC, no campus Santo André, realizou-se a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada **“UMA PROPOSTA PARA O ENGAJAMENTO DOS ALUNOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE RAIOS CÓSMICOS NO ENSINO MÉDIO”** de autoria do candidato **Francisco Antonio Parra**, RA nº 131610245, discente do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFABC. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o candidato foi considerado aprovado pela Banca Examinadora.

E, para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da Banca.

  
\_\_\_\_\_  
**Prof.(a) Dr.(a) Marcelo Oliveira da  
Costa Pires**

Universidade Federal do ABC – Titular

  
\_\_\_\_\_  
**Prof.(a) Dr.(a) Iva Gurgel**

Universidade de São Paulo – Titular

\_\_\_\_\_  
**Prof.(a) Dr.(a) Laura Paulucci  
Marinho**

Universidade Federal do ABC – Suplente

\_\_\_\_\_  
**Prof.(a) Dr.(a) Leonardo Sioufi  
Fagundes dos Santos**

Universidade Federal de São Paulo –  
Suplente

  
\_\_\_\_\_  
**Prof.(a) Dr.(a) Marcelo Augusto Leigui de Oliveira**  
Universidade Federal do ABC – Presidente



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**Fundação Universidade Federal do ABC**  
**Programa de Pós-Graduação em Mestrado Nacional Profissional em**  
**Ensino de Física**

Avenida dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha – Santo André – SP  
CEP 09210-580 · Fone: (11) 4996-0017  
ppg.mnpef@ufabc.edu.br

**FOLHA DE ASSINATURAS**

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Francisco Antonio Parra, realizada em 26 de fevereiro de 2019:

Prof.(a) Dr.(a) **Marcelo Augusto Leigui de Oliveira** (Universidade Federal do ABC) – Presidente

Prof.(a) Dr.(a) **Marcelo Oliveira da Costa Pires** (Universidade Federal do ABC) – Membro Titular

Prof.(a) Dr.(a) **Iva Gurgel** (Universidade de São Paulo) – Membro Titular

Prof.(a) Dr.(a) **Laura Paulucci Marinho** (Universidade Federal do ABC) – Membro Suplente

Prof.(a) Dr.(a) **Leonardo Sioufi Fagundes dos Santos** (Universidade Federal de São Paulo) – Membro Suplente

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus.

A minha família pelo apoio nos anos de estudos, em especial a minha esposa Evilyn, pela paciência em entender minhas ausências para produção dessa dissertação.

Aos meus amigos da pós-graduação, professores do programa MNPEF da Universidade Federal do ABC e aos alunos do Colégio da Polícia Militar - Guarulhos.

A CAPES pelo financiamento (código 001), Centro de Aperfeiçoamento de Profissionais de Ensino Superior, pela contribuição financeira;

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Augusto Leigui de Oliveira, por ter acreditado nesse projeto desde o início e sendo o principal responsável na realização desse sonho.

## **RESUMO**

Esta dissertação aborda a construção de conteúdo educacional formal em plataforma digital, tendo a participação dos alunos como sujeitos da cultura digital, apresentando as relações entre os Raios Cósmicos (RC) e a origem da vida. Consideramos essa a possibilidade de estímulo aos estudantes de ensino médio para que tenham contato com a física de partículas e RC, incitando-os a questionar se os raios cósmicos contribuem para a origem da vida na Terra. A partir de uma perspectiva histórica para a evolução da vida na Terra, apresentamos os principais processos com os quais os raios cósmicos interagem em sistemas biológicos, causando danos reparáveis ou irreparáveis às moléculas de DNA, alterando suas funcionalidades que, se transmitidas para as próximas gerações, desencadeiam mutações. Os resultados esperados são inicialmente produzir um documento mais próximo do contexto dos estudantes do ensino médio e posteriormente estudar os impactos desse produto em seu processo de aprendizagem.

**Palavras-chave:** Raios cósmicos, ensino, aprendizagem.

## **ABSTRACT**

This dissertation addresses the development of formal educational content in a digital platform, with the participation of students as subjects of digital culture, presenting the relations between Cosmic Rays (CRs) and the origin of life. We consider this the possibility as stimulating for high school students, having contact with particle physics and CRs, prompting them to question whether CRs contribute to the origin of life on Earth. From a historical perspective for the evolution of life on Earth, we present the main processes with which CRs interact in biological systems, causing repairable or irreparable damage to DNA molecules, changing their functionalities that, if transmitted to the next generations, trigger mutations. The expected results are initially to produce a document closer to the context of high school students and then to study the impacts of this product on their learning process.

**Keywords:** Cosmic rays, teaching, learning.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Teoria de Ausubel .....	14
2.2 A História e o ensino de Física. ....	16
2.3 A Física Moderna no Ensino Médio.....	17
3. RAIOS CÓSMICOS.....	19
4. APLICAÇÃO.....	23
4.1 A escola. ....	25
5. O PRODUTO EDUCACIONAL.....	26
5.1 Cronograma de atividades.....	30
5.2 Descrições de atividades .....	32
5.3 Análises dos Resultados.....	54
6. CONCLUSÃO.....	68
7. REFERENCIAS.....	70
8. APÊNDICE.....	73

## 1. INTRODUÇÃO.

Nós já utilizamos materiais didáticos em sala de aula, seja como aluno ou professor. A construção do material didático proposto pretende modificar esse modelo, proporcionando opções às aulas e uma compreensão do aprendizado, onde professor e aluno elaboram juntos, partindo de seus conhecimentos, dentro e fora da sala. Na educação a demanda por novas estratégias favorecem processos de ensino aprendizagem que, motivam o aluno e exigem dos docentes um olhar diferente sobre o trabalho desenvolvido em sala de aula. Atividades tradicionalistas, ou seja, com pouca interação entre professor e aluno, dando a estes, o ingrediente fatal para o abandono científico moderno.

A busca por estratégias de ensino inovadoras e estimulantes tem sido frequente entre professores e pesquisadores. Por outro lado a facilidade à informação, e como os estudantes interagem com ela, parece ser um problema em sala de aula nos dias atuais:

Paulo Freire explica em sua obra como enfrentar os questionamentos fazendo uma reflexão ampla sobre o assunto.

“Não haveria educação se o homem fosse um ser acabado. O homem pergunta-se: quem sou? De onde venho? Onde posso estar? O homem pode refletir sobre si mesmo e colocar-se num determinado momento, numa certa realidade: é um ser na busca constante de ser mais e, como pode fazer esta autorreflexão, pode descobrir-se como um ser inacabado, que está em constante busca. Eis aqui a raiz da educação”. Paulo Freire<sup>1</sup>.

Optamos, então, por descrever a realidade do discente mostrando uma compreensão mais abrangente para a física de partículas e como aproximá-la para essa mudança. Portanto a apresentação de um material simples, um produto educacional com abordagem e participação conjunta do aluno/professor. Esse produto pretende entender o anseio de conhecer do aluno e a autorreflexão sobre seu desejo em aprender, o papel do professor na construção desse saber e o de auxiliá-los.

A problemática a ser trabalhada consiste na compreensão das relações entre o professor e aluno, através da construção de ferramentas que o auxilie em novos

formatos aplicados em sala de aula, mostrando aos docentes novos caminhos na atividade docente. Essa metodologia, por sua vez, não pode ter a única tarefa de ensinar, a sua finalidade é mais ampla e profunda, levar o aluno a ser um ser crítico comprometido com a sua aprendizagem.

O produto desenvolvido foi primeiramente apresentado a um grupo de alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio da Polícia Militar - município de Guarulhos, Estado de São Paulo. A avaliação foi realizada por meio de pré-testes e pós-testes, observações do professor, tarefas e análise dos questionários dos alunos. Em um segundo momento, também apresentado a dois professores da rede pública de ensino da mesma cidade, no intuito de colher suas perspectivas.

O produto educacional desenvolvido tem como principal estratégia o uso das novas tecnologias como facilitador da aprendizagem de conceitos básicos da física de partículas.

O conteúdo de física de partícula faz parte do currículo da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, presente em alguns livros didáticos de forma discreta e sem o destaque aos temas que teremos em nosso produto. O Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, PCNEM, documento que serve como referência a todas as escolas da rede, apresenta as competências e habilidades que devem estar nos planos de curso e nas aulas. A sua finalidade é orientar, de forma clara e objetiva, os itens que não podem faltar no processo de ensino e de aprendizagem, em cada disciplina.

O projeto analisou os aspectos qualitativos e quantitativos, ponto de vista de Ausubel, pois ao final pretendemos usar e descobrir pensamento e opiniões, analisando os dados encontrados e assim fortalecer o docente com novas tendências, estratégias e conhecimento. Por esse motivo a proposta do produto aborda o tema de física de partículas tentando atender as orientações da pesquisa da área de ensino de ciências, conforme orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+).

A demanda não é nova nos conteúdos de física, porém há uma dificuldade em transformar o que é produzido de forma atual (pesquisas e laboratórios) e levar aos alunos o que é necessário para a sua aprendizagem por meio da instauração de um diálogo construtivo. Percebe-se que há uma necessidade prioritária de descobrir as

dificuldades e, dentro disso, encaminhar o conhecimento.

O aprendizado de física deve estimular os jovens a acompanhar tendências e novas notícias científicas, orientando-os para a identificação sobre o assunto que está sendo tratado e promovendo meios para a interpretação de seus significados. A ideia de introduzir, no material, o estudo de física de partículas mostra como podemos se aproximar dos estudantes, pois notícias, como uma missão espacial, uma possível colisão de um asteroide com a Terra, um novo método para extrair água do subsolo de Marte, o uso do múon como datação de rochas e trabalhos em pirâmides, uma nova técnica de diagnóstico médico envolvendo princípios físicos, o desenvolvimento da comunicação via satélite, ou telefonia celular, são alguns exemplos de informações presentes nos jornais, programas de televisão e internet, que podem também ser tratados em sala de aula.

A contextualização sociocultural do Ensino de Física contempla, segundo o PCN+:

- reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico;
- reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico;
- dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia;
- estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana;
- ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.

Por esse motivo tentaremos seguir os parâmetros curriculares já estabelecidos previamente.

O produto foi desenvolvido durante os dois bimestres inicial do ano, com doze aulas, mas necessitando de um possível ajuste. Do total de 81 alunos matriculados em três turmas de terceiro ano, somente 49 alunos aceitaram iniciar as atividades, mas ao fim da aplicação somente um aluno estava fora do projeto. Porém para uma análise dos dados, um grupo com 10 alunos foram levados para um aprofundamento,

de tal forma que a coleta de dados e avaliação acontecerá com esse grupo de estudantes, sem deixar de fora o grupo central.

O material educacional tornou-se um site com dados na plataforma, arquivos diferentes e dinâmicos, indo de encontro da versatilidade que a internet necessita e com o que era esperado inicialmente.

O instrumento para coleta dos dados foi à plataforma Google For Education e observação do professor em sala de aula.

---

<sup>1</sup> Paulo Reglus Neves Freire (Recife, 19 de setembro de 1921 — São Paulo, 2 de maio de 1997) foi um educador, pedagogo e filósofo brasileiro. É considerado um dos pensadores mais notáveis na história da pedagogia mundial, tendo influenciado o movimento chamado pedagogia crítica. É também o Patrono da Educação Brasileira.

<sup>2</sup> Maria Regina Dubeux Kawamura - Possui Bacharelado Em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1972), com Mestrado (1979), Doutorado (1986) em Física pela Universidade de São Paulo. É docente dessa universidade desde 1986, atuando também junto à Pós-Graduação Inter unidades de Ensino de Ciências da USP. Desenvolve atividades voltadas para a educação científica, em Ensino de Física em múltiplos níveis, com ênfase em pesquisas sobre diferentes dimensões do conhecimento científico curricular. (Fonte: Currículo Lattes)

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO.

A aprendizagem como processo de mudanças ou mesmo de transformação envolve momentos distintos de pensamento, sentimentos e ações, que se apresentam na realidade social e se fundamenta na aprendizagem significativa.

Segundo Paulo Freire, “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção”. Esse princípio deve nortear os professores, pois ensinar significa ser capaz de estimular e criar situações de aprendizagem fortalecendo o conhecimento e para criar essa aprendizagem ou capacitação é necessário que esta seja significativa para aquele que aprende, ou seja, ela tem que fazer sentido. Nesse último o conhecimento socialmente estruturado onde o aluno não está vazio e deve, sim, ser priorizado criando sua própria hipótese conforme apresentado por Ausubel<sup>1</sup>

O objetivo deste produto é aplicar a aprendizagem significativa, pautada nas concepções de Freire e Ausubel.

### 2.1 Teoria de Ausubel

A aprendizagem significativa é aquela em que o professor induz o aluno para que ele deseje o conhecimento e, desejando, aprenda. O conceito central da teoria da aprendizagem de David Ausubel e os novos conhecimentos que se apresentam relacionam-se com o conhecimento prévio que o aluno possui (subsunçores).

A aprendizagem de maneira geral pode ser pautada em três tipos: cognitiva, afetiva e psicomotora. Aprendizagem cognitiva resulta em armazenamento das informações de forma organizada. A aprendizagem afetiva relaciona-se às sensações como dor e prazer, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade. A aprendizagem psicomotora relaciona-se a respostas musculares que se adquire através da prática. Estas aprendizagens podem ocorrer acompanhadas uma das outras; mas, como no caso de algumas experiências afetivas, devem ser acompanhadas de experiências cognitivas como Ausubel mesmo apresenta.

Aprender ciência significativamente é um processo ativo de construção cognitiva onde o que o aluno já sabe é absolutamente fundamental. É é

fundamental porque a aprendizagem significativa de um material qualquer é um processo que consiste numa interação substantiva, não literal e não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) desse material com ideias relevantes existentes previamente na estrutura cognitiva, com as quais esse material se relaciona (Ausubel, 2003, p. 1).

A aprendizagem deve instigar a curiosidade do indivíduo para que possa adentrar o mundo do conhecimento. Essa tarefa é delicada do ponto de vista do professor, pois, na maioria das vezes, a experiência de grande impacto vem do ensino não formal, como uma feira de ciências e experimentos propostos e orientados em parâmetros educacionais.

No Brasil, o ensino fundamental e médio é orientado pelos PCN's, editados pelo Ministério da Educação. Neles, os conteúdos apresentados de ciências naturais foram inseridos em quatro eixos: Vida e Ambiente; O ser humano e saúde; Tecnologia e Sociedade e Terra e Universo. (Brasil, 1998).

Na concepção de Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo, no qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especialmente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica que Ausubel define como conceito subsunçor a estrutura cognitiva do indivíduo. Conclui-se que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Para Ausubel aprendizagem sem a interação com conceitos relevantes da estrutura cognitiva é classificada como aprendizagem mecânica. Este tipo de armazenamento de informação ocorre de maneira arbitrária e há ligação com os subsunçores específicos.

As questões devem ser formuladas de uma maneira nova, que requeira o máximo de modificação do conhecimento adquirido, não familiar a ele. Poderíamos resumir a ideia de Ausubel da seguinte maneira:

[...] o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe: descubra isso e ensine-o de acordo. (AUSUBEL, 1968)

Por outro lado na aprendizagem significativa os conceitos interagem com os novos conteúdos, servindo de base para a atribuição de novos significados que

também se modificam. Tais mudanças progressivas vão criando novos subsunçores mais elaborado, mais diferenciado, capaz de servir de âncora para a aquisição de novos conhecimentos, nesse processo, Ausubel, chama de diferenciação progressiva. Nessa teoria a assimilação é um processo que ocorre quando um conceito ou uma proposição potencialmente significativa é assimilado sob uma ideia ou conceito já existente na estrutura cognitiva da aprendizagem é compreendida como uma relação entre os aspectos relevantes, preexistentes da estrutura cognitiva; e, tanto a nova informação como a preexistente são modificadas no processo.

A sequência de atividades proposta neste produto concilia as orientações da teoria da aprendizagem significativa com o uso de recurso digital para ser o facilitador dessa aprendizagem.

## 2.2 A História e o ensino de Física.

A história de conhecer a ciências tem demonstrado uma enorme aventura e tornando as aulas mais atrativas e interessantes. Perceber e analisar o quanto a civilização avançou em seus conhecimentos e como pode enfrentar os desafios da natureza é prova dessa tendência.

No Brasil, orientações complementares aos PCN destacam a necessidade da abordagem da história das ciências dentro do currículo a ser ministrado sendo fundamental para a formação do aluno.

Aprender e compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época (BRASIL, 2002, p.64).

A história da ciência contribui para o ensino porque motiva e atrai os alunos, humaniza a matéria, promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento. Há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência. Esses episódios demonstram que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito às transformações que se opõem à ideologia cientificista

permitindo uma compreensão mais profunda do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente.

Para Pietrocolla<sup>2</sup> a história da física auxilia professores na interpretação dos resultados.

A aprendizagem será mais significativa quando o uso de uma abordagem histórica fizer parte do conteúdo a ser trabalhado pelo professor, o que ajuda os alunos a compreenderem os problemas que os cientistas tiveram na construção das leis e/ou teorias. Pietrocolla (2003)

### 2.3 A Física Moderna no Ensino Médio

A Física Moderna é assunto de PCN's e currículos um texto do manual “Nos caminhos das Ciências” que remete a o início de uma discussão sobre Física Moderna no Ensino Médio:

(...) a vida do adolescente de hoje é bem diferente do que era a de alguém que passou essa fase da vida há três ou quatro décadas, imagine que, na época, para se realizar uma ligação telefônica entre São Paulo e Belo Horizonte seria preciso aguardar até 2 horas, sendo que este tempo seria para aguardar que a telefonista “conseguisse linha”. Os equipamentos eram enormes comparados com os atuais. Observe os aparelhos de televisão, mostrando que a inovação científica dos semicondutores se desenvolveu e outros equipamentos são exemplos: os celulares, computadores e tablets (...)  
Rodrigues e Pimenta (2017)

As consequências dessas lembranças mostram vários questionamentos e com isso lembram que os avanços tecnológicos estão associados à área da física. Incluir conceitos básicos da física moderna e fazer uma ponte entre a Física da sala de aula e a Física do cotidiano.

Os conteúdos relacionados à física moderna, apresentado aos alunos, se encontram em livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático no Ensino Médio (PNLEM), seja em forma de capítulo, ou unidade específica, ou textos dispersos ao longo da obra, como um apêndice ou texto complementar. Todos os

livros apresentam esse conteúdo no final dos livros de volume único ou no final do último livro das coleções seriadas.

Neste produto pretendemos inserir alunos do 3º ano do ensino médio a física moderna e contemporânea, dando enfoque à importância das estratégias utilizadas na intervenção proposta para sala de aula, no caso específico, o uso da física de partículas.

---

<sup>1</sup> David Paul Ausubel (Nova Iorque, 25 de outubro 1918 - Nova Iorque, 9 de julho de 2008) foi um psicólogo da educação estadunidense. Totalmente contra a aprendizagem puramente mecânica, torna-se um representante do cognitivismo, e propõe uma aprendizagem que tenha uma "estrutura cognitivista", de modo a intensificar a aprendizagem como um processo de armazenamento de informações que, ao agrupar-se no âmbito mental do indivíduo, seja manipulada e utilizada adequadamente no futuro, através da organização e integração dos conteúdos aprendidos significativamente. (Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/David\\_Ausubel](https://pt.wikipedia.org/wiki/David_Ausubel)); <sup>2</sup> Maurício Pietrocola é licenciado em Física pela Universidade de São Paulo (1984) e mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (1988). Realizou seu doutoramento em Epistemologia e História da ciência na Universidade de Paris VII (1992). Iniciou a carreira docente como professor de Física em Escolas de nível médio (1984-1988). Fez Livre-docência na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo intitulada: Reflexões Histórico-Epistemológicas e o Ensino das Ciências (2004). Foi professor do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (1993-2002). Foi secretário de Educação na Sociedade Brasileira de Física por duas gestões (1999-2001 e 2001-2003). É atualmente professor titular da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, onde desenvolve pesquisa sobre Desenvolvimento de estratégias inovadoras no Ensino de Ciências e Formação de professores. (Fonte: Currículo Lattes)

### 3. RAIOS CÓSMICOS

Raios cósmicos são partículas do espaço que se movem rapidamente e que constantemente bombardeiam a Terra de todas as direções. A maioria das partículas são os núcleos de átomos ou elétrons, a maioria são prótons simples, o núcleo dos átomos de hidrogênio, mas alguns são muito mais pesados, indo até os núcleos de átomos de chumbo.

As partículas de raios cósmicos viajam quase à velocidade da luz, o que significa que elas têm energia muito alta. Algumas delas, na verdade, são as mais energéticas de todas as partículas já observadas na natureza. Os raios cósmicos de maior energia têm cem milhões de vezes mais energia do que as partículas produzidas no acelerador de partículas mais poderoso do mundo.

Recentemente descobriram que eles se originam nos núcleos ativos das galáxias e, possivelmente, estão relacionados aos buracos negros existentes nesses núcleos. Para elucidar esse mistério (e talvez aproveitar as informações por trás dele), construiu-se um grande observatório internacional de raios cósmicos na Argentina. Trata-se do Observatório Pierre Auger, maior instalação voltada para a detecção e o estudo das partículas energéticas

A descoberta de tais partículas acontece em 7 de agosto de 1912, o físico austríaco Victor Franz Hess<sup>1</sup>, ao alcançar, a bordo de um balão, a altitude de 5.350 m, munido de um eletroscópio associado a um detector de ionização, constatou um aumento evidente dos efeitos ionizantes, 16 vezes maior que no solo. Ficou claro que a fonte de radiação ionizante não podia se localizar nem na Terra nem na atmosfera. A radiação penetra a atmosfera a partir do alto; era de lá, então, que procedia. Foi assim que a radiação cósmica foi descoberta. Pode-se dizer que a fundamentação teórica da nova física se amplia em 1928, quando Dirac<sup>2</sup> criou a teoria relativística do elétron, tornando compatíveis a mecânica quântica e a teoria da relatividade restrita. Uma implicação matemática dessa teoria foi a possível existência de elétrons positivos ou antielétrons, em que a interação de um elétron com um antielétron resultaria na aniquilação de ambos, que se transformaria em energia na forma de fótons. Em síntese, essa teoria sugeria à existência de mais uma estranha característica da natureza, a antimatéria.

Essa ideia adquiriu maior consistência e credibilidade, em 1932, quando o físico norte-americano Carl Anderson<sup>3</sup> (1905-1991) detectou o pósitron, nome dado posteriormente ao antielétron, fazendo raios cósmicos atravessarem uma câmara de nuvens. Obtida, em 1932, com uma câmara de nuvens atravessada por raios cósmicos Anderson identificou pela primeira vez o rastro de um pósitron.

A partícula entrou na câmara pela base inferior, com alta energia, e perdeu parte dessa energia ao atravessar uma placa de chumbo de 6 mm de espessura no meio da câmara. A câmara estava imersa em um campo magnético para que, pelo sentido da curvatura descrita pela partícula, fosse possível saber se sua carga era positiva ou negativa. Por meio da perda de energia na travessia da placa de chumbo e pelo comprimento do traço depois dessa travessia, foi possível calcular o valor-limite da massa dessa partícula. Nesse caso, Anderson concluiu que a carga era positiva e sua massa tinha um valor menor do que o dobro da massa de um elétron — tratava-se, portanto, de um elétron de carga positiva. Como no modelo atômico não existia essa partícula, mas o “negativo” dela, concluiu-se que devia haver também um “negativo” do átomo, o que levou à extraordinária conclusão de que além da matéria e do Universo que conhecemos, existe também a antimatéria. Assim, apesar do nome, a antimatéria dos físicos é matéria. O que os físicos querem dizer com a escolha desse nome é que partículas como o pósitron têm características opostas às da matéria conhecida. Por isso, antimatéria, nesse caso, deve ser entendida como matéria “oposta” à matéria já conhecida.

Mas há ainda mais um aspecto dessa estranha realidade: a geração simultânea de um par elétron-pósitron (figura 1) originário de um fóton de alta energia (radiação gama). Os traços deixados por raios cósmicos atravessando uma câmara de nuvens ilustra esse fenômeno.

Pode-se descrever assim esse evento: um fóton de raios gama penetrou na câmara, sem deixar rastro (fóton não tem carga elétrica, por isso não ioniza as moléculas do vapor em suspensão na câmara). De repente, dele se origina um par de partículas que, pelas suas trajetórias, concluiu-se serem partículas iguais, mas com cargas de sinais contrários. Como uma delas era conhecida — o elétron —, a outra seria um antielétron, ou seja, um pósitron. O processo inverso também ocorre: a

interação entre um elétron e um pósitron provoca o desaparecimento de ambos, dando origem a um fóton de raios gama, em um processo chamado aniquilação.

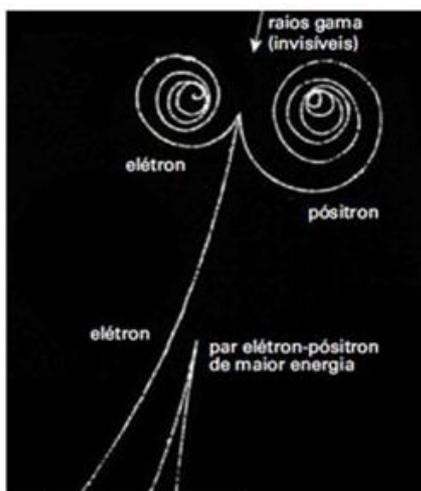


Figura 1 – Câmara de nuvem. Fonte: Laura Paulucci [1]

Podemos viver cercados por partículas, subprodutos de raios cósmicos, algumas delas se chocam com núcleos atômicos ao penetrar na atmosfera da Terra e produzem muitas outras partículas e radiação que chega ao solo terrestre a todo o instante. Então por que vivemos como se a maioria delas não existisse? Isso acontece porque nem todas as partículas interagem com o corpo humano. Por exemplo, os neutrinos passam por nosso corpo sem nenhuma interação com ele. Assim como a luz, que quase não interage com o vidro ao atravessá-lo, nosso corpo é transparente para algumas partículas. Isso indica que as partículas dependem de condições específicas.

Os raios cósmicos são partículas de alta energia e velocidade que provêm de locais distantes do espaço e atingem a Terra de todas as direções. Nesse contexto, por volta de 1946, os cientistas só faziam experimentos de Física Nuclear utilizando basicamente raios cósmicos ou radiações naturais. Mesmo assim os equipamentos eram limitados, dificultando a descoberta de novas partículas. Com os estudos de raios cósmicos tinham cerca de 200 partículas secundárias atingindo nossa atmosfera a cada metro quadrado ( $m^2$ ) a cada segundo com energia de 1 MeV (milhões de elétron-volt). Em número muito menor, há poucas partículas com energia acima de 1 TeV (teraelétron-volt). Elas são tão raras que apenas uma dessas por semana chega a Terra numa área de  $1 km^2$ .

Com objetivo de capturar raios cósmicos de alta energia, há uma colaboração internacional para operar o chamado Observatório Pierre Auger. O observatório está localizado no hemisfério sul, na Argentina, aos pés da cordilheira dos Andes, no deserto do Pampa Amarilla; celebrou os 15 anos de descobertas e assinatura de um novo acordo internacional para os próximos dez anos.

A maior instalação voltada para o estudo de partículas energéticas cobre uma área de 3000 km<sup>2</sup>, com 1660 instalações detectores formando um gigantesco retículo. Cada uma dessas estações tem 3,6 m de diâmetro, preenchida com 12000 litros de água pura, distantes 1,5 km uma da outra. Desse modo, o detector mede cerca de 50 raios cósmicos por ano com energias acima de 10<sup>20</sup> eV, além de um grande número de eventos com energias menores.

---

1 Victor Franz Hess (1883 - 1964) foi um físico austríaco-norte-americano, em 1936 recebeu o Nobel de Física; 2 Paul Adrien Maurice Dirac (1902 - 1984) foi um físico teórico britânico; 3 Carl Anderson (1905 - 1991) foi um físico estadunidense. Recebeu o Nobel de Física de 1936, compartilhado com Victor Franz Hess, pela descoberta do pósitron.

#### 4. APLICAÇÃO.

O produto desenvolvido no âmbito do Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF), tem como definição:

“...estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos”. SBF

Motivado por essa definição e tendo a percepção de que propusemos aos alunos de ensino médio uma nova abordagem na construção do conhecimento, onde o diálogo contínuo deve se fazer presente durante todo o processo. Um processo de construção coletiva (Figura 2) onde conhecimentos prévios são considerados ativos na abordagem pedagógica.



Figura 2 – Construção coletiva em sala; Fonte: Acervo particular [2].

A criação de um texto direcionado aos alunos com o título: “Introdução à física moderna e à física de partículas” (anexo 1), que apresentou de maneira simples e adequada os problemas científicos modernos. Em seguida, foram estimulados a criar perguntas e apresentá-las em sala. Estes questionamentos, feitos pelos alunos, foram então selecionados e outras perguntas foram inseridas para ajustar nosso real propósito e melhorar o aproveitamento dos dados. Após essa atividade inicial um questionário foi criado e apresentado a eles para que pudessem responder, de acordo com seus conhecimentos prévios. As respostas eram diretas onde o estudante deveria concordar ou discordar, caso não acreditasse nas afirmações feitas, os resultados apresentados foram norteadores para o andamento e confecção do produto.

O ensino de física de partículas nos dias atuais é um assunto pouco difundido nas escolas de ensino médio. Apesar do conteúdo ser obrigatório na rede de ensino

do Estado de São Paulo, sempre e tratado no fim dos capítulos de física moderna, com pouco destaque e de maneira superficial. Alguns sequer falam da física de partículas em especial RC. Podemos citar uma exceção neste atual momento, a coleção “Física em Contextos” - editora Brasil (PIETROCOLA, MAURÍCIO, 2016). Como complementar essa defasagem didática e ao mesmo tempo facilitar a aprendizagem dos alunos, atraindo ainda mais sua atenção?

A primeira versão do produto foi o óbvio, uma apostila (Figura 3), e foi com esse formato apresentado a professores, orientadores e coordenadores do MNPEF – 2017; UFABC.



Figura 3 – Apostilas; Fonte: Acervo particular [3].

Com a aplicação junto aos alunos e conversando com meus pares na escola o material sofreu grandes transformações, uma delas foi a de reformular a apostila para um formato online, o conteúdo então foi enviado e adaptado para uma plataforma educacional específica, em construção. Mantendo a ideia de criar material de qualidade a outros professores, sobretudo este devendo ficar sempre disponível para pesquisa, troca de informações e download aos interessados.

O ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola.

O tema principal do produto aparece nas relações entre os raios cósmicos e as origens da vida na Terra. E assim consideramos essa a motivação para fazer os estudantes de ensino médio tomar contato com a física de partículas, incitando-os a questionar se os raios cósmicos contribuíram para a origem da vida na Terra ou mesmo no universo.

#### 4.1 A escola.

O Colégio da Polícia Militar, local da pesquisa, está situado na cidade de Guarulhos – SP. Município da região metropolitana de São Paulo, com 1,3 milhão de habitantes (censo 2015). É a segunda cidade mais populosa do estado, a 13ª mais populosa do Brasil e a 53ª mais populosa do continente americano. O Colégio conta com aproximadamente mil alunos matriculados (fontes da instituição) entre: Ensino Infantil, Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Possui quarenta e oito professores, em sua maioria graduados e pós-graduados e auxiliares educacionais. O desempenho IDEB 2017, média em ciências da natureza, física, química e biologia foram de 513 pontos, na média, mostrando a fragilidade educacional da instituição frente às outras instituições da cidade.

A utilização da unidade escolar se dá por apresentar todas as possibilidades favoráveis ao cumprimento das exigências do Mestrado Profissional, pois é nessa instituição que demando o maior número de aulas especificadas.

## 5. O PRODUTO EDUCACIONAL.

O produto foi construído para auxiliar professores do ensino médio a trabalhar física de partículas em sala de aula, tendo no engajamento dos alunos a receita necessária para construção desse produto.

A estratégia inicial foi a de fornecer e apresentar textos auxiliares, simuladores e vídeos aos estudantes. Ao professor coube uma explanação breve das aulas e aplicar as atividades a serem realizadas em sala. Nesse momento é importante apresentar a ferramenta que possibilitou toda essa transformação, Google Sala de Aula. Essa plataforma possibilitou a cada estudante iniciar em momentos diferentes e com a vantagem de acontecer fora da sala de aula. No entanto, o professor é o único gerenciador de todas as atividades, liberando a aula de forma a ajustar toda plataforma em sua realidade de sala.

O que seria Google Sala de Aula<sup>1</sup>? Uma ferramenta que permite criar um ambiente onde o professor possa compartilhar com os alunos materiais, bem como criar e receber tarefas e trocar informações através de e-mail, mensagens instantâneas ou mesmo vídeo conferências. Por ser um ambiente integrado com o Google Apps for Education, onde este disponibiliza todos os aplicativos da plataforma Google, a mesma conta particular que todos usamos diariamente, porém nesse caso, utilizamos um subdomínio do colégio.

Os deveres (atividades) podem ser criados para grupos de alunos, como exercícios normais, ou então um para cada aluno, como se fossem provas e avaliações individuais. Os alunos podem entregar as respostas pelo Google Sala de Aula<sup>1</sup> (Figura 4), ou mesmo pelo Google Documentos, e o professor pode monitorar tudo pela nuvem (internet) de forma gratuita e rápida. O mais importante é a não exibição de anúncios criando um ambiente totalmente restrito à turma. Somente quem for convidado para o grupo de alunos pode acessar um determinado espaço no serviço, e apenas pelo Google for Education criado ou da escola onde estudam, nesse caso. O professor pode adicionar estudantes ou passar um código para que eles próprios acessem pela Internet.



Figura 4 – Mural das turmas, visão do app pelo professor; Fonte: Acervo particular [4]

Após apresentação da ferramenta e sobretudo a todos os alunos cadastrados, as aulas puderam ser ministradas. Afinal, como descrito anteriormente, o material foi construído com esse intuito e recebeu vários complementos tanto por alunos como por professores.

Ao entrar, o aluno recebe o material devidamente apresentado por um conjunto de ferramentas pré-estabelecidas e direcionada à Física de Partículas.

O primeiro contato ocorreu com um questionário que visa quantificar e qualificar o produto e podendo ser analisado a qualquer momento (Figura 5).

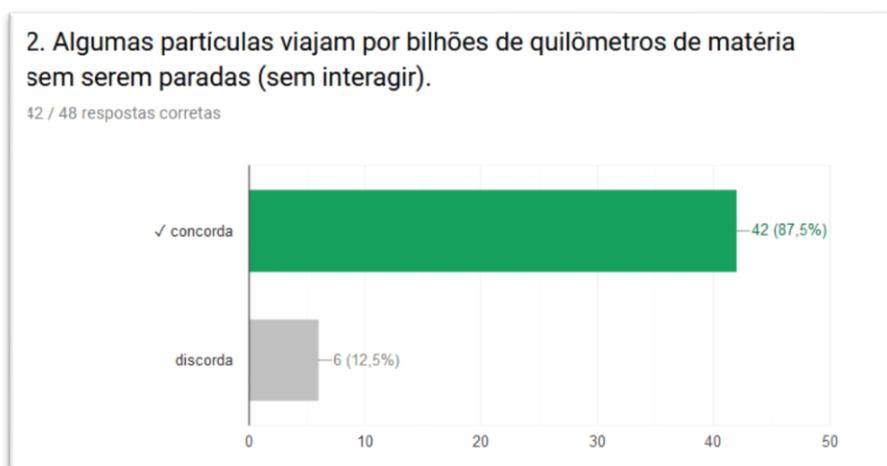


Figura 5 - Exemplo do questionário apresentado; Fonte: Acervo particular [5].

O conteúdo foi dividido em 10 aulas, porém ministradas em 13 aulas da grade regular das turmas do 3° EM, dessa instituição de ensino, como parte integrante da

atividade de conclusão para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - UFABC.

A utilização dos recursos nas aulas vem relacionar adequadamente várias informações, conhecimentos e habilidades para enfrentar e resolver situações-problema, no entanto, trabalhando conscientemente para alcançar as metas estabelecidas.

O propósito central destas aulas é justamente propor um cenário de representações para que a comunicação possa acontecer nas aulas de física de forma mais abrangente. Depois do aluno estar devidamente cadastrado é possível acessar o material de forma autônoma e coordenada com o professor da turma, podendo ocorrer a qualquer momento.

Oportunidades para que os alunos se comuniquem diretamente em sala e a qualquer outro momento, fazendo com que eles sejam capazes de se conectar a sua linguagem, seu conhecimento e suas experiências pessoais, transformando em linguagem de classe e no formalismo da área a qual estaremos trabalhando. Na aula inicial (Figura 6) a construção de todo conhecimento aparece como tema.

**AULA 1 - O início...**

Para o homem, em seu desenvolvimento como ser pensante, um conhecimento foi fundamental, o filosófico. Questionar o relacionamento do indivíduo com o meio no qual está inserido e o conhecimento racional de suas experiências deram ao homem uma diferente relação com o mundo a sua volta. Contamos com grandes filósofos para esse desenvolvimento, são eles; Tales de Mileto, Platão, Sócrates, Pitágoras, Arquimedes entre outros.

Figura 1 – Sistema Geocêntrico



<https://www.youtube.com/watch?v=Yrr2NN1LOd0>

Figura 6 – Vista do material pelo aluno; Fonte: Acervo particular [6].

A possibilidade de rever, assistir e estudar todo conteúdo quando acharem necessário seja no computador ou mesmo pelo seu smartfone, transforma o ensino e

a dinâmica em sala (Figura 7), e fora dela. Podemos também ativar o aplicativo disponível em todas as plataformas<sup>1</sup> e de fácil acesso aos materiais.

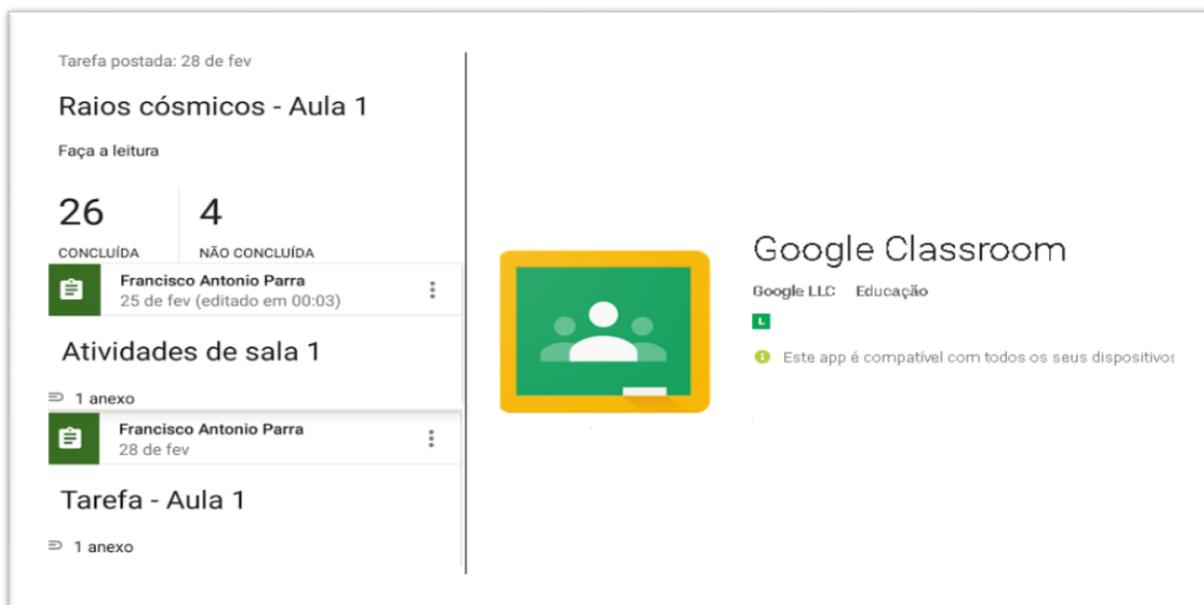


Figura 7 – Apresentação do Aplicativo nas plataformas; Fonte: Google [7].

<sup>1</sup> [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.classroom&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.classroom&hl=pt_BR)

## 5.1 Cronograma de atividades.

Para estudar os impactos das aulas que foram criadas, aplicamos avaliações para analisar o conteúdo assimilado. Os apontamentos poderão ser usados para uma nova forma de aplicar o material ou mesmo melhorá-lo nas próximas aplicações.

O estímulo criado por um novo material de estudo transformou o ambiente de sala de aula, como os alunos ajudando nessa transformação (Figura 8). O uso de novas ferramentas em sala despertou uma nova maneira de aprender ensinando, com o professor tutor de cada nova fase.

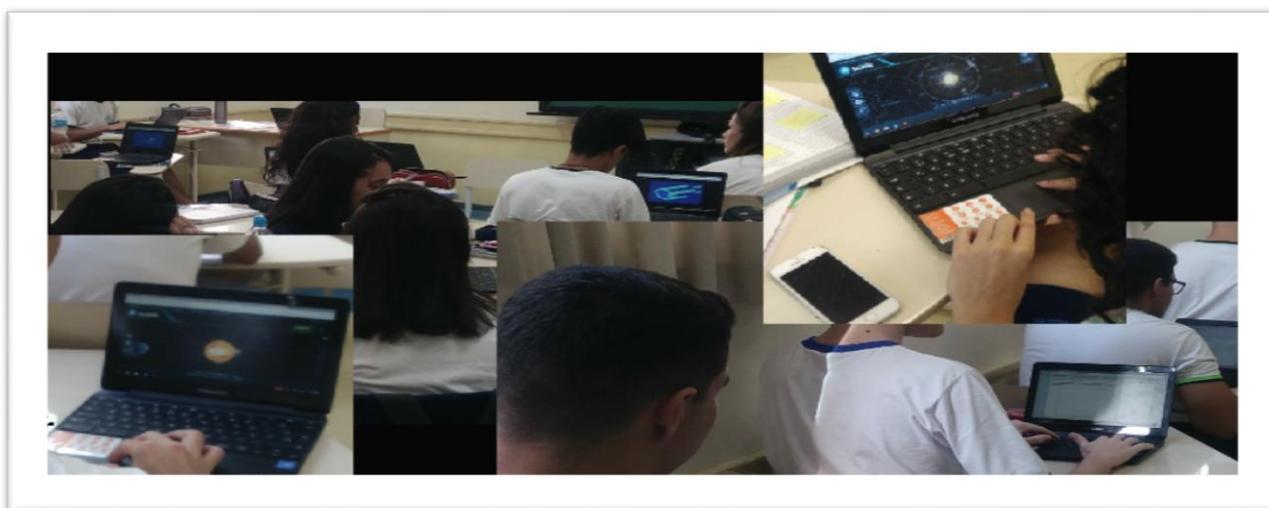


Figura 8 – Alunos em suas atividades; Fonte: Acervo particular [8].

No período de aplicação do produto, os alunos demonstraram interesse na participação, com exceção de alguns alunos. Na fase inicial da atividade não foi informado aos alunos que se tratava de um produto para Dissertação de Mestrado, mas foi oferecida pontuação extra, com o intuito de motivar a participação do maior número de estudantes. Porém, por estarem dentro do conteúdo de aula, essas atividades também fizeram parte da média. Já aos que deixaram de participar não implicou nenhuma penalização ou desconto do mesmo.

Todo o trabalho foi documentado com questionários, fotos, vídeos e áudio.

Aos alunos foram apresentados materiais antecipados, estimulando as leituras independentes, porém isso ocorreu com um ou dois dias de antecedência a aula presencial, proporcionando um melhor aproveitamento de diálogos e situações diferentes das anteriormente estudadas, como apresentado na tabela.

**Tabela 1: CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

<b>DATAS</b>	<b>MOMENTO</b>	<b>ATIVIDADES</b>	<b>NÚMERO DE AULAS</b>
07/02/2018	1°	Introdução; Pré-teste; Resultados dos testes; Vídeo/Texto/Exercícios Aula expositiva	03
02/03/2018	2°	Texto/Questionário Aula Expositiva O jogo Palestra/Debate	02
06/04/2018	3°	Textos / Aula Expositiva Questionário	01
12/04/2018	4°	Texto/vídeo Expositiva/Participativa	01
23/04/2018	5°	Texto/Vídeo Aula Participativa	01
05/05/2018	6°	Texto/vídeo Aula expositiva	01
12/05/2018	7°	Textos/Artigos Aula Expositiva	01
23/05/2018	8°	Textos/Artigos Expositiva/Participativa	01
02/06/2018	9°	Textos/Simulador Exercícios	01
09/06/2018	10°	Textos/Exercícios Aula de Fechamento Pós-Teste	02

O cronograma contém um total de 14 encontros presenciais, porém podendo ser adaptado a outras necessidades e realidades pedagógicas.

## 5.2 Descrições de atividades

**1º Momento:** A introdução do produto acontece na unidade escolar, pois se tratava de um assunto específico e regras a serem seguidas por todos, mesmo não tendo definido o número de alunos a serem analisados, a apresentação das atividades e o aceite na participação de forma voluntária eram fundamentais para a continuidade da aplicação do produto.

Com esse momento iniciado discutimos pontos fundamentais a avaliação de cada bimestre e quais seriam os deveres que todos deveriam seguir, se fossem aderir ao produto. A partir dessa discussão inicial foi então aplicada à primeira atividade, o pré-teste, disponível no apêndice, com o qual poderíamos analisar o produto ao fim da aplicação e com os resultados compará-los de forma a entender como e onde deveríamos atualizar ou melhorar o produto.

Entre as diversas atividades oferecidas no produto, o fato de receber os resultados de imediato, trouxe novos desafios para sala de aula, pois todos já queriam saber como a sala tinha sido e como cada um poderia melhorar. Isso aconteceu já na aula destinada aos resultados de pré-teste, para ser exato e foi no calor desse momento informamos a todos o real propósito da atividade: o mestrado e sua dissertação. Também foi comentado que o teste não era para avaliar esse ou aquele, mas seria o norteador para futuras abordagens em sala e um o produto final destinado a professores que gostassem de mudanças e estilo de suas aulas, como isso, ajudar este que convive na demanda crescente e apresentada em sala de aula a todo o momento, o professor.

Para mensurar o impacto desse novo momento aproveitamos para definir quem seriam os alunos a serem analisados e estimular cada um na difícil jornada e auxiliá-los a não perder o foco em cada atividade o que poderia prejudicar as análises e um desvio de reais meios de ajustar o material.

A primeira aula do material proposto, iniciou-se com a aplicação da apostila de forma remota, antecedendo a aula expositiva, esperamos que agora de forma

autônoma o aluno deva procurar o que se é perseguido por todas as escolas e sistemas de ensino; a utilização da leitura para buscar informações e para aprender e entender conteúdos específicos, contudo em sala este pode exprimir suas opiniões sobre o que leu, refletiu e pesquisou. Refletir com outras pessoas sobre suas conclusões e entender das outras pessoas o que foi entendido e analisado por elas. Em nossa vida como leitores, lemos por algum motivo, e isso nos auxilia a selecionar o que iremos ler podendo determinar nosso modo de ler. Também ocorre que um bom leitor nunca lê de modo linear ou do princípio ao fim, em cada situação, a forma de leitura será determinada pela finalidade que se lê. Contudo esperamos que com vídeos, textos e a própria internet à disposição dos alunos possam mudar suas posturas em sala de aula.

A aula expositiva ocorreu em momento oportuno como a turma festejando os resultados apresentados, já nos primeiros comentários de sala sobre o vídeo de abertura (Figura 9) vários elogios e de como foi editado o conteúdo, mostrou de forma promissora o que estava por vir.

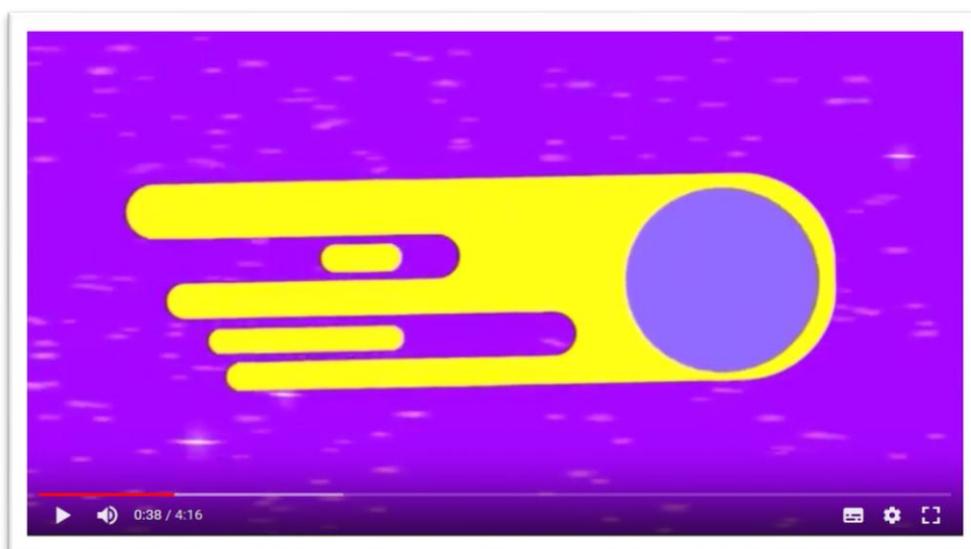


Figura 9 – Introdução aos Raios Cósmicos; Fonte: Google Drive, Acervo particular [9].

Toda atividade enviada foi discutida e comentada em sala, com computadores portáteis, o que facilitou na execução em sala das atividades extras e melhorando o entendimento dos alunos que de alguma forma ainda não tinham entendido ou mesmo iniciado a leitura autônoma da atividade.

Além das atividades os alunos foram apresentados a um simulador que calculava o período de órbitas estudadas por Kepler e após esse momento responderam a um questionário (Figura 10) de forma a entender e construir todo o conceito formal do material.

**PERGUNTAS** Total de pontos: **1**

2. Leia o trecho a seguir: É em função da astronomia que se elabora (...) a nova física; mais precisamente: em função dos problemas postos pela astronomia copernicana, e, especialmente, da necessidade de responder aos argumentos físicos apresentados por Aristóteles e por Ptolomeu contra a possibilidade do movimento da Terra. (KOYRÉ, Alexandre. Estudos Galilaicos. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992. p. 205.) O historiador do pensamento científico, Alexandre Koyré, destaca que a "nova física", que foi erigida desenvolveu-se a partir das discussões em torno dos fenômenos astronômicos, sobretudo a respeito do movimento da Terra. Copérnico e outros questionavam a física aristotélica e ptolomaica porque essa afirmava, entre outras coisas:

- a) que as teses sobre a imobilidade da Terra não tinham valor porque foram concebidas por pessoas ignorantes.
- b) que o telescópio usado por Aristóteles não era preciso o suficiente para a observação astronômica.
- c) que as investigações de Aristóteles não puderam ser compreendidas, haja vista que seus livros foram alterados ...
- d) que Aristóteles não poderia compreender bem os fenômenos naturais, pois viveu na época errada.
- e) que o cosmos estava organizado em esferas celestes e que a Terra era imóvel.

3. No uso do simulador da Terceira de Kepler ( Aula 1) se inserir 84 anos Terrestres você obtém qual resposta em Unidade Astronômica? De qual Planeta estamos falando?

- 30,06 UA - Netuno

Figura 10 – Questionário de sala; vista do aluno; Fonte: Acervo Particular [10].

A preocupação com os alunos no que diz respeito ao primeiro contato com o novo formato, se faz necessário nesse momento inicial. Porém como já era esperado alguns alunos ainda não compreenderam a necessidade de uma análise antecipada do assunto, sendo assim, esperamos que na maioria todos possam se ajustar a nova realidade.

Também devemos considerar necessário criar uma rotina de atividades, pois nessa sequência didática os períodos extensos entre as atividade e obtenção dos

resultados podem atrapalhar a verificação descrita pelos discentes, essa necessidade foi relatada por um dos alunos:

Aluna 1.

“Para quem nunca teve contado algum com conteúdo da astrologia, os dois simuladores trazem muitas informações, o qual podem atralhar ou deixar o simulador de difícil compreensão. Contudo o campo de informações é muito amplo, ricos em detalhes cruciais para um estudante e até mesmo trazer um mundo novo, fazendo nos conhecer e explorar um universo novo. Ambos os simuladores parecem trazer as mesmas informações.”

Apesar dos erros conceituais e problemas a serem ajustados, observamos que a motivação do aluno está na percepção de estar apropriando-se ativamente do conhecimento e de participar da elaboração de ideias.

**2º Momento:** apresentado como aula de aprofundamento ao que foi articulado dentro do produto, enfatizando o contexto textual e apresentações de artigos extras para dar introdução ao tema seguinte, Física Moderna. O mesmo vinha sendo apresentado aos amigos e professores da área e foi em uma dessas conversas que aparece um recurso novo, o jogo, “Heroes of Learning” e introduzido ao produto como parte do estudo e observamos uma melhora, pelo menos nessa etapa inicial, que seria a de motivar os alunos. Foram apresentadas atividades de forma paralela trazendo grandes benefícios, por esse motivo, acredita-se ser importante à apresentação desta atividade.

O jogo pode ser visto como uma plataforma pedagógica, onde se faz necessário o uso de materiais como: livros, textos e artigos. Também é objetivo desse trabalho apresentar a História da Física de uma forma diferente, levando esse conhecimento à Física Contemporânea e proporcionando um conhecimento profundo de fatos e feitos históricos. As atividades propostas podem ser escolhidas de algum outro lugar já pronto, porém devemos demonstrar que os alunos aprenderam algo relevante.

Utilizar um material onde a estrutura e os formatos devem contemplar Rpg, não é tarefa fácil, logo, o jogo “Heroes of Learning” pode ser utilizado como ferramenta importante para o ensino de Física de forma geral. Sendo assim, o verdadeiro objetivo é colocar o aluno em situações onde ele possa presenciar discutir e utilizar fenômenos físicos dentro do jogo e, principalmente, fora dele, de maneira intuitiva.

...”o jogo usa um cenário de fantasia medieval onde os estudantes são os heróis e só eles podem salvar o mundo de criaturas malignas, utilizando como arma o conhecimento adquirido nas aulas. Esse é o enredo do jogo Heroes of Learning, um aplicativo para smartphone e que qualquer educador pode baixar a ferramenta gratuitamente, montar suas próprias atividades e utilizar com os alunos”. (Dezani P. H., 2017)

O ensino de forma geral se depara com muitos desafios e assim como a sociedade tendemos a resolver seus problemas seguindo normas e regras, nós educadores têm nestes o desafio de criar situações onde se possa dialogar e transformar o aluno tendo regras e normas.

Sendo assim, ao lidar com situações em que sejam necessárias certas manipulações e interpretações da Física, espera-se que o aluno discuta, argumente e interaja de maneira mais significativa com os conceitos astronômicos. Para esse trabalho, os conteúdos utilizados serão os da apostila onde acreditamos poder explorar conceitos matemáticos básicos e teóricos de forma diferenciada.

As situações apresentadas funcionam como atividades de problemas abertos. Portanto, o aluno pode propor diferentes soluções para um mesmo problema. O professor deve atuar como mediador, fazendo com que o aluno justifique seus raciocínios e explique seus argumentos para que a discussão ganhe corpo.

Vamos conhecer o desenvolvimento do jogo que usaremos: (figura 11).



Figura 11 – O jogo; Fonte: Acervo pessoal [11].

- Batalhas: questões de múltipla escolha, que foram pensadas para discutir os fenômenos físicos conceituais de forma simples e direta;
- Eventos: situações-problema dentro do jogo que foram pensadas para discutir onde a procura física do problema e sua resolução se faz necessária;
- Conhecimento: antes de cada batalha um novo direcionamento é criado de formas distintas através de vídeos diversos, textos, vídeo aula ou apontamentos específicos.

O tempo de aplicação do jogo é bem relativo, pois esse foi apresentado e aplicado com atividades expositivas. Vale lembrar que, durante o projeto, houve situações de aprendizagem omitidas que tinham como objetivo levar o discente a entender fatos históricos para dar continuidade ao jogo e ao produto, mas isso não interfere, de forma significativa, nos conceitos físicos, apenas contribuem para a descoberta das questões de Física, onde o jogador encontrará uma melhor explicação para o uso dessa ferramenta e chegar às respostas no jogo. Esses hiatos são as problemáticas para chegarem a certos lugares ou mesmo obterem certos resultados de eventos dentro do jogo (lembrando que esses momentos não são totalmente irrelevantes, uma vez que trabalham competências e habilidades diversas, em momentos distintos).

Para a participação plena do aluno, deve-se a finalidade do jogo. Para esse momento, podemos fornecer ao professor algumas estratégias:

1º- uso do celular (smartphone): quebrar o paradigma de que “celular não se pode usar em sala de aula”. Devemos tomar alguns cuidados nesse primeiro contato, pois algumas instituições de ensino tendem a não ver essa aplicação como válida. Conscientizar os alunos da importância desse aparelho na construção do conhecimento e assim minimizar problemas futuros;

2º- onde encontrar o aplicativo: também é importante atenção nesse momento, pois instalar aplicativos fora de redes seguras pode trazer transtornos futuros ao celular e a seus usuários; por esse motivo, deve-se usar as plataformas, de forma gratuita e segura, do aplicativo disponível nos sistemas operacionais Android e iOS.

3º- vídeo de apresentação: apresentar de forma geral o aplicativo pelo youtube e suas ferramentas Dezani D. H.(2017).



Figura 12 – Área de cadastro aluno; Fonte: Acervo particular [12].

Nas etapas seguintes, os alunos terão total autonomia para continuar com a proposta de aprendizagem lúdica (Figura 12) e o professor pode se dedicar a outro momento importante que é a de montar suas turmas e assim fornecer o código de acesso a todos interessados.

Outro momento importante é o que retrata a ambientação do jogo. Os alunos farão suas inscrições no jogo (com o código fornecido pelo professor) e poderão, então, escolher seus personagens e nickname (apelido) do jogo.

Na estratégia inicial dessa atividade é essencial fornecer e apresentar textos auxiliares e vídeos aos participantes. Porém, é facultativo ao professor apresentação dos personagens do jogo aos alunos quando todos estiverem inscritos ou com um

número razoável de jogadores. Cada uma das missões de conhecimento pode ser iniciada a qualquer momento, mas seria de bom senso esperar até que todos possam participar ao mesmo tempo. Não é necessário, porém, dar início somente na sala de aula, muito pelo contrário, os envios de batalhas ou eventos podem ocorrer a todo instante e de qualquer lugar. No entanto, o professor será o único gerenciador de toda a plataforma. Só ele determinará o número de personagens dentro do jogo para que recebam uma missão e dê início à batalha do conhecimento.

Na etapa seguinte, o professor pode, então, explicar as diferenças entre os tipos de ferramentas do jogo, fornecendo mais alguns detalhes que podem ser as regras do jogo ou mesmo fornecer outros detalhes importantes, como materiais úteis de sobrevivência, equipamentos para uso do personagem durante a aventura.

O início de uma missão deve ser precedido de um conhecimento prévio (textos ou vídeos), no qual entrará as ferramentas do RPG, pois uma boa história tende a ter bons enredos. No App, o professor tem a sua disposição um passo a passo para um bom uso da plataforma. Clicando em conhecimento (knowledge), vários ícones, que possibilitarão a inserção do material escolhido pelo docente, mas em nossa aplicação foi levado em conta o conteúdo e o material proposto.

A história apresentada como História da Física “...de Ptolomeu a Einstein”, (anexo 2) escolha feita para que se possível fosse discutir qualquer fenômeno simples ou mesmo conceitos básicos de Física Moderna.

Foi então criado dentro deste enredo o reino de Fisican e toda história se discorre de lutas e atividades para ajudar o Rei Graviton e seu grande mestre Parredz.

No enredo, em Fisican há muito tempo atrás o rei de um esquecido reino mandou seus magos construírem um enorme labirinto com o objetivo de criar um desafio para seus guerreiros, assim escolhendo um capitão entre eles. O labirinto foi desenhado para julgar as habilidades físicas e mentais do candidato capitão. O prêmio: o braço direito do rei. Para o perdedor, a morte. Muitos de seus guerreiros pereceram no labirinto e como castigo os deuses mandaram orcs à capital do reino que hoje sofre com constantes ataques. Agora os personagens devem encontrar objetos que estão dentro da cidade para restabelecer a ordem. Algumas histórias de orcs, elfos e contos medievais foram transformados em contos para uma melhor ambientação, RPG (2017).

Para encaminhar o jogo o professor cria uma batalha em formato de quiz, com uma pergunta e alternativas de respostas. Cada desafio é compartilhado com os alunos, que recebem uma notificação para responder o teste. Os acertos somam pontos e permitem avançar para outras fases. O sistema elabora um ranking de pontuação entre os jogadores, estimulando a interação e a competitividade. O app foi adicionado ao nosso produto por também permite compartilhar vídeos, áudios e textos, que são os materiais de apoio para resolver os problemas.

Exemplo de uma dessas pergunta (vista do professor) trata das leis de Kepler (Figura 13).

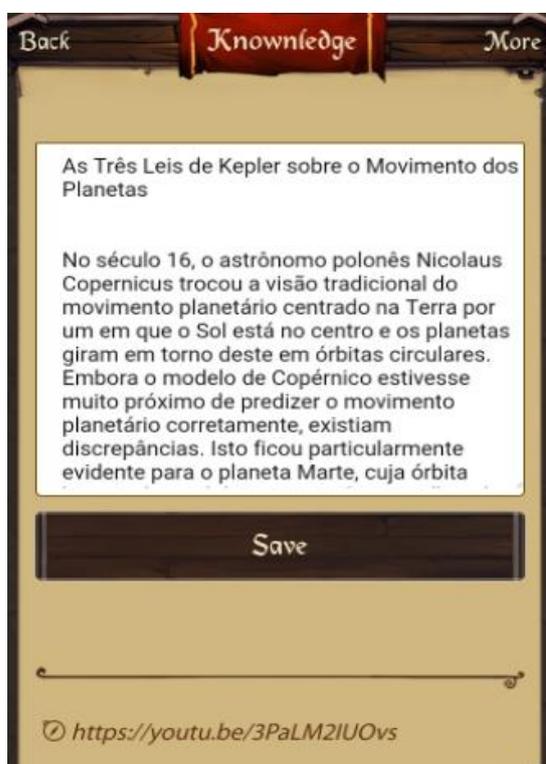


Figura 13- Formato do jogo; Fonte: Acervo Particular [13].

Todas as imagens são nos formatos originais do jogo mostrando ao jogador e aquele que narra um novo momento de aprendizagem. Uma das metodologias a que o jogo se refere é a do *Flipped Classroom*, conhecida como sala de aula invertida. O conteúdo da matéria é apresentado aos alunos antes das atividades presenciais, com a finalidade de prepará-los a realizar práticas em sala de aula vinda ao encontro do propósito desse produto.

Observe que foi inserido um vídeo (figura 13) referente à pergunta o que pode levar o aluno a responder ao *quiz* de forma adequada.

A visão do aluno para com o jogo (figura 14) também é um momento a parte, pois ele tem uma ambientação e ferramentas a serem experimentadas como ele não tinha anteriormente.

O aluno pode ver a sua evolução no jogo e ainda tem à sua disposição uma análise de como passar de fase ou mesmo ser um ótimo guerreiro e assim passar seus oponentes em cada batalha. O que desejamos agora é tirar o aluno de um comportamento passivo para sim compreender um fenômeno e entender como isso ocorre, por isso, o aluno deve se tornar agente na construção do seu saber, enquanto ele interage com o seu objeto de estudo. Estamos colocando o aluno no papel de investigador e questionador de seus atos.

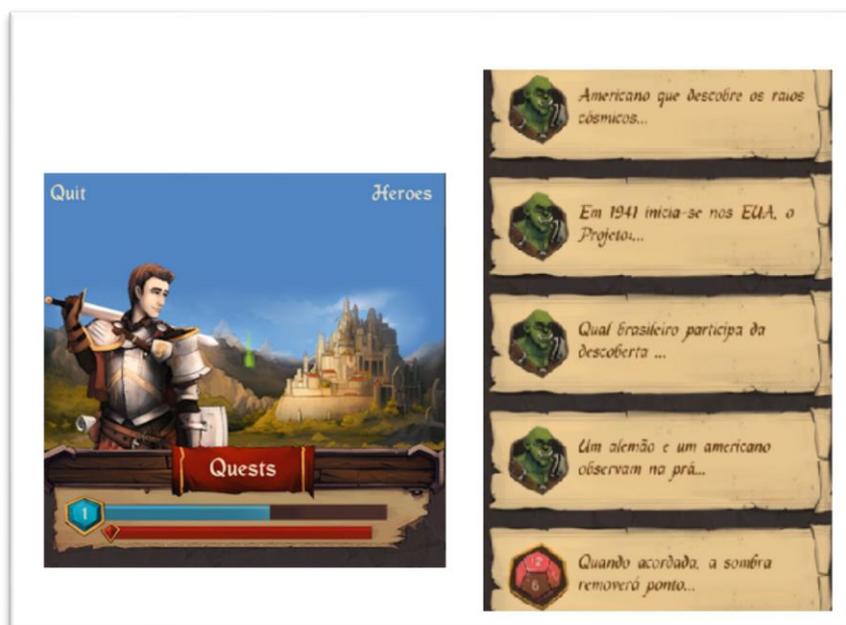


Figura 14 – Página inicial do jogo; Fonte: Acervo particular [14].

Na figura 14, temos novas batalhas formuladas dentro dos conhecimentos apresentados pelo jogo e na sala de aula. O *quiz* é importante para que o aluno avalie o seu conhecimento e a necessidade de aprofundamento nos estudos.

Para um melhor aproveitamento dessas atividades foram utilizados os exercícios do produto, que são basicamente testes de vestibulares e do Enem.

Os exercícios conceituais ou dissertativos foram apresentados para demonstrar o conhecimento e a capacidade de resolver atividades dissertativas ao longo do bimestre.

Deixar que os alunos vejam as classificações lado a lado, em uma disputa lícita pelo conhecimento pode parecer estranho, mas se mostrou bem satisfatório em todos os momentos do jogo e para o produto (Figura 15).



Figura 15 – Classificação parcial do jogo; Fonte: Acervo Particular [15].

Outro momento para com o jogo é o conhecimento prévio, pois tínhamos a disposição uma ferramenta de fácil acesso que são os eventos (event).

Essa ferramenta (event) possibilita ao professor inserir qualquer tipo de atividade e pontuar essa atividade de forma gradual ou mesmo por competência e habilidade. A versatilidade dessa ferramenta faz toda a diferença na aplicação do aplicativo, pois possibilita um aprofundamento fundamental nas atividades em grupo e fora da sala de aula.

Ao realizar essa atividade juntamente a aula número 2 do produto, levamos um tempo fora do previsto, porém se mostrou de grande valia para o papel pedagógico e que deve ser mais bem aproveitado em outras oportunidades ou mesmo fonte de outro trabalho.

Para introduzir o aluno em uma visão contemporânea dos fatos que devem ser apresentadas nas próximas aulas, foi oferecido a todos, uma palestra (Figura 16) sobre o tema “Física de Partículas – Raios Cósmicos”, sendo esta ministrada pelo Prof. Dr. Marcelo Augusto Leigui de Oliveira<sup>1</sup> (UFABC), meu orientador, palestra essa organizada junto à direção do Colégio e Universidade. Também foi confeccionado para esse momento um “flyer” para que todos pudessem tomar ciência do evento.



Figura 16 – Imagens da Palestra; Fonte: Acervo Particular [16].

No dia seguinte a palestra foi ministrada um debate sobre as questões atuais e como os alunos estavam se comportando com todas as atividades propostas.

Aluna 2.

“Escreva em poucas palavras a sua experiência com o material, Raios cósmicos e a origem da vida, até esse momento”.

R: Adorei o material, gostei bastante, pois com ele aprendi novos assuntos que antes não conhecia.

Fonte: Acervo particular

A introdução a Física Moderna acontece a exatos trinta dias da nossa última postagem, na sala google. Na verdade, o que se percebeu foi um engajamento em torno de se construir algo que realmente fosse eficaz e de um contexto significativo ao aluno.

O projeto não centra exclusivamente na proposição dos problemas convencionais, pois é comum observarmos que, se os problemas são relacionados à aritmética clássica não se mostram unânimes, logo, precisamos romper o ensino tradicional e aproximar os alunos do conhecer científico e lógico o quanto antes, adotando métodos de aprendizagem ativo e interativo.

**3º Momento:** A Física Moderna: nessa aula apresentamos textos e alternamos com o uso da tecnologia (figura 17). Foi apresentada uma aula antecipada com um vídeo e uso do simulador, que fez toda a diferença. Porém foi preciso do uso dos recursos de sala, pois muitos alunos ficaram com dúvidas com as perguntas feitas nas tarefas e apareceram vários questionamentos como apresentadas nesses relatos .

PERGUNTA:

A luz de vermelha consegue liberar elétrons de algum metal? Por quê?

Respostas:

- 1- Sim, a luz vermelha de baixa frequência estimula os elétrons para fora de uma peça de metal. Todavia, quando a luz fica mais intensa, mais elétrons são ejetados, contradizendo, assim a visão da física clássica que sugere que os mesmos deveriam se mover mais rápido (energia cinética) do que as ondas;
- 2- Não, pois a frequência dela é muito baixa;
- 3- Não, o feixe de radiação precisa ter uma energia superior a energia de remoção dos elétrons do metal;
- 4- A luz vermelha de baixa frequência estimula os elétrons para fora de uma peça de metal. Nenhum elétron é emitido se a frequência da luz não for maior do que um valor mínimo para um dado material.

Tarefa de sala do acervo particular; os números representam os alunos que participaram da aplicação do produto.

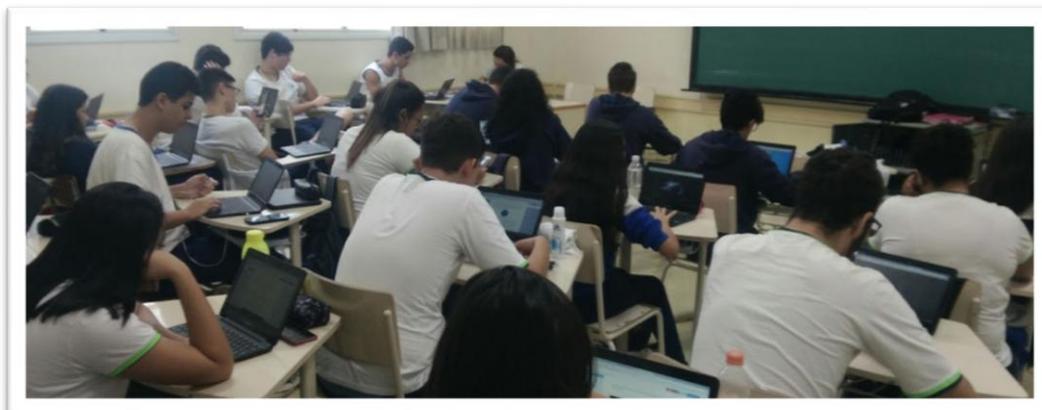


Figura 17 – Aula de Introdução a Física Moderna; Fonte: Acervo particular [17].

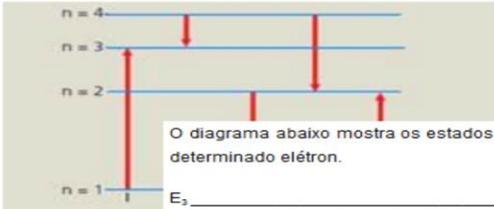
**4º Momento:** nessa semana foram apresentados o átomo e seus modelos atômicos, série de Balmer, a série de Lyman e uma fórmula empírica para uma série de frequências emitidas pelo átomo de hidrogênio. Perceba que nem sempre podemos abrir mão desses conceitos matemáticos e aritméticos, porém com uma abordagem diferenciada, os alunos resolveram as questões apresentadas (Figura 18).

Em sala os questionamentos foram entorno das apresentações de óptica, ondas eletromagnéticas e modelos atômicos.

2. A luz é uma onda ou constituída de partículas?

A luz pode ser os dois, podendo se comportar tanto como onda como partícula.

3. O diagrama abaixo mostra os níveis de energia (n) de um elétron em certo átomo.



O diagrama abaixo mostra os estados de energia que podem ser determinado elétron.

Qual das transições mostradas na comprimento de onda? Justifique.

II, pois apresenta maior variação de

A diferença de energia entre os estados 1 e 2 é  $E_2 - E_1$ , entre os estados 2 e 3. Em estado 2, o elétron emite fóton de comprimento de onda  $\lambda_{2-1}$  das outras transições p

Logo:

$$E_2 - E_1 = 2 \Delta E$$

$$E_3 - E_1 = 3 \Delta E$$

Temos:  $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$

Assim teremos

$$\lambda_{2-1} = \frac{hc}{2 \Delta E}$$

Figura 18 – Resolução de exercício de sala; Fonte: Acervo particular [18].

Nessa aula percebemos que um questionamento frente a outros problemas não apresentada anteriormente, a matemática, porém alguns alunos acharam o entendimento da série de Balmer bem complicada. Sendo assim cabe ao professor, se preciso for voltar e reforçar alguns entendimentos. Para a continuidade dessa aula um vídeo (Figura 19) foi apresentado para maiores esclarecimentos sobre a construção atômica.

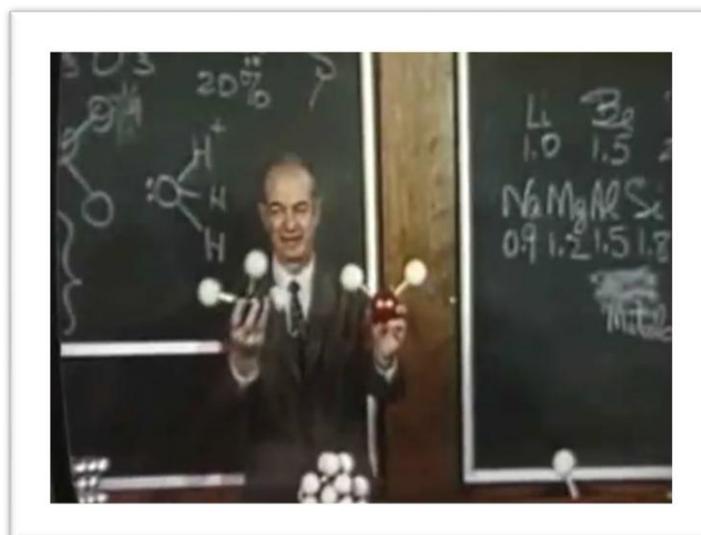


Figura 19 – Modelos atômicos; Fonte: You Tube [19].

**5º Momento:** a formação do universo apresentou um número maior de vídeos e artigos relacionados, além disso, foi preciso uma aula expositiva extra. Após apresentações os alunos se reuniram em grupos (Figura 20) para discutir os fatos e argumentos e respondê-los. Centramos a aula inicial ao surgimento do Big Bang e seu momento histórico, ao professor cabe pinçar o que for necessário para a continuidade da aula e não permitir temas vagos ou mesmo questões de religião e outros, pois todo cuidado é importante nesse momento. O contexto é formidável para outras perguntas, porém a análise de cada uma antes de apresentá-las é fundamental.

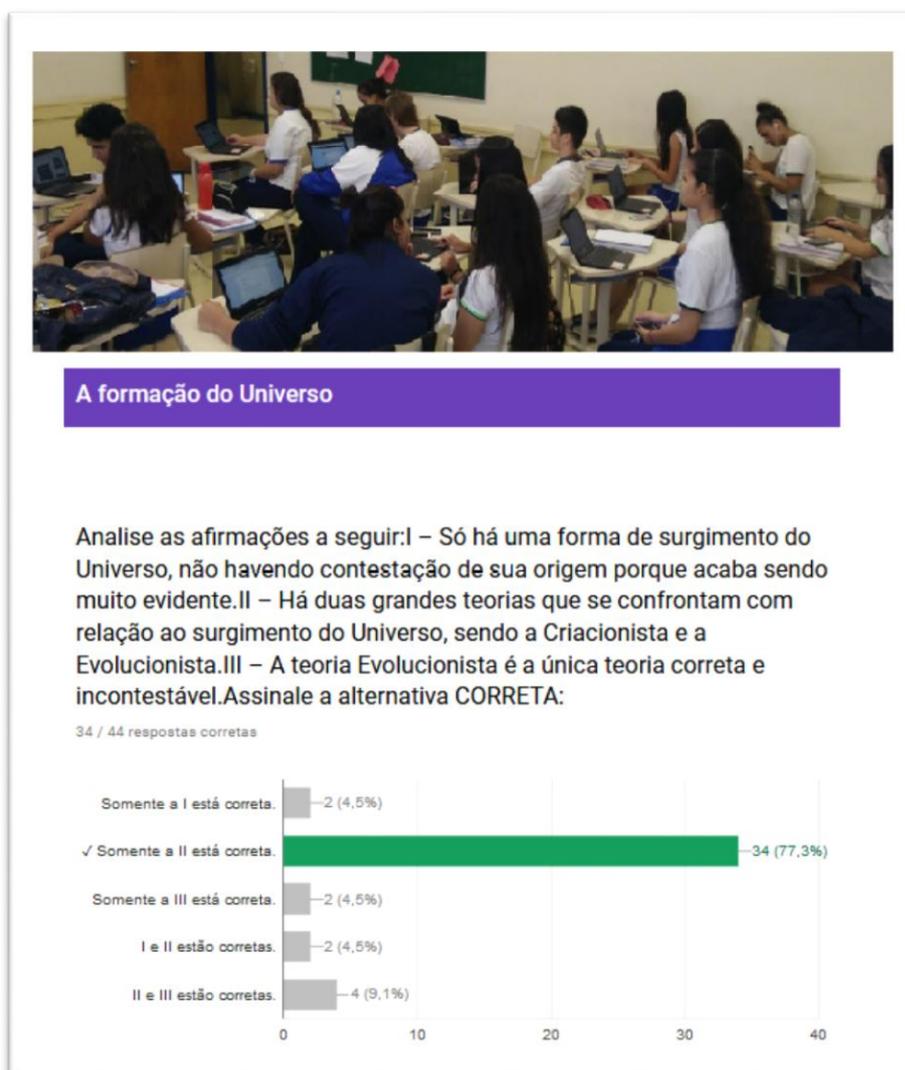


Figura 20 – Atividade em grupo para resolução de problemas; Fonte: Acervo particular [20].

**6° Momento:** não pretendemos nessa aula abordar assuntos e discussões filosóficas ou mesmo religiosas, mas somente tentar explicar como a vida aparece pela primeira vez. Por esse motivo precisamos de proteínas assim como as de hoje em dia, porém, como esse primeiro organismo aparece? Qual centelha deu o início a tudo isso? Seria a Terra a única a ter esse privilégio? Ou uma obra divina? Com viés científico, um vídeo foi apresentado antecipadamente criando toda uma expectativa para a aula presencial. Este por sua vez iniciou-se com o mesmo vídeo (Figura 21), tentando responder a cada questionamento, logo após um círculo em sala com os alunos foi formado para dúvidas finais.



Figura 21 – A vida; Fonte: Acervo Particular [21].

A possibilidade de existência de vida em outros planetas se tornou tema de grande interesse científico nas últimas décadas devido principalmente ao desenvolvimento tecnológico e o rápido aumento do conhecimento humano sobre a natureza do Sistema Solar e da nossa vizinhança na Galáxia. Pela primeira vez na história da humanidade é possível aplicar métodos científicos para investigar a possibilidade existência de vida em outros lugares do Universo, o que está diretamente ligado à questão da origem da vida na Terra, bem como ao futuro da humanidade é possível colonização do espaço. Sendo assim construímos novos assuntos e tentamos juntos aos alunos sanar a maioria das perguntas.

Aluno 3

1. Descreva em poucas palavras o que seria vida para você?

R: Minhas palavras continuam sendo as mesmas da aula 5, de que a vida é algo que nos foi dado, por algum motivo ainda não revelado. E que a vida é um grande aprendizado, onde com sabedoria devemos escolher nossos próprios caminhos. Por que estamos aqui? Está seria a grande pergunta, mas como não há respostas, devemos viver intensamente, aproveitando cada momento que nos é dado.

Outras questões do tema, foram apresentadas aos alunos, pois queríamos que pudessem perceber outros fatores na questão evolutiva. As questões em torno da Física de Partículas e quanto à formação de nuvens puderam contribuir para que partículas carregadas e os raios tenham iniciado a vida na Terra ou qualquer outra parte do universo.

**7º Momento:** todas as aulas começam por uma sugestão, pergunta ou vídeo, mas nesse momento o aprofundamento do tema deveria ser pelas origens e descobertas dos raios cósmicos (Figura 22).

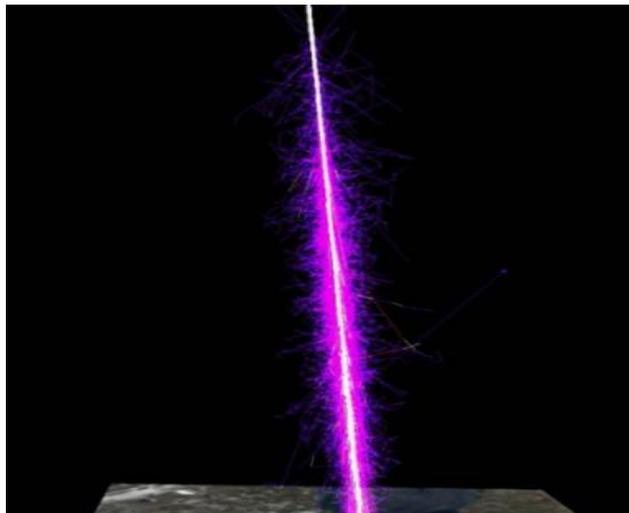


Figura 22 – Imagem do simulador; Fonte - Pierre Auger [22].

O que foi apresentado aos alunos como apoio o uso de um simulador é que os raios cósmicos se originavam nos núcleos ativos das galáxias e, possivelmente, estão

relacionados aos buracos negros existentes nesses núcleos. Para elucidar esse mistério (e talvez aproveitar as informações), apresentamos o site do grande observatório internacional de raios cósmicos na Argentina. Trata-se do Observatório Pierre Auger, com esse site vários materiais disponíveis foram apresentados. Para aprender sobre a natureza dos raios cósmicos de alta energia, sua direção e como chegam do espaço (Figura 23).



Figura 23 - Caminho dos raios cósmicos; Fonte – You Tube [23].

Encontramos dificuldades com a grande quantidade de material em inglês. Este fato impossibilitou o uso em sala de aula de muitos materiais, mas foi com essa dificuldade, os alunos, sugeriram atividade para tradução destes, porém nesse momento não foi possível, sendo essa, uma atividade promissora junto aos alunos, pois as questões interdisciplinares são cobradas em PCN's e o idioma é fundamental nesse aspecto.

Aluno 1.

1. Qual a importância do trabalho do brasileiro César Lattes para a Ciência?

Verificou a existência dos mésons pi, contribuiu para o desenvolvimento da Física no Brasil. Além disso, Lattes então com 24 anos de idade, conseguiu produzir artificialmente o méson pi, procedendo para tanto à aceleração das partículas alfa no ciclotron.

Ao fim dessa aula podemos mais uma vez discutir a importância da tecnologia no Brasil e um cientista que pouco se retrata em sala de aula, César Lattes.



**Aluno 1**

Apesar de consagrado, o termo partícula elementar, em especial a palavra partícula, não é adequado para nomear as unidades fundamentais da matéria. Como você explicaria esse problema? Justifique sua resposta.

R: A palavra partícula não é adequada para nomear as unidades fundamentais da matéria, porque no domínio subatômico, partícula não é um corpúsculo, um corpo diminuto. Pensar as partículas elementares como corpos muito pequenos, com massas muito pequenas, ocupando espaços muito pequenos, funciona como obstáculo representacional para compreendê-las de maneira significativa.

Outro problema do modelo padrão é o bóson de Higgs. No modelo, interações com o campo de Higgs (ao qual está associado o bóson de Higgs) fariam com que as partículas tivessem massa, questões essas que foram tratadas em sala.

**9º Momento:** iniciada com uma pergunta: “O que acontece uma vez que uma partícula de raios cósmicos de alta energia atinge a atmosfera?” Esperamos que com ajuda de artigos e textos mais elaborados os alunos possam apresentar bons argumentos e um novo entendimento de seu estudo em sala. Sabemos que a Terra é constantemente bombardeada por raios cósmicos.

As partículas de raios cósmicos de altas energias produzidas no espaço exterior, enquanto as partículas de raios cósmicos de baixa energia são produzidas no Sol. Os raios cósmicos são partículas carregadas que interagem com moléculas de ar quando entram na atmosfera. Ainda há controvérsias sobre a natureza das chamadas partículas de raios cósmicos primários e sobre os detalhes das partículas de chuva de ar secundário produzidas após a interação com a atmosfera. Também foi apresentado resultados de pesquisadores, pois estes registraram 27 eventos de raios cósmicos de altas energia (com energia acima de  $57 \cdot 10^{18}$  eV) e compararam as direções de chegada dos raios cósmicos com posições conhecidas de núcleos galácticos ativos (AGN) que, presumivelmente, constituem uma fonte de raios cósmicos de alta energia.

Apresentamos um breve relato de eventos periódicos e não periódicos das fontes de variações de raios cósmicos em longas escalas de tempo e seus efeitos na vida terrestre. Essas premissas com a nossa compreensão dos mecanismos de produção de e alta energia cósmica e propriedades de suas fontes podem tentar levar os alunos ao inevitável, a possível origem da vida pelos raios cósmicos e como elas interagem com nossa atmosfera. Nos

exercícios de sala e tarefas do lar podemos ter o real impacto dessas informações junto aos discentes.

Com as atividades os alunos conseguem se expressar de forma correta, mesmo que tenham retirado dos artigos: frases, parágrafo e imagens. Percebemos que a procura por respostas é válida, mas que outros pontos na apresentação delas devem ser trabalhadas, plágio seria uma delas.

**Aluno 3.**

O que acontece uma vez que uma partícula de raios cósmicos de alta energia atinge a atmosfera?

R: Quando penetram na atmosfera colidem com as moléculas ali presentes criando raios cósmicos secundários, criando partículas mais leves e de menor energia do que as originais. A maioria delas é absorvida pela atmosfera, mas algumas conseguem atingir o solo e até atravessam os nossos corpos.

**10° Momento:** apresentar os protagonistas desse novo contexto de aula, sendo assim, vamos unificar os temas possibilitando uma nova interpretação para uma possível origem. E com essa ideia estimular os discentes na tarefa de alterar o destino dos estudos nessa área, segundo o que se conhece como modelo. Considerando que o processo de aprendizagem deve ser contínuo e permeado pelo diálogo entre professor e aluno e entre aluno e aluno, foi realizada uma aula presencial em conjunto com os exercícios de sala. O pós-teste também foi apresentado como atividade para o fechamento de cada aluno, nos aspectos do produto e das análises a serem estudadas, como observada.

A estrutura apresentada pelo produto possibilita um caminho onde o professor possa elaborar novos caminhos para o conhecimento, da física ou de qualquer assunto de forma dinâmica e próxima dos alunos.

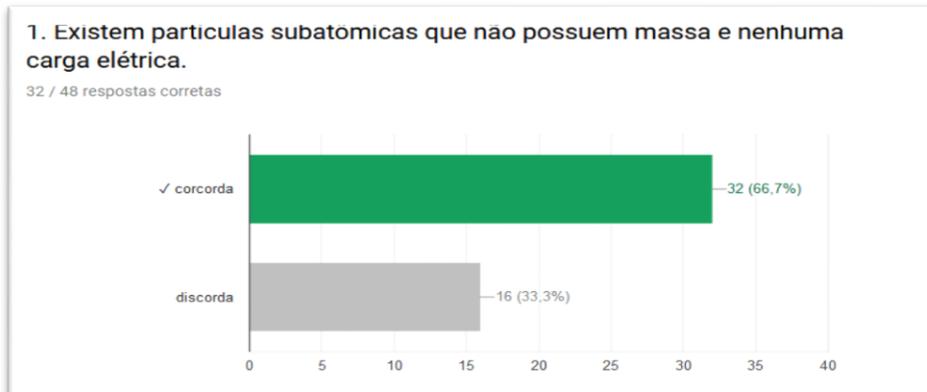
### Aluno 6.

Descreva em poucas palavras o que seria vida para você depois das aulas apresentadas?

R: vida é algo que nos foi dado, por algum motivo ainda não revelado. Acredito que a vida seja um grande aprendizado, onde com sabedoria devemos escolher nossos próprios caminhos. Por que estamos aqui? Está seria a grande pergunta, mas como não há respostas, devemos viver intensamente, aproveitando cada momento que nos é dado. E creio que na formação da vida, ocorreu um conjunto entre uma força superior (Deus) e a própria expansão do universo como na teoria do Big Bang. Acredito em um conjunto entre o que a ciência acredita e a religião.

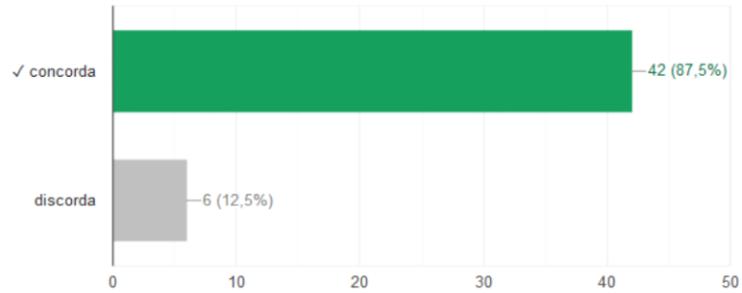
### 5.3 Análises dos Resultados.

Entendemos que o aluno reformula seus conhecimentos quando reflete sobre um dado novo e significativo. As análises aqui apresentadas tentam mensurar ou mesmo quantificar esse aspecto de forma simples e assim direcionar os resultados à procura de um padrão e como os alunos receberam tais informações. Vamos agora analisar o pré-teste dos alunos.



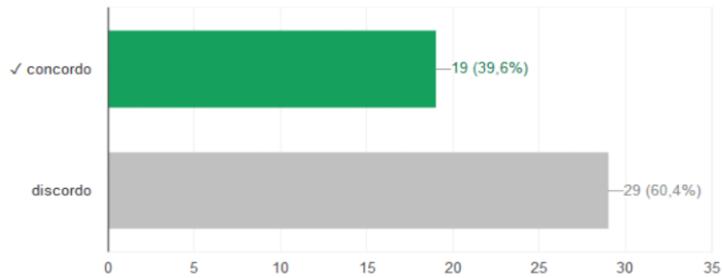
**2. Algumas partículas viajam por bilhões de quilômetros de matéria sem serem paradas (sem interagir).**

42 / 48 respostas corretas



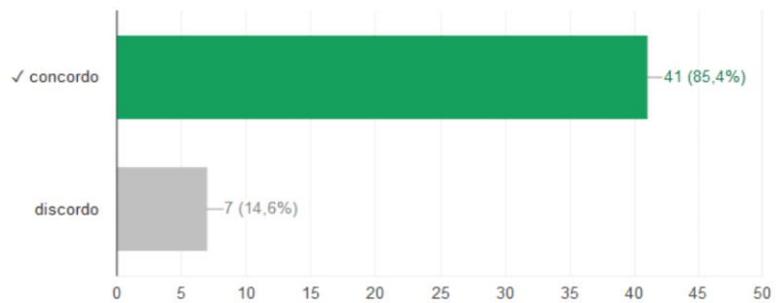
**3. A antimatéria é ficção científica e não fato científico.**

19 / 48 respostas corretas



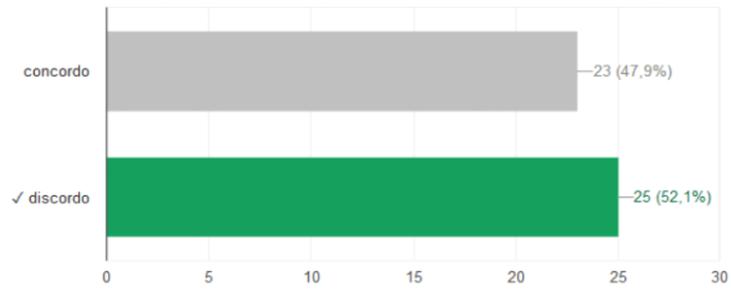
**4. Os aceleradores de partículas são utilizados para o tratamento do câncer?**

41 / 48 respostas corretas



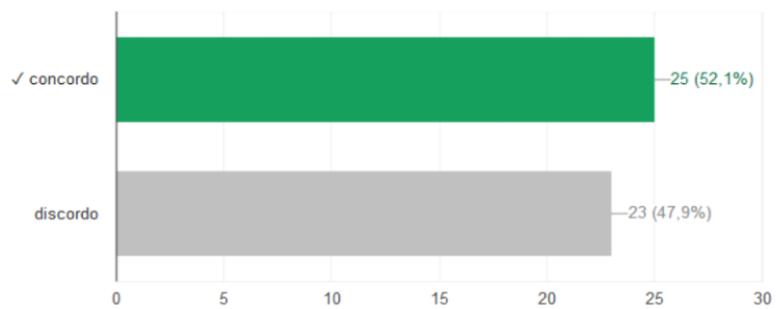
**5. Os componentes mais pequenos do núcleo de um átomo são prótons e elétrons.**

25 / 48 respostas corretas



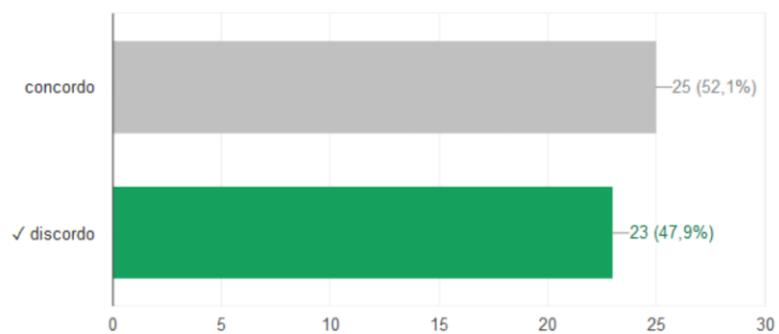
**6. As partículas e as antipartículas podem se materializar fora da energia.**

25 / 48 respostas corretas



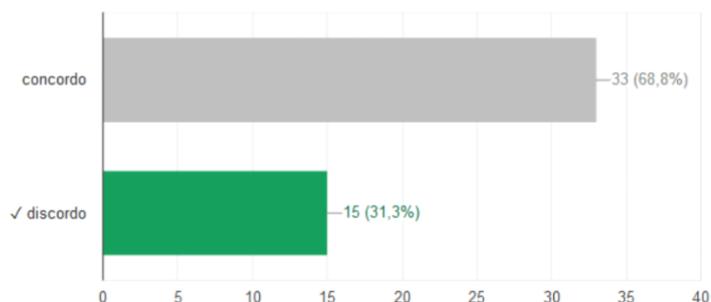
**7. Os físicos de partículas precisam de aceleradores maiores para investigar maiores objetos.**

23 / 48 respostas corretas



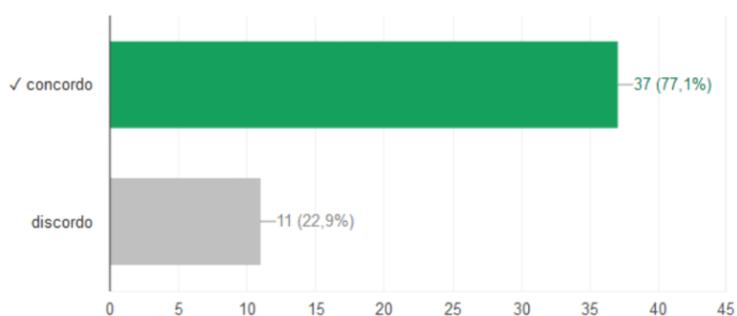
8. Ímãs são usados em aceleradores circulares para fazer as partículas se moverem mais rápido.

15 / 48 respostas corretas



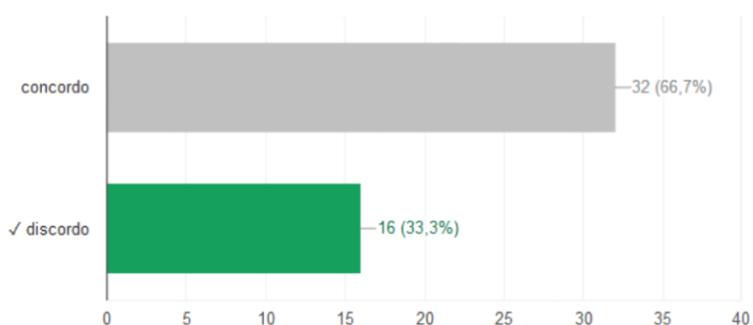
9. O trabalho realizado por físicos de partículas nos aceleradores está nos ajudando a entender o desenvolvimento muito cedo do universo.

37 / 48 respostas corretas



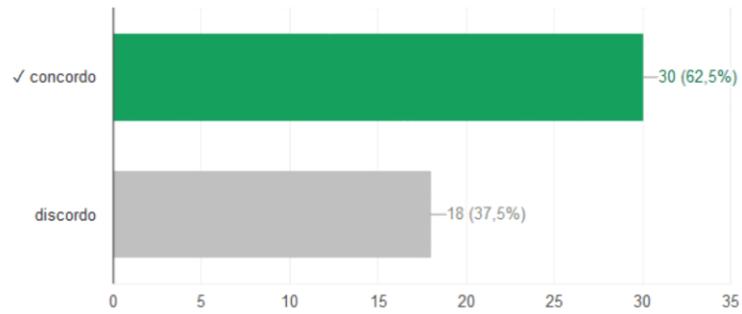
10. A gravidade é a mais forte das forças fundamentais da natureza.

16 / 48 respostas corretas



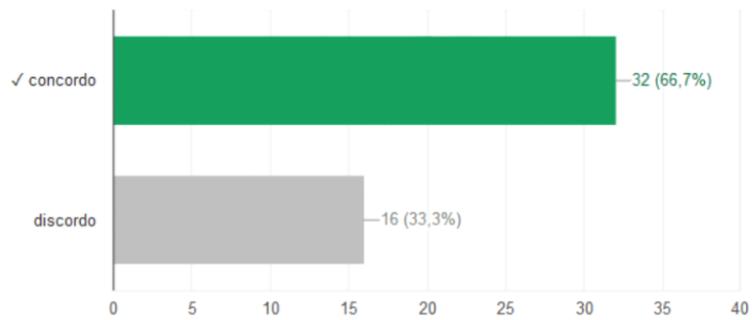
### 11. Existem pelo menos cem partículas subatômicas diferentes.

30 / 48 respostas corretas



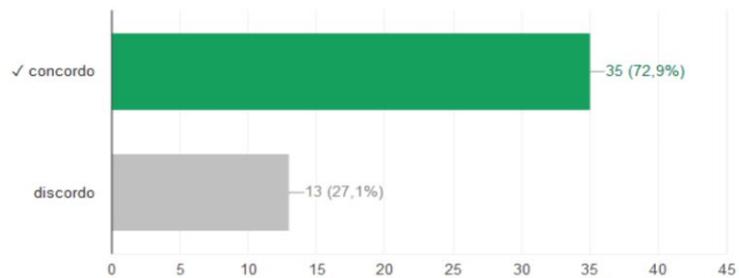
### 12. Toda matéria conhecida é feita de léptons e quarks.

32 / 48 respostas corretas



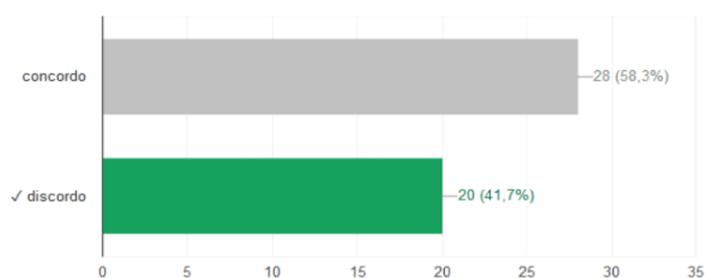
### 13. Os prótons no Large Hadron Collider (LHC) no laboratório do CERN em Genebra, Suíça cruza a fronteira franco-suíça 11.000 vezes cada segundo (sem um passaporte).

35 / 48 respostas corretas



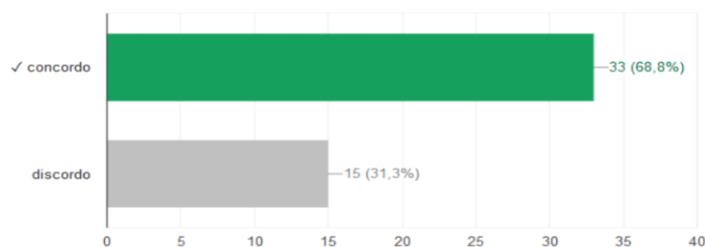
#### 14. A fricção é uma das forças fundamentais da natureza.

20 / 48 respostas corretas



#### 15. Muitos dos físicos que executarão as experiências de Física de Partículas, agora em construção, ainda são alunos do ensino médio

33 / 48 respostas corretas



O pré-teste (Tabela 1) apresenta resultados sem parâmetros dentro do currículo e podemos até questionar o tempo despendido pelos alunos nas questões atuais de ciência e tecnologia, pois muitas das questões apresentadas foram negligenciadas por alguns alunos que apresentaram grande dificuldade em responder cada uma das questões. Acreditamos que ao final desse processo apresentem uma melhora no ensino e na aceitação do produto.

O resumo das questões mostram quantas eles mais erraram e o porcentual por questão e finaliza com médias da turma e números de alunos que participaram do questionário.

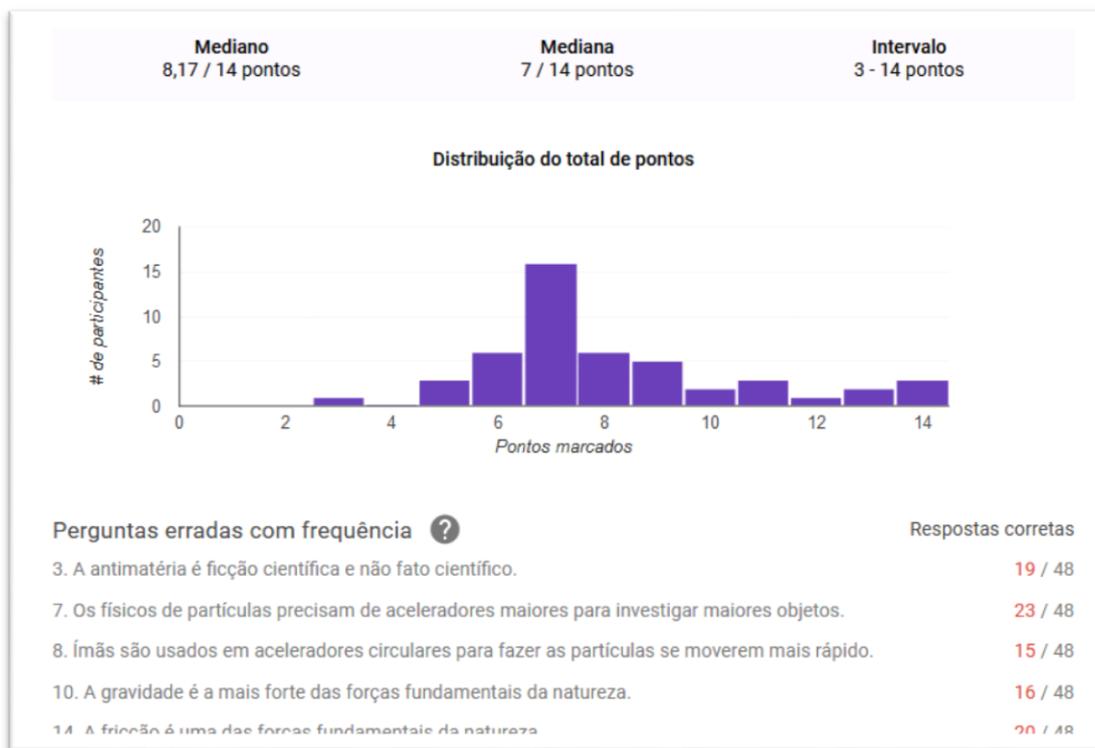
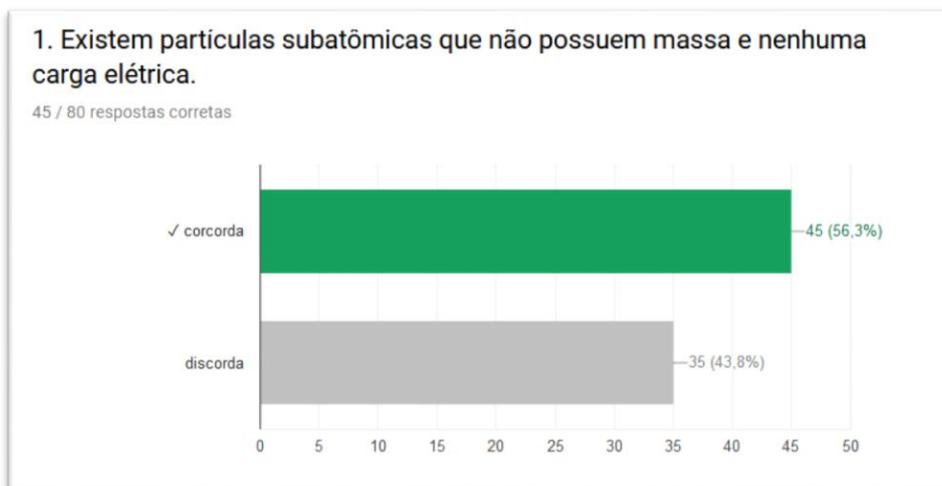


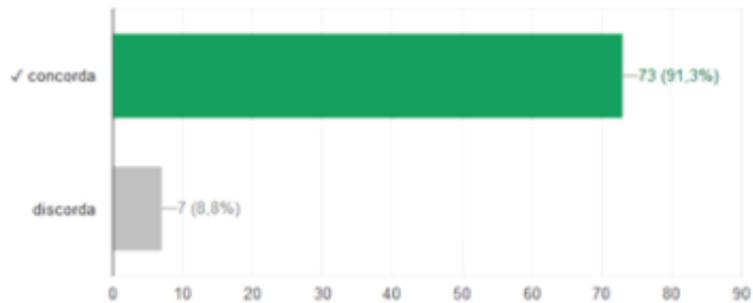
Tabela 2 – Resumo do Pré-teste; Fonte: Acervo Particular [25].

O pós-teste foi realizado 4 meses após o pré-teste e deve apresentar os resultados de todo o produto, mas não deve salientar o mais importante; a satisfação de ter realizado tal feito, de tão grande importância dentro da instituição de ensino, os resumos de cada questão pode determinar o que se viu na prática.



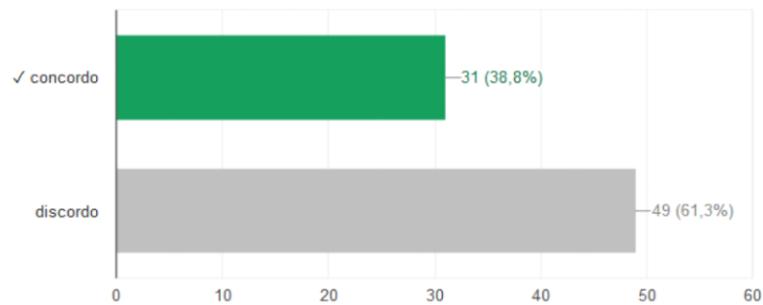
**2. Algumas partículas viajam por bilhões de quilômetros de matéria sem serem paradas (sem interagir).**

73 / 80 respostas corretas



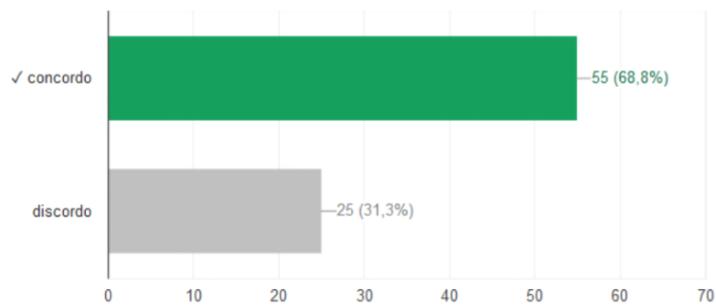
**3. A antimatéria é ficção científica e não fato científico.**

31 / 80 respostas corretas



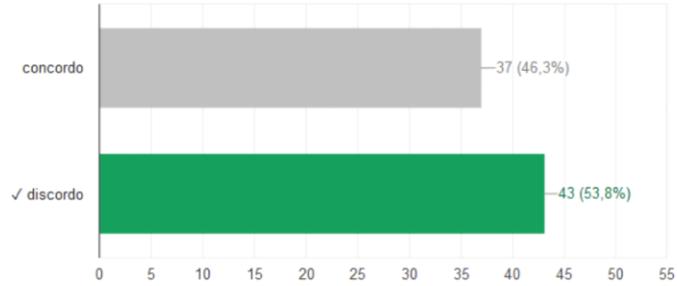
**4. Os aceleradores de partículas são utilizados para o tratamento do câncer?**

55 / 80 respostas corretas



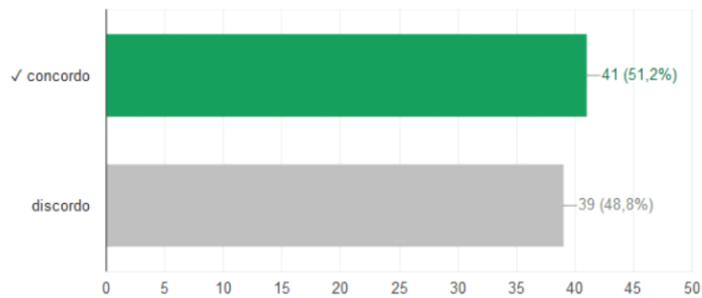
5. Os componentes mais pequenos do núcleo de um átomo são prótons e elétrons.

43 / 80 respostas corretas



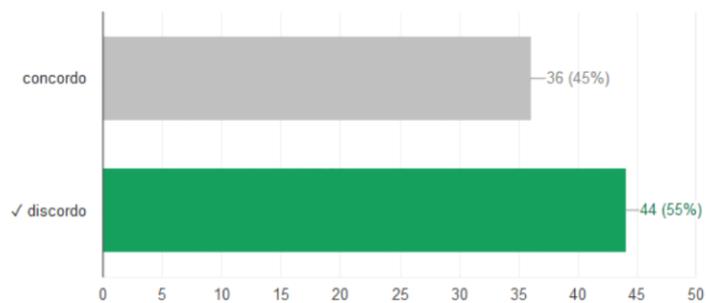
6. As partículas e as antipartículas podem se materializar fora da energia.

41 / 80 respostas corretas



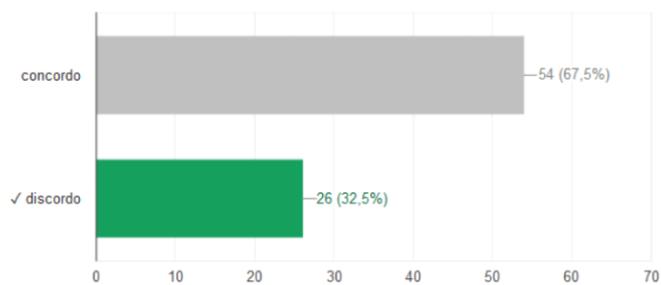
7. Os físicos de partículas precisam de aceleradores maiores para investigar maiores objetos.

44 / 80 respostas corretas



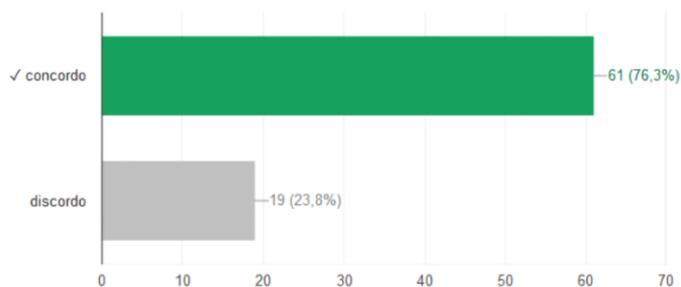
8. Ímãs são usados em aceleradores circulares para fazer as partículas se moverem mais rápido.

26 / 80 respostas corretas



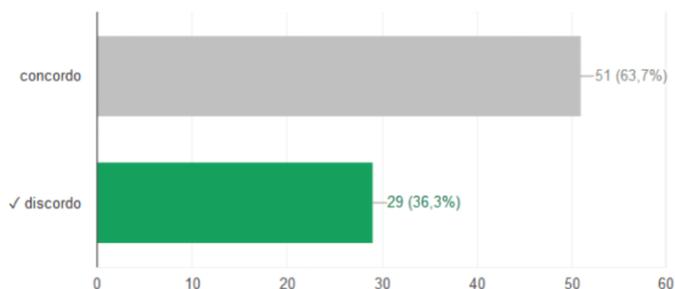
9. O trabalho realizado por físicos de partículas nos aceleradores está nos ajudando a entender o desenvolvimento muito cedo do universo.

61 / 80 respostas corretas



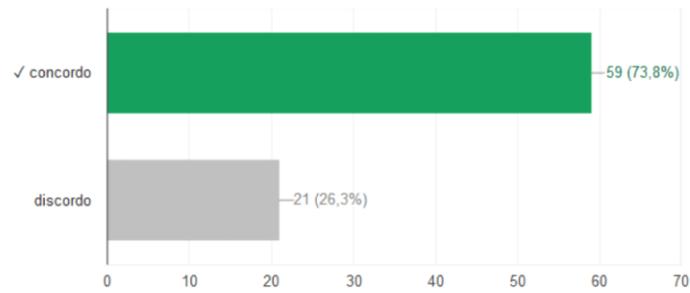
10. A gravidade é a mais forte das forças fundamentais da natureza.

29 / 80 respostas corretas



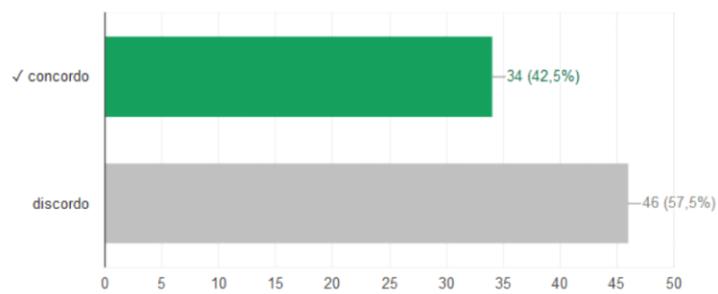
### 11. Existem pelo menos cem partículas subatômicas diferentes.

59 / 80 respostas corretas



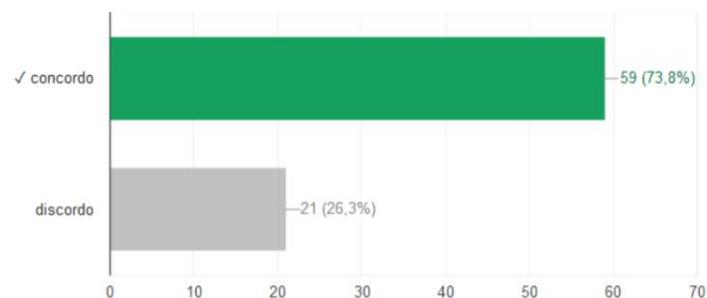
### 12. Toda matéria conhecida é feita de léptons e quarks.

34 / 80 respostas corretas



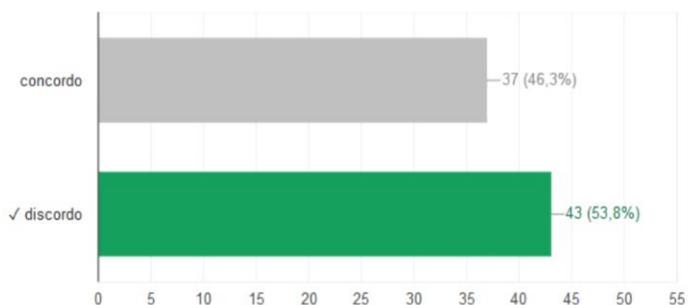
### 13. Os prótons no Large Hadron Collider (LHC) no laboratório do CERN em Genebra, Suíça cruza a fronteira franco-suíça 11.000 vezes cada segundo (sem um passaporte).

59 / 80 respostas corretas



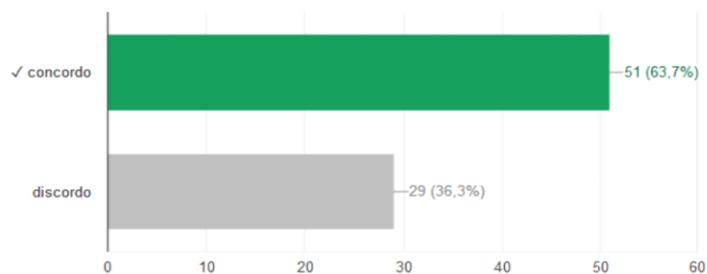
#### 14. A fricção é uma das forças fundamentais da natureza.

43 / 80 respostas corretas



#### 15. Muitos dos físicos que executarão as experiências de Física de Partículas, agora em construção, ainda são alunos do ensino médio

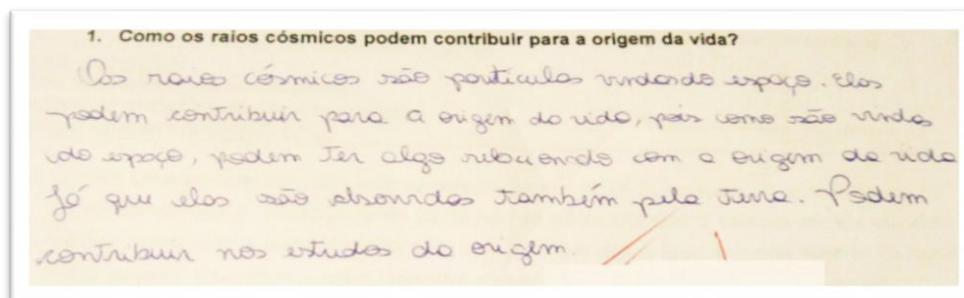
51 / 80 respostas corretas



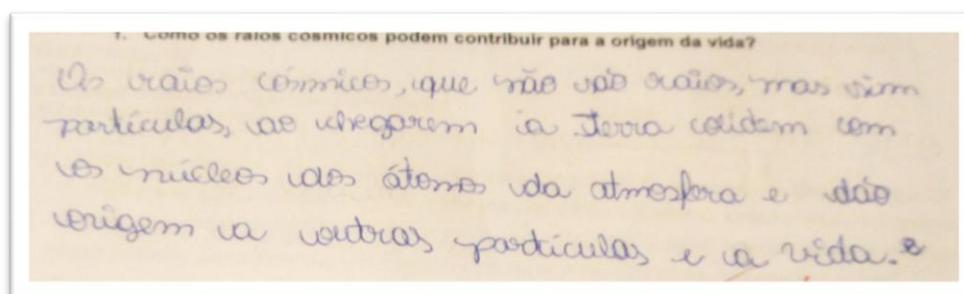
O pós-teste (Tabela 2) foi apresentado com o número de 80 alunos, todos responderam de forma voluntária e fizeram todas as atividades de forma autônoma, puderam experimentar dentro e fora de sala um novo conceito de ensinar e aprender dinâmico e produtivo. O resultado em números mostra uma melhora em todos os aspectos, mas deixa um alerta na construção da aula 8 (Quarks), pois a questão 12 (direcionada a aula) foi a única que apresentou uma queda significativa nos dados. Não podemos creditar ao professor o ocorrido e muito menos aos alunos, mas cabe uma nova análise para sanar tal questionamento, dúvidas e entendimento.

Questões também apareceram nas avaliações bimestrais mostrando a importância do trabalho realizado pelo professor e alunos:

Aluno 3.



Aluno 6.



A questão que fica, por que não ensinar física a partir de tópicos contemporâneos? Entendemos que dificilmente serão mais inadequados do que a cinemática, dinâmica ou mesmo a energia. Os dados mostram que o número de alunos interessados quase dobrou e seu comprometimento com a matéria foi dentro do esperado.

Nos PCNEM os objetivos curriculares são focados em competências e habilidades a serem atingidas pelos estudantes nas diferentes disciplinas, sendo esse nosso maior objetivo e facilmente discriminados com os dados finais apresentados.



Tabela 3 - Resumo do Pós-teste; Fonte: Acervo Particular [26].

## 6. CONCLUSÃO

O material se propôs em apresentar uma ferramenta educacional, um modelo no ensino de física de partículas para o ensino médio em conexão com PCNEM. Sendo a motivação o uso de assuntos atuais, despertando nos envolvidos um forte desejo na criação do produto.

A quantidade de ideias e materiais deu ao produto final condições para construção de uma página de estudo e troca de conhecimento em rede social. Um site com endereço eletrônico também foi criado para conectar educadores (<https://raioscosmosorigemdavida.com.br>), uma página de divulgação também foi criada no facebook. Sendo este o produto da aplicação realizada, acreditamos que ao apresentá-lo fora do círculo institucional possamos encontrar novas oportunidades para discutir e mostrar essa evolução.

O produto também buscou explorar os conhecimentos prévios dos alunos e gradativamente apresentar novos conceitos, possibilitando a reorganização do conhecimento na estrutura cognitiva dos alunos. Já a compreensão a respeito do conteúdo apresentado ao longo da atividade teve seu papel bem definido e por esse motivo acreditamos na melhora na compreensão e nos resultados dos discentes, facilmente observada pelos dados apresentados.

A continuidade dos estudos usando novas abordagens, atividades e troca de experiência servirá ao professor encontrar novos caminhos que possibilitem nessa ajuda constante de melhorar e inovação em sua prática pedagógica. Isso se reflete na avaliação das atividades e na compreensão do aluno, se este foi eficiente e coerente. Pois a ciência não é apenas uma coleção de leis, uns catálogos de fatos não relacionados entre si. É uma criação da mente humana com seus conceitos e ideias e de como podemos observar cada fato.

Logo, constatamos que podemos trabalhar de forma conjunta e eficaz, novos assuntos podem aparecer, mas a inserção destes deve ter nos alunos o rumo da nova educação, bem como auxiliá-los, de forma marcante, no ensino da Física e na sua própria origem.

Pelo tempo de aplicação do produto podemos julgar que este trabalho realmente trouxe uma aprendizagem significativa. Entretanto, a partir dos resultados do pré-teste e pós-teste, das observações e das atividades em sala de aula, percebemos que houve uma evolução qualitativa nos conhecimentos dos alunos sobre o tema estudado e das habilidades propostas. Sendo assim concluímos que a utilização do produto e suas estratégias podem facilitar a aprendizagem e com o uso de novas tecnologias em sala e com novas as abordagens de outros temas, contribuíram para alcançar um resultado satisfatório em sala de aula.

## 7. REFERENCIAS

- BOHR, NIELS – TRADUÇÃO VERA RIBEIRO; FÍSICAS ATÔMICAS E CONHECIMENTO HUMANO, RIO DE JANEIRO, 1995, ED. CONTRAPONTO.
- CANIATO, RODOLPHO – AS LINGUAGENS DA FÍSICA, SÃO PAULO, 1990, ED ÁTICA.
- DARWIN, CHARLES – TRADUÇÃO CYNTHIA AZEVEDO, A VIDA DE UM EVOLUCIONISTA ATORMENTADO, SÃO PAULO, 2013, GERAÇÃO EDITORIAL.
- DUARTE, D. VIGOSTSKI E O “APRENDER A APRENDER”, CAMPINAS, BRASIL, 2013, EDITORA AUTORES ASSOCIADOS.
- EINSTEIN, ALBERT; TRADUÇÃO-REBUÁ, GIASONE –RIO DE JANEIRO, 2008; ED.ZAHAR
- EISBERG, R. FÍSICA QUÂNTICA, RIO DE JANEIRO, BRASIL, 1985, EDITORA CAMPUS;
- ENDLER, A.M. F. INTRODUÇÃO A FÍSICA DE PARTÍCULAS. SÃO PAULO, BRASIL, 2010, ED. LIVRARIA DA FÍSICA;
- FREIRE, PAULO. PEDAGOGIA DA AUTONOMIA SABERES NECESSÁRIOS À PRÁTICA EDUCATIVA: EDITORA PAZ E TERRA, SÃO PAULO, 15ª EDIÇÃO, 2000.
- HAWKING, S. UMA BREVE HISTÓRIA DO TEMPO, RIO DE JANEIRO, BRASIL, 2015, EDITORA INTRÍNSECA;
- JASTROW, R. ORIGINS OF LIFE IN THE UNIVERSE. NEW YORK, USA, 2008 CAMBRIDGE UNIV.PRESS;
- KEPLER, S. O. F. ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA, SÃO PAULO, BRASIL, 2004, EDITORA LIVRARIA DA FÍSICA;
- MENEZES, D. P. INTRODUÇÃO A FÍSICA NUCLEAR, FLORIANÓPOLIS, BRASIL, 2002, EDITORA UFSC;
- OLIVEIRA, M. PIETROCOLA P. CONCEITOS E CONTEXTOS, SÃO PAULO, BRASIL, 2018, EDITORA DO BRASIL;
- OKUNO, E. RADIAÇÃO. SÃO PAULO, BRASIL, 1998, EDITORA HARBRA;
- PINTO, D. N. O ERRO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA. CAMPINAS, 2000 PAPIRUS;
- ROCHA, JOSÉ FERNANDO M. – ORIGENS E EVOLUÇÕES DAS IDEIAS DA FÍSICA, SALVADOR, 2011, EDUFBA.
- SCHRÖDINGER, E. O QUE É VIDA? TRADUÇÃO DE JESUS DE PAULA, SÃO PAULO, 1997, UNESP/CAMBRIDGE.

VILLATORRE, APARECIDA MAGALHÃES; HIGA, IVANILDA;  
TYCHANOWICZ, SILMARA DENISE – DIDÁTICA E AVALIAÇÃO EM FÍSICA, SÃO PAULO,  
2009, ED. SARAIVA.  
WATSON, JAMES D. – TRADUÇÃO CARLOS AFONSO Malferrari, SÃO PAULO, 2005,  
COMPANHIA DAS LETRAS.

### **ARTIGOS**

ATRI. D. Cosmic rays and terrestrial life: A brief review.  
[www.journals.elsevier.com/astroparticle-physics](http://www.journals.elsevier.com/astroparticle-physics); Acesso em: 20 Jun 2016.  
DAMINELI. A. Origens da Vida;  
[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142007000100022](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100022)  
Acesso em: 12 Nov 2017.  
FERRARI. F. Cosmic Rays: A Review for Astrobiologists  
[ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19519216](http://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19519216); Acesso em 06 Ago 2017.

### **MIDIOGRAFIA**

Figura 1 – Câmara de nuvem. Disponível em:  
<<https://universe-review.ca/l15-70-positron.jpg>> Acesso em 03 Dez 2018.  
Figura 2 – Construção coletiva; Disponível em:  
< <https://drive.google.com/open?id=1dtaYx5aGHgQ4PrPUkZH3lZh2XT5MzGbQ>> Acesso em  
04 Dez 2018.  
Figura 3 – Apostilas; Disponível em:  
<<https://drive.google.com/open?id=1PrDO8e2t3Zi4ZCgASwIEvQQQOXEiuY9erA>> Acesso  
em 19 Dez 2018.  
Figura 4 – Mural das turmas, visão do app pelo professor; Disponível em:  
<<https://classroom.google.com/u/2/c/MjgzODY1NTA5Mzda>> Acesso em 19 Dez 2018.  
Figura 5 - Exemplo do questionário apresentado, visão do professor; Disponível em:  
<<https://drive.google.com/open?id=1i1vV1skQVZsOgetpbFtSLjTbSmGpyNTig71DaOQSdQA>  
> Acesso em 20 Dez 2018.  
Figura 6 – Vista do material pelo aluno; Disponível em:  
<<https://drive.google.com/open?id=1wivkHwSsqSAUxssv3xZkiUWWk2lrzN8F>> Acesso em 20  
Dez de 2018.  
Figura 7 – Apresentação do Aplicativo nas plataformas; Disponível em:  
<[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.classroom&hl=pt\\_B  
R](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.classroom&hl=pt_BR)> Acesso em 20 Dez 2018.  
Figura 8 – Alunos e suas atividades; Disponível em:  
<<https://drive.google.com/open?id=14BaQBgwJj2gBTVi4s8yonQjXj8uOToRb>> Acesso em 20  
Dez 2018

Figura 9 – Introdução aos Raios Cósmicos; Disponível em:

<[https://drive.google.com/open?id=1O-PDZnJUMRTXhw44NtObqgKo8M1\\_VmZ8](https://drive.google.com/open?id=1O-PDZnJUMRTXhw44NtObqgKo8M1_VmZ8)> Acesso em 20 Dez 2018.

Figura 10 – Questionário de sala; vista do aluno; Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1HnwhyVZvclamq9PaPzPrcafvTOjNgYEwnX3RqGmh81M>> Acesso em 20 Dez 2018.

Figura 11 – O jogo; Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1ABUu1znMcUT8fKTAakH3bQKDZW-9j8L7>> Acesso em 03 JAN 2019.

Figura 12 – Área de cadastro do aluno; Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=11myZaJCwkxEEhQIHTHXtYE3Jej5JTjAS>> Acesso em 03 JAN 2019.

Figura 13 – Formato do jogo; Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1B93VtAMglailAITy3Y8iX5lusXT32GjQ>> Acesso em 03 JAN 2019.

Figura 14 – Página inicial do jogo; Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1B-7Q62IJmRiaEr0CEI8j0OutkOaf5uLO>> Acesso em 03 JAN 2019.

Figura 15 – Classificação parcial do jogo; Disponível em:

<[https://drive.google.com/open?id=1vR1UWN\\_3JLG\\_ChzW1fSyEWrJeJidpcsi](https://drive.google.com/open?id=1vR1UWN_3JLG_ChzW1fSyEWrJeJidpcsi)>  
Acesso em 03 JAN 2019.

Figura 16 – Imagens da palestra; Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1h1r0GZRhnOZA53OeYlvc5u1gF87VPjLoUQ>>  
Acesso em 03 JAN 2019.

Figura 17 – Aula de Introdução a Física Moderna; Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1h1r0GZRhnOZA53OeYlvc5u1gF87VPjLoUQ>>  
Acesso em 03 JAN 2019.

Figura 18 – O Resolução de exercício de sala; Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1ICFqN4sGTAOI6xcXf3uJyakfRu2704Rh>> Acesso em 03 JAN 2019 limitado.

Figura 19 – Modelos atômicos; Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=58xkET9F7MY>> Acesso em 04 JAN 2019.

Figura 20 – Atividade em grupo para resolução de problemas; Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1mNuia-Jz3SVSa51awlweFm7s0VNHs23T>> Acesso em 04 JAN 2019.

Figura 21 – A vida; Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1ooTQCjD0ZXsO2UT6O5HKeB8VicULE-uk>>  
Acesso em 04 JAN 2019.

Figura 22 – Imagem do simulador; Disponível em:

<<https://www.auger.org/index.php/cosmic-rays/shower-simulations>>

Acesso em 04 JAN 2019.

Figura 23 – Caminho dos raios cósmicos; Disponível em:

<[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=19&v=vTGSb8P90mc](https://www.youtube.com/watch?time_continue=19&v=vTGSb8P90mc)>

Acesso em 06 JAN 2019.

Figura 24 – Montagem do jogo ; Disponível em:

<[https://drive.google.com/open?id=14epz\\_UZnP\\_bFjav8NPX7L-LlwF1jOxf6](https://drive.google.com/open?id=14epz_UZnP_bFjav8NPX7L-LlwF1jOxf6)>

Acesso em 0 JAN 2019.

Figura 25 – Tabela 1. Disponível em:

<[https://drive.google.com/open?id=1k\\_p4GrTuj5Y0LCLYsoq5BtjCzM4UknSDPXNRb\\_LUMZ](https://drive.google.com/open?id=1k_p4GrTuj5Y0LCLYsoq5BtjCzM4UknSDPXNRb_LUMZ)  
> Acesso em 07 JAN 2019.

Figura 26 - Tabela 2. Disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1YtJTiFWwX4s405xrOBiOwLbGeqb74N3xXCiH43rjpEk>>

Acesso em 08 JAN 2019.

## SITES

FREIRE, P. (07 de novembro de 2017). *Textos Freire*. revistas.usp.br/rfe/article/view/59589 e edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2722061/mod\_resource/content/2/Texto6-Freire-1parte.pdf

<https://drive.google.com/open?id=1SJhzNTFRgOf0oWnt00HdwPlekBY5AUS3hU4qyN2sTfM>

MEC, <http://portal.mec.gov.br/programa-nacional-biblioteca-da-escola/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>;

PARRA. F. (04 de março de 2018) [facebook.com/raioscosmicoseaorigemdavida](https://www.facebook.com/raioscosmicoseaorigemdavida);

PARRA. F.(02 de janeiro de 2019)<https://raioscosmosorigemdavida.com.br/local/sobre.php>

## 8. APÊNDICE.

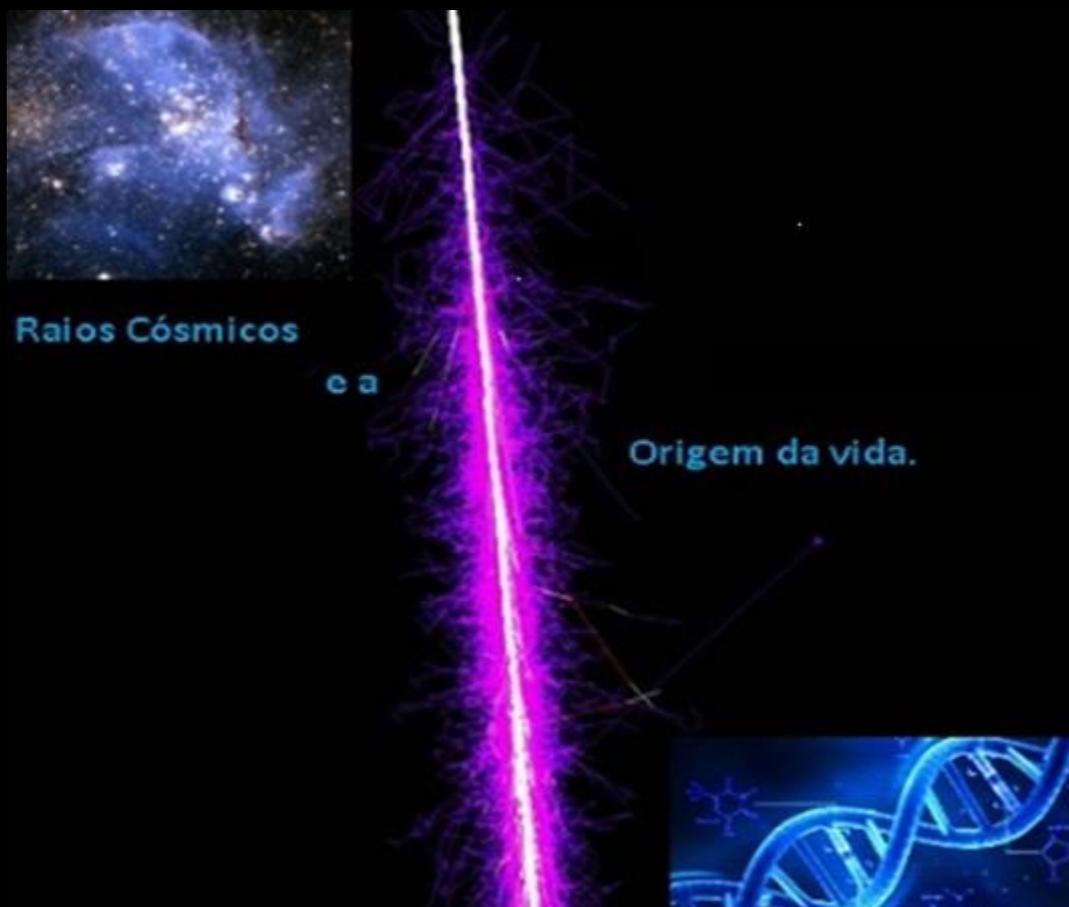
Apostila – Raios cósmicos e a origem da vida; versão 09/2018. Disponível em:

< <https://drive.google.com/open?id=1QlbfHPgaXEKaUwtbv5HjzbzVRZIRYDSbR>>

Acesso em 10Jan 2019.

**FRANCISCO A. PARRA**

**MARCELO A. LEIGUI DE OLIVEIRA**



**UMA PROPOSTA PARA O ENGAJAMENTO  
DOS ALUNOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM  
DE RAIOS C3SMICOS NO ENSINO M3DIO**



Universidade Federal do ABC

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



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



**Autor**

**Francisco A. Parra**

**Orientador**

**Marcelo A Leigui de Oliveira**

©Francisco A. Parra e Marcelo A. Leigui de Oliveira.

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor contate os autores para solução imediata do problema.

Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico

Caro professor, você tem sido incentivado a trabalhar de maneira interdisciplinar e levar em conta a necessidade dos alunos e contextualizar suas propostas. Para isso, é importante a busca de fontes de informação e formação profissional além de materiais didáticos, que nem sempre está ligado à sua realidade, é fundamental o conhecimento de certas ferramentas e estratégias, além de procedimentos atualizados.

Tendo isso em vista, estamos disponibilizando esta sequência didática que trata além de textos didáticos e divulgação científica, bem como das capacidades de leitura e produção de textos a eles relacionadas e como explorar recursos textuais, digitais e impresso. Este material apresenta orientação para você trabalhar com seus alunos e tudo oferecido na “Apostila do aluno” e direcionado no seu “Manual do Professor”(https://raioscosmicosorigemdavida.com.br). Para encerrar, apresentamos um acompanhamento dos conteúdos diferenciados com divulgação de simuladores, sites e textos de uso geral oferecendo orientações úteis para conduzir suas aulas ao longo deste material.

Caro aluno, esse material tem por objetivo socializar e compartilhar com os colegas aquilo que de mais atual foi encontrado durante sua aplicação. E resultado da ajuda de outros alunos em sua concepção e mostra a formação profissional e acadêmica dos indivíduos nos mais diversos níveis e repensar o papel das estratégias formais de ensino.

Enfim, o material criado no programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do ABC (UFABC), orientado pelo Prof. Dr. Marcelo Augusto Leigui de Oliveira, apresenta além de orientações das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN) tem como objetivo a diversificação do ensino e a melhoria da qualidade pedagógica.

Obrigado! Espero que seja de grande valia.

*Prof. Francisco Antonio Parra.*

*“Não haveria educação se o homem fosse um ser acabado. O homem pergunta-se: quem sou? De onde venho? Onde posso estar? O homem pode refletir sobre si mesmo e colocar-se num determinado momento, numa certa realidade: é um ser na busca constante de ser mais e, como pode fazer esta autorreflexão, pode descobrir-se como um ser inacabado, que está em constante busca. Eis aqui a raiz da educação”.*

**Paulo Freire**

**Nome da Escola.**

---

**Aluno:** \_\_\_\_\_

---

**Nº:** \_\_\_\_\_ **Série:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

*"Qualquer vida extraterrestre que encontrarmos provavelmente será muito primitiva ou muito mais avançadas do que nós".*

*Stephen Hawking – O universo numa casca de noz.*

## Atividade Prévia.

### Raios cósmicos e a origem da vida

*"Do que o mundo é feito?  
O que o mantém em conjunto? "*

Murray Gell-Mann (1929)

As pessoas já fizeram essas perguntas há milhares de anos. Se apenas recentemente, umas imagens claras dos “blocos de construção” de nosso Universo foram desenvolvidas. Os cientistas que desenvolveram essa imagem trabalham em um campo emocionante e desafiador chamado Física de Partículas de alta energia. Deles as descobertas estão resumidas no Modelo Padrão Fundamental de Partículas e Interações.

Quanto você sabe sobre as últimas teorias e pesquisa sobre estas descobertas? Perguntas antigas? Você pode descobrir, lendo cada uma das declarações abaixo e colocando de forma apropriada para que indique se concorda ou discorda, porém, dando uma breve justificativa de suas respostas.

"Do que o mundo é feito?"

1. Existem partículas subatômicas que não possuem massa e nenhuma carga elétrica.

---

---

---

2. Algumas partículas podem viajar através de bilhões de quilômetros de matéria sem ser parada (interagindo).

---

---

---

3. A antimatéria é ficção científica e não fato científico.

---

---

---

4. Os aceleradores de partículas são utilizados para o tratamento do câncer.

---

---

---

5. Os componentes mais pequenos do núcleo de um átomo são prótons e elétrons.

---

---

---

6. As partículas e as antipartículas podem se materializar fora da energia.

---

---

---

7. Os físicos de partículas precisam de aceleradores maiores para investigar maiores objetos.

---

---

---

8. Ímãs são usados em aceleradores circulares para fazer as partículas se moverem mais rápido.

---

---

---

9. O trabalho realizado por físicos de partículas nos aceleradores está nos ajudando a entender o desenvolvimento muito cedo do universo.

---

---

---

10. A gravidade é a mais forte das forças fundamentais da natureza.

---

---

---

11. Existem pelo menos cem partículas subatômicas diferentes.

---

---

---

12. Toda matéria conhecida é feita de léptons e quarks.

---

---

---

13. Os prótons no Large Hadron Collider (LHC) no laboratório do CERN em Genebra, Suíça cruza a fronteira franco-suíça 11.000 vezes cada segundo (sem um passaporte).

---

---

---

14. A fricção é uma das forças fundamentais da natureza.

---

---

---

15. Muitos dos físicos que executarão as experiências de Física de Partículas, agora em construção, ainda são alunos do ensino médio.

---

---

---

16. A origem da vida. Teoria na qual a vida surge de matéria inanimada, geração espontânea.

---

---

---

***“A investigação sobre os possíveis efeitos dos raios cósmicos sobre organismos vivos também oferece grande interesse”.***

*Victor F. Hess*

## AULA 1 - O início...

[https://drive.google.com/file/d/1O-PDZnJUMRTXhw44NtObqgKo8M1\\_VmZ8/view](https://drive.google.com/file/d/1O-PDZnJUMRTXhw44NtObqgKo8M1_VmZ8/view)

Para o homem, em seu desenvolvimento como ser pensante, um conhecimento foi fundamental, o filosófico. Questionar o relacionamento do indivíduo com o meio no qual está inserido e o conhecimento racional de suas experiências deram ao homem uma diferente relação com o mundo a sua volta. Contamos com grandes filósofos para esse desenvolvimento, são eles; Tales de Mileto, Platão, Sócrates, Pitágoras, Arquimedes entre outros.

Um importante pensamento foi descrito pelo cientista e astrônomo grego, Cláudio Ptolomeu em seu “Almagesto”, o sistema geocêntrico (Figura 1), tornou-se dogma da igreja, (já o modelo heliocêntrico contrariava frontalmente o pensamento aristotélico) e desde a Antiguidade até a Idade Média que foi o mais aceito.



<https://www.youtube.com/watch?v=Yrr2NN1LOd0>

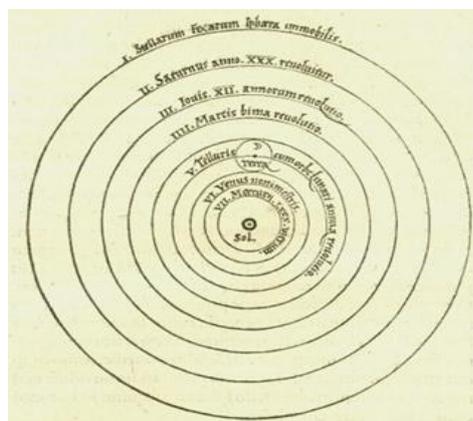
Em 1543, Copérnico<sup>1</sup> propõe um novo pensamento filosófico, porém isso não é de tudo verdade, pois muitos pensadores já tinham feito tais relatos, com o Sol sendo o centro do Universo (Aristarco de Samos), mas ao propor isso Copérnico determina que as órbitas dos planetas sejam circulares melhorando os movimentos observáveis. Com tudo no século XVI, a Renascença estava sacudindo as cinzas do obscurantismo da Idade Média e trazendo novo fôlego a todas áreas do conhecimento humano. Nicolau Copérnico representou o Renascimento na Astronomia. Estudando na Itália, ele leu sobre a hipótese heliocêntrica e introduziu o conceito de que a Terra era apenas um dos seis planetas (até então conhecidos) e todos girando em torno do Sol.

Após três anos da morte de Copérnico, nasceu o último grande astrônomo observacional antes do telescópio, Tycho Brahe. Usando um instrumento próprio Tycho fez várias observações do céu patrocinados pelo Rei da Dinamarca, Frederic II, Tycho não

acreditava na hipótese heliocêntrica de Copérnico, mas foram suas observações que levaram às leis de Kepler do desenvolvimento planetário. Tycho um ano antes de sua morte contrata um matemático alemão para ajudá-lo com seus dados de 20 anos de observação, o jovem era chamado de Johannes Kepler. Quando Tycho morreu, Kepler "herdou" seu posto e seus dados, a cujo estudo se dedicou pelos 20 anos seguintes.

O planeta para o qual havia o maior número de dados era Marte. Kepler <sup>2</sup> conseguiu determinar as diferentes posições da Terra após cada período sideral de Marte, e assim conseguiu traçar a órbita da Terra. Encontrou que essa órbita era muito bem ajustada por um círculo excêntrico, isto é, com o Sol um pouco afastado do centro. Kepler conseguiu também determinar a órbita de Marte, mas, ao tentar ajustá-la com um círculo não obteve sucesso. Ele continuou por anos e finalmente, passou à tentativa de representar a órbita de Marte com um oval, e rapidamente descobriu que tal se ajustava muito bem aos dados. A posição do Sol coincide com um dos focos da elipse. Ficou assim também explicada a trajetória quase circular da Terra, com o Sol se afastando do centro (Figura 2).

Kepler <sup>2</sup> estabeleceu que o movimento dos planetas tem as seguintes características e formulou:



[https://www.youtube.com/watch?v=wI\\_KcpB0xwo](https://www.youtube.com/watch?v=wI_KcpB0xwo)

1ª Lei - Os planetas executam órbitas elípticas (Figura 2). O Sol ocupa o lugar de um dos dois pontos no interior da elipse, conhecidos como focos. A primeira lei concorda, portanto, com a tese defendida por Copérnico de que o Sol ocupa o centro do Sistema Solar, mas as órbitas não são esféricas como Copérnico propunha.

2ª Lei - Os planetas têm velocidade maior perto do Sol e velocidade menor quando se afastam dele. Kepler conseguiu demonstrar que essa mudança de velocidade corresponde a

uma linha imaginária que une o planeta ao Sol, e que cobre áreas iguais dentro da elipse em tempos iguais.

3ª Lei - O período do movimento dos planetas é tal que o quadrado do período é proporcional ao cubo do semieixo maior da elipse.

[http://gruposp Sputnik.com/paginas\\_com\\_flash/Kepler%27s%20Third%20Law.htm](http://gruposp Sputnik.com/paginas_com_flash/Kepler%27s%20Third%20Law.htm)

Observe-se que as leis de Kepler fazem desmoronar a ideia de órbitas circulares. As trajetórias dos planetas em torno do Sol são elipses. O Sol é mantido, como preconizou Copérnico, no centro. O movimento é mais complexo do que se imaginara até então. Como explicar as leis de Kepler? A resposta a essa questão será abordada nas próximas aulas com ajuda de Galileu e Newton ao formular suas leis do movimento e a lei da gravitação universal.

O modelo de Copérnico foi oficialmente rejeitado pela Igreja Católica, em 1616, através de um édito, embora o filósofo italiano Giordano Bruno<sup>3</sup> saiba mais tenha sido excomungado e queimado vivo pela Santa Inquisição, segundo alguns, em virtude de sua defesa ao heliocentrismo e ao que chamava de "pluralidade dos mundos habitados", apresentada em seu livro "Acerca do Universo Infinito e dos Mundos". Não se pode ter absoluta certeza das razões pelas quais Giordano Bruno foi processado e morto pela Inquisição porque o texto completo do processo inquisitório foi perdido. No julgamento final, Giordano Bruno<sup>3</sup> fez o seguinte comentário: "Espero vossa sentença com menos medo do que a promulgará. Chegará o tempo em que todos veriam como eu vejo."

---

<sup>1</sup> Nicolau Copérnico (1473 - 1543) foi um astrônomo e matemático polonês; <sup>2</sup> Johannes Kepler (1571 - 1630) foi um astrônomo e matemático alemão; <sup>3</sup> Giordano Bruno (1548 - 1600) foi um teólogo, filósofo italiano condenado à morte na fogueira pela Inquisição romana

## Exercícios de sala.

1. Veja a tirinha:



Uma pessoa chega para você hoje e diz: “O Sol nasce, passa por cima de nossas cabeças e se põe, todos os dias. É óbvio que a Terra está no centro e o Sol girando ao redor.” Como você diria para essa pessoa o que acontece.

---

---

---

---

2. Leia o trecho a seguir: *É em função da astronomia que se elabora (...) a nova física; mais precisamente: em função dos problemas postos pela astronomia copernicana, e, especialmente, da necessidade de responder aos argumentos físicos apresentados por Aristóteles e por Ptolomeu contra a possibilidade do movimento da Terra.* (KOYRÉ, Alexandre. *Estudos Galilaicos*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992. p. 205.)

O historiador do pensamento científico, Alexandre Koyré, destaca que a “nova física”, que foi erigida desenvolveu-se a partir das discussões em torno dos fenômenos astronômicos, sobretudo a respeito do movimento da Terra. Copérnico e outros questionavam a física aristotélica e ptolomaica porque essa afirmava, entre outras coisas:

- a)** que as teses sobre a imobilidade da Terra não tinham valor porque foram concebidas por pessoas ignorantes.
- b)** que o telescópio usado por Aristóteles não era preciso o suficiente para a observação astronômica.
- c)** que as investigações de Aristóteles não puderam ser compreendidas, haja vista que seus livros foram alterados pelos árabes.
- d)** que Aristóteles não poderia compreender bem os fenômenos naturais, pois viveu na época errada.
- e)** que o cosmos estava organizado em esferas celestes e que a Terra era imóvel.

## **Exercícios para o lar.**

**Acesse:**

<http://www.galeriadometeorito.com/2012/10/sistema-solar-3d.html> ;

<http://www.solarsystemscope.com/scope.swf>

3. Faça uma breve análise entre os dois simuladores em pontos positivos e negativos.

---

---

---

---

---

4. Faça uma pesquisa por meio de entrevistas com crianças, jovens e adultos, afim de identificar que modelo intuitivo do Universo cada um possui, influenciado ou não pelo aprendizado escolar. Relate tudo com um breve texto.

---

---

5. Aprenda brincando <http://www.cambito.com.br/games/solar.htm>

---

---

---

---

---

## AULA 2 – O Renascimento

<https://www.youtube.com/watch?v=mVcvStZvnzg>

No clima cultural do Renascimento surge o astrônomo Galileu Galilei<sup>1</sup>, que tem um papel preponderante na criação da Ciência Moderna.

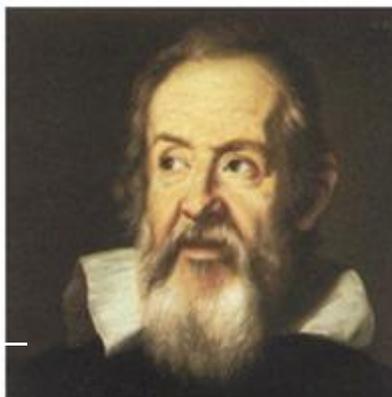


Figura 3 – Galileu Galilei - [https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu\\_Galilei](https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu_Galilei)

Galileu (Figura 3) considerado por muitos o pai da ciência moderna por construir um modelo científico e suas contribuições significativas ao conhecimento do movimento, e dentre elas destacam-se os seguintes temas: movimento uniforme, movimento de projéteis e movimento do pêndulo simples. Segundo Galileu, o Universo é " um grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos", porém não se pode compreender antes de entender a língua e seus caracteres com os quais está escrito.



Figura 4 - <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lua>

[http://grupospuznik.com/paginas\\_com\\_flash/Lunar%20Phases%20Simulator%20%28NAAP%29.htm](http://grupospuznik.com/paginas_com_flash/Lunar%20Phases%20Simulator%20%28NAAP%29.htm)

Com as observações experimentais, Galileu ampliou o conhecimento astronômico em vários aspectos:

Verificou que a Lua (figura 4) tem uma superfície irregular como a da Terra: "a superfície da Lua não é perfeitamente lisa, livre de desigualdades e exatamente esférica, como uma grande escola de filósofos considera com relação à Lua e a outros corpos celestes, mas, pelo contrário, é cheia de desigualdades, áspera, cheia de cavidades e protuberâncias, como a superfície da própria Terra, que varia por toda parte por elevadas montanhas e vales profundos. Estabeleceu que os planetas são esféricos e existem estrelas que não podem ser vistas a olho nu. Observou que Júpiter tem satélites, Vênus tem fases como nossa Lua e Mercúrio é um planeta. E ainda entendeu o que é a via Láctea: "...nada mais do que uma massa de inúmeras estrelas plantadas juntas em aglomerados."

As transformações ocorridas a partir do Renascimento e o início da ciência moderna levaram a um grande questionamento sobre os critérios e métodos para aquisição do "conhecimento verdadeiro". Uma das funções da filosofia moderna passa a ser a de investigar em que medida o saber científico atinge o seu objetivo de gerar esse conhecimento. Na filosofia, duas vertentes sobre a questão do conhecimento surgem: o racionalismo e o empirismo.



Figura 5 - [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9\\_Descartes](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9_Descartes)

Influenciado pela visão mecânica do mundo (racionalismo), criada por René Descartes<sup>2</sup>. Onde nessa visão, o universo todo está em movimento e sua descrição se resumia a entender as interações básicas dos componentes do Universo e formular matematicamente as leis que às regiam. Descartes (Figura 5) estudou ainda a colisão de dois corpos, tendo imaginado a conservação da quantidade de movimento, ainda que no movimento em linha reta. Sua famosa conclusão "cogito ergo sub", traduzida

como "penso, logo existo", pois ao eliminar tudo de que se podia duvidar chegou à conclusão que a dúvida era evidência da existência do sujeito. Aceitando assim que, os pensamentos existem e, em seguida, indivíduos pensantes existem, uma vez que o pensamento não pode ser separado daquele que pensa.

Em épocas diferentes Kepler e Newton<sup>3</sup> revolucionaram a ciência com suas teorias sobre o Universo e movimento. Kepler formulado as três leis fundamentais da mecânica celeste fornecendo uma das bases para a teoria da gravitação universal de Newton (Figura 6) que desenvolveu as leis básicas do movimento (da dinâmica) e a da gravitação e estabeleceu a universalidade das leis físicas.

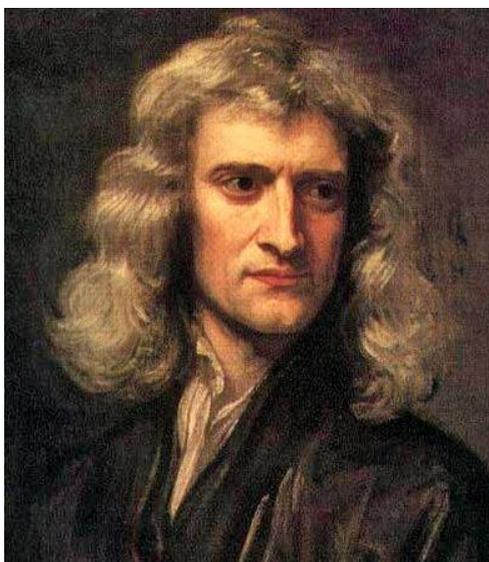


Figura 6 -[https://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac\\_Newton](https://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton)

<https://www.youtube.com/watch?v=agpTui0scXw>

As leis que valem na Terra se aplicam igualmente a qualquer parte do Universo. Sua lei da gravitação é conhecida, por isso, como lei da Gravitação Universal. Sua obra publicada em 1687, com o título "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural), enunciou as três leis fundamentais da Mecânica. Nessa obra Newton procura, como o nome da obra antecipa, aplicar os princípios matemáticos na descrição dos fenômenos naturais relacionados ao movimento, agora de uma forma geral.

O "Principia" torna-se um texto clássico da Mecânica e a teoria de Newton, um paradigma de teoria em Física. Nele Newton apresenta, sua obra, em oito definições básicas para o entendimento do movimento depois passa a enunciar os Axiomas ou leis do movimento:

1ª Lei - Cada corpo continua no seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, salvo se for compelido a mudar este estado por forças sobre ele impressas.

2ª Lei - A mudança do movimento é proporcional à força motriz impressa, e é feita na direção em que a força é impressa.

3ª Lei - A toda ação corresponde uma reação igual oposta, ou: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas de lados contrários.

Outra contribuição fundamental dada por Newton à ciência foi a lei da Gravitação Universal, uma das leis fundamentais de interação no Universo físico. Newton percebeu que, se dois corpos de massa  $m_a$  e  $m_b$  estão a uma distância  $d$ , então surge, em cada um deles, uma força gravitacional que é diretamente proporcional às massas, inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles, tem a direção da linha que une os dois corpos e o sentido de atração entre eles. "Matéria atrai matéria na razão direta do produto de suas massas e na razão inversa do quadrado da distância entre elas."

$$F = G \frac{m_a \cdot m_b}{d^2}$$

[http://gruposputnik.com/paginas\\_com\\_flash/Newton%27s%20Law%20of%20Gravity%20Calculator.htm](http://gruposputnik.com/paginas_com_flash/Newton%27s%20Law%20of%20Gravity%20Calculator.htm)

Assim, a força que atua numa maçã que cai ao chão tem a mesma origem que aquela que atua para sustentar a Lua em órbita, mas tem intensidade menor do que esta última, segundo o quadrado da razão entre a distância da Lua e o raio da Terra.

A partir da lei da Gravitação Universal e das leis do Movimento, foi possível formular o movimento dos corpos celestes - a mecânica celeste - a partir de ingredientes básicos. A

previsão da posição e velocidade dos corpos celestes passou a ser possível com grande precisão. Newton aplicou a lei da Gravitação universal para entender o movimento dos planetas em torno do Sol. A universalidade da gravitação foi posteriormente ampliada através das observações de um astrônomo do século XVIII, William Herschel, que descobriu que estrelas binárias, orbitando uma em torno da outra, obedeciam à mesma Lei da Gravitação que os planetas do Sistema Solar.

Houve, a partir do século XVIII, um trabalho de organização das contribuições, que levaram a uma melhor compreensão das ideias e permitiu o desenvolvimento de novas formulações da teoria da mecânica. Essas formulações constituem a chamada mecânica analítica ou mecânica racional, porém inúmeras e importantes contribuições para a mecânica começavam a ser citados, o Princípio dos Trabalhos Virtuais, estabelecido por Jean Bernoulli em 1717. Com este princípio é estabelecido o conceito de conservação de energia <sup>5</sup>. A energia se torna uma grandeza central na formulação da mecânica clássica, outra contribuição que cabe mencionar deveu-se a Leonhard Paul Euler <sup>4</sup>.

Euler (Figura 7) trabalhou em diferentes aspectos da mecânica. A ele se deve o conceito de força como entendido hoje, ou seja, a força (que ele denominava de potência) é a grandeza responsável pela mudança do estado de movimento de uma partícula. Euler propôs um esquema de decomposição de força, que é o precursor do método atual de decompor a força em componentes.



Figura 7 – Euler [https://pt.wikipedia.org/wiki/Leonhard\\_Euler](https://pt.wikipedia.org/wiki/Leonhard_Euler)

---

<sup>1</sup> Galileu Galilei (1564 - 1642) um astrônomo italiano; <sup>2</sup> René Descartes (1596 - 1650) filósofo e matemático francês; <sup>3</sup> Isaac Newton (1643 - 1727) foi um astrônomo, alquimista, filósofo natural, teólogo e cientista inglês, mais reconhecido como físico e matemático; <sup>4</sup> Leonhard Paul Euler (1707 - 1783) foi um matemático e físico suíço; <sup>5</sup> A “lei de conservação de energia”, um dos princípios básicos da ciência moderna, enunciada independentemente por Joule, Mayer e Helmholtz, por volta de 1850.

## Exercícios de sala.

1. Agora tendo outra visão do Universo se uma pessoa chegasse para você hoje e dissesse: “O Sol nasce, passa por cima de nossas cabeças e se põe, todos os dias. É óbvio que a Terra está no centro e o Sol girando ao redor.” Como você diria para essa pessoa que o que acontece é o contrário? Que argumentos você usaria?

---

---

---

---

---

---

2. (ITA – SP) Uma das conclusões expressas nas famosas Leis de Kepler foi sobre o movimento dos planetas em órbitas elípticas das quais o Sol ocupa um dos focos.

a) Esta conclusão foi uma consequência e, portanto, posterior ao enunciado das Leis da Mecânica de Newton

b) Coube a Sir Issac Newton interpretar teoricamente estas conclusões, com base na lei da gravitação universal e nos princípios da Mecânica Clássica que ele próprio havia proposto

c) Esta conclusão não apresenta nenhuma relação com o movimento dos engenhos conhecidos como satélites artificiais da Terra

d) O movimento da Lua em torno da Terra é de natureza diferente daquele descrito por Kepler

e) Nenhuma das afirmações acima é verdadeira.

3. **Enem 2009** - Na linha de uma tradição antiga, o astrônomo grego Ptolomeu (100-170 d.C.) afirmou a tese do geocentrismo, segundo a qual a Terra seria o centro do universo, sendo que o Sol, a Lua e os planetas girariam em seu redor em órbitas circulares. A teoria de Ptolomeu resolvia de modo razoável os problemas astronômicos da sua época. Vários séculos mais tarde, o clérigo e astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), ao encontrar inexatidões na teoria de Ptolomeu, formulou a teoria do heliocentrismo, segundo a qual o Sol deveria ser considerado o centro do universo, com a Terra, a Lua e os planetas girando circularmente em torno dele. Por

fim, o astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571- 1630), depois de estudar o planeta Marte por cerca de trinta anos, verificou que a sua órbita é elíptica. Esse resultado generalizou-se para os demais planetas. A respeito dos estudiosos citados no texto, é correto afirmar que:

- a) Ptolomeu apresentou as ideias mais valiosas, por serem mais antigas e tradicionais.
- b) Copérnico desenvolveu a teoria do heliocentrismo inspirado no contexto político do Rei Sol.
- c) Copérnico viveu em uma época em que a pesquisa científica era livre e amplamente incentivada.
- d) Kepler estudou o planeta Marte para atender às necessidades de expansão econômica e científica da Alemanha.
- e) Kepler apresentou uma teoria científica que, graças aos métodos aplicados, pôde ser testada e generalizada.

4. (PUC-SP) A intensidade da força gravitacional com que a Terra atrai a Lua é  $F$ . Se fossem duplicadas a massa da Terra e da Lua e se a distância que as separa fosse reduzida à metade. Qual seria a intensidade da nova força gravitacional?

---

---

---

5. (UFU-MG) Um dos avanços na compreensão de como a Terra é constituída deu-se com a obtenção do valor de sua densidade, e o primeiro valor foi obtido por Henry Cavendish no século XVII. Considerando a Terra como uma esfera de raio médio de 6.300 km, qual é o valor aproximado da densidade de nosso planeta?

(Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $G = 6,6 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{Kg}^2$  e  $\pi = 3$ ).

<https://drive.google.com/open?id=1Imq9zW2zB4LbJowjJFeL-e2HtEvme3HR6xdyYzEkmwE>

## **Exercícios para o lar.**

**Acesse:**

<http://www.astronoo.com/pt/artigos/posicoes-dos-planetas.html>

6. Nos simuladores do capítulo 1 e 2 o que você notou de diferente? Justifique.

---

---

---

---

---

7. Como Galileu Galilei contribuiu para o abandono do modelo geocêntrico do Universo?

---

---

---

---

---

8. Qual é a principal vantagem das bases de lançamentos de foguetes do Brasil em Alcântara (MA) e na Barreira do inferno (RN) sobre uma base de lançamento como cabo Canaveral, na Flórida, por exemplo?

---

---

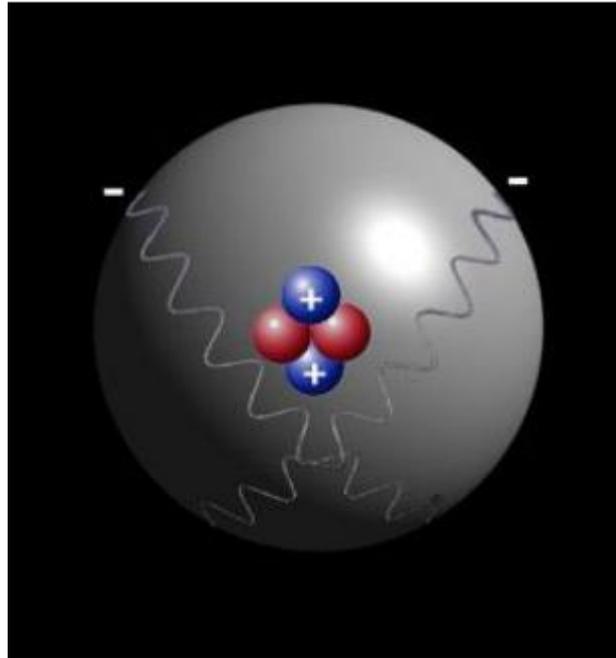
---

---

9. Calcule a força de atração gravitacional entre o Sol e a Terra.

(Dados: massa do Sol =  $2.1030 \text{ kg}$ , massa da Terra =  $6.1024 \text{ kg}$ , distância entre o centro do Sol e o centro da Terra =  $1,5.10^{11} \text{ m}$  e  $G = 6,7. 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$ ).

## AULA 3 – Introdução a Física Moderna



[https://pt.wikipedia.org/wiki/F%C3%ADsica\\_moderna](https://pt.wikipedia.org/wiki/F%C3%ADsica_moderna)

Com a evolução das técnicas de observação do Universo físico foi possível conhecer novos fenômenos. Ao lado disso, a procura de uma consistência nas bases das duas teorias físicas até então bem estabelecidas, a mecânica clássica que descreve os movimentos e a eletrodinâmica clássica que trata dos fenômenos associados às cargas, levou à necessidade de se investigar algumas ideias bem aceitas na Física, mas o avanço experimental e a busca de uma consistência teórica, acabaram por levar a uma revolução no entendimento do universo físico

No final do século XIX três fenômenos observados intrigavam a comunidade dos físicos por não serem explicados pelas teorias vigentes:

- o chamado efeito fotoelétrico, que trata da emissão de elétron por um metal que recebe radiação luminosa;

<https://www.youtube.com/watch?v=VVka6Mp5vyA>

- a radiação emitida por átomos de hidrogênio, conhecida como radiação espectral do hidrogênio que continha algumas poucas frequências bem definidas,

[http://fap.if.usp.br/~vannucci/2014\\_FisicaIV\\_EngEletrica\\_Aula%2011.pdf](http://fap.if.usp.br/~vannucci/2014_FisicaIV_EngEletrica_Aula%2011.pdf)

- a distribuição da quantidade de radiação de diferentes frequências emitida por um corpo em equilíbrio térmico, chamada de radiação de corpo negro.

<https://www.youtube.com/watch?v=pL3Zg-MYRMA>

O efeito fotoelétrico, descoberto por Heinrich Rudolf Hertz<sup>1</sup> (Figura 8), em 1887, que investigava a natureza eletromagnética da luz.



Figura 8 - [https://pt.wikipedia.org/wiki/Heinrich\\_Hertz](https://pt.wikipedia.org/wiki/Heinrich_Hertz)

Estudando a produção de descargas elétricas entre duas superfícies de metal em potenciais diferentes, ele observou que uma faísca proveniente de uma superfície gerava uma faísca secundária na outra. Como esta era difícil de ser visualizada, Hertz<sup>1</sup> construiu uma proteção sobre o sistema para evitar a dispersão da luz. No entanto, isto causou uma diminuição da faísca secundária. Na sequência dos seus experimentos ele constatou que o fenômeno não era de natureza eletrostática, pois não havia diferença se a proteção era feita de material condutor ou isolante. Após uma série de experiências, Hertz<sup>1</sup> confirmou o seu palpite de que a luz poderia gerar faíscas. Também chegou à conclusão que o fenômeno deveria ser devido apenas à luz ultravioleta.

Inicialmente, o efeito fotoelétrico (Figura 9) não foi visto como surpresa pela comunidade científica, já que se pensava que a luz, sendo uma onda eletromagnética, transportasse energia proporcional a sua intensidade, porém alguns fatos experimentais fizeram com que a teoria eletromagnética não explicasse o fenômeno.

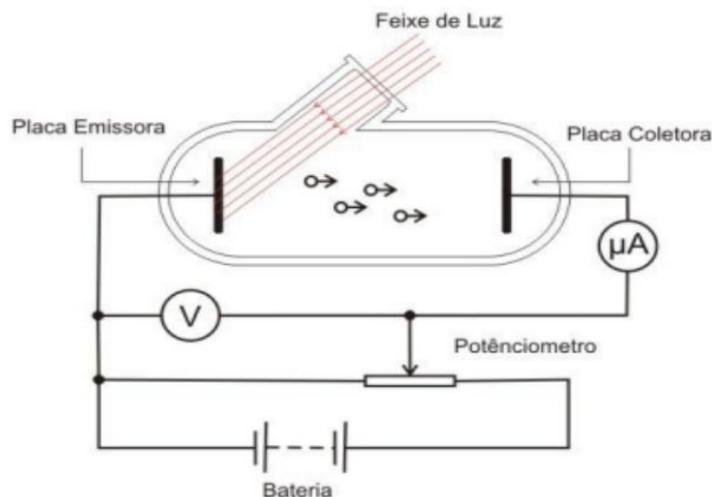


Figura 9 - [https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito\\_fotoel%C3%A9trico](https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_fotoel%C3%A9trico)  
<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/20EfeitoFotoelétrico/Site/Animacao.htm>

Tais fatos são:

- I. Nenhum elétron era emitido se a frequência da luz não fosse maior do que um valor mínimo  $f_0$  para um dado material;
- II. A energia cinética dos elétrons retirados do metal aumentava proporcionalmente ao aumento da frequência da onda eletromagnética;
- III. Por último, o aumento da intensidade da onda eletromagnética não alterava a energia cinética dos elétrons retirados do metal, somente aumentava o número de elétrons retirados por unidade de tempo, o que refletia na foto-corrente.

Esses resultados experimentais fizeram com que a teoria ondulatória clássica fosse incapaz de explicar tais fenômenos, pois, para ela, a energia da onda eletromagnética incidente nada dependia da frequência. Além do mais, por que a energia dos elétrons retirados do metal não aumentava com a intensidade da luz incidente e sim com a frequência? A resposta veio com Einstein <sup>2</sup> em 1905.

Einstein <sup>2</sup> explicou o efeito fotoelétrico supondo que a luz fosse constituída de partículas com energia discreta, denominada fótons. A sua suposição era que a energia de um fóton com frequência  $f$  seria  $hf$  e que essa energia seria transferida para o elétron no momento da colisão. Se essa energia fosse maior que um valor mínimo  $E_0$ , denominado função trabalho e o restante da energia incidente seria dado a ele na forma de energia cinética tal que o elétron arrancado do metal varia literalmente com frequência da luz incidente, a partir do valor  $f_0$ , pois:

$$E_{c \text{ máx}} = hf - E_0 ,$$

$$E_{c \text{ máx}} = e \cdot V_0 ,$$

onde  $V_0$  é o valor da tensão e quando esse for observado para valores negativos a fotocorrente cessa é ela capaz de deter os elétrons mais rápido. Assim, o coeficiente angular da reta deve ser a própria constante de Planck <sup>3</sup>. De fato, os resultados experimentais comprovaram essa afirmação.

$$E_{c \text{ máx}} = hf - E_0 ,$$

$$hf = hf_0 + \frac{m \cdot v^2}{2} ,$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = h ( f - f_0 )$$

O fato de o número de elétrons ejetados aumentar com a intensidade da luz incidente leva-nos a crer que a intensidade deve estar relacionada com o número de fótons incidentes que colidem com a superfície por unidade de tempo.

O sucesso da teoria corpuscular de Einstein <sup>2</sup> foi imenso, pois a teoria ondulatória explica a reflexão, a refração, a difração, a interferência e o espalhamento da radiação, porém essa não explica o efeito fotoelétrico, somente explicado pela teoria corpuscular.

O trabalho de Einstein <sup>2</sup> e Planck <sup>3</sup> possibilitam a Niels Bohr <sup>4</sup> uma explicação melhor do comportamento dos elétrons no átomo.

---

<sup>1</sup> Foi um físico alemão, Hertz demonstrou a existência da radiação eletromagnética, criando aparelhos emissores e detectores de ondas de rádio; <sup>2</sup> Foi um físico teórico alemão. Entre seus principais trabalhos desenvolveu a teoria da relatividade geral, ao lado da mecânica quântica um dos dois pilares da física moderna. Embora mais conhecido por sua fórmula de equivalência massa-energia,  $E = mc^2$  — que foi chamada de "a equação mais famosa do mundo" —, foi laureado com o Prêmio Nobel de Física de 1921 "por suas contribuições à física teórica" e, especialmente, por sua descoberta da lei do efeito fotoelétrico, que foi fundamental no estabelecimento da teoria quântica; <sup>3</sup> Foi um físico alemão, considerado o pai da física quântica e um dos físicos mais importantes do século XX. Planck foi laureado com o Nobel de Física de 1918, por suas contribuições na área da física quântica; <sup>4</sup> Foi um físico dinamarquês cujos trabalhos contribuíram decisivamente para a compreensão da estrutura atômica e da física quântica.

## Exercícios de sala.

1. A luz é uma onda ou é constituída por partículas?

---

---

---

---

---

2. A função trabalho de um dado metal é 2,5 eV. Verifique se ocorre emissão fotoelétrica quando sobre esse metal incide luz de comprimento de onda  $\lambda = 6,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ . A constante de Planck tem valor de  $h \approx 4,2 \cdot 10^{-15} \text{ eVs}$  e a velocidade da luz no vácuo é de  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Qual é a frequência mais baixa da luz de incidente capaz de arrancar elétrons do metal?

[https://drive.google.com/open?id=1DnoT\\_djEzp0Z9eO7wh\\_fEJiW0AGV6HnmbXsNpL4M7Qk](https://drive.google.com/open?id=1DnoT_djEzp0Z9eO7wh_fEJiW0AGV6HnmbXsNpL4M7Qk)

<https://drive.google.com/open?id=1uXeGFIYNUH2CpRs9VrNkLRik90D3DBt90Pee6mTLbrc>

## **Exercícios para o lar.**

3. Leia o texto no endereço:

[http://www.if.ufrgs.br/~betz/iq\\_XX\\_A/radTerm/aRadTermFrame.htm](http://www.if.ufrgs.br/~betz/iq_XX_A/radTerm/aRadTermFrame.htm)

4. Responda à questão:

A teoria clássica da radiação de corpo negro apresentava aspectos paradoxais que levaram os físicos do século XIX a falar de "catástrofe do ultravioleta". Explique a natureza da catástrofe e como ela é evitada na teoria de Planck.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Aula 4 – O átomo

<https://www.youtube.com/watch?v=58xkET9F7MY>

O caminho estudado até aqui nos mostra que todo pensamento filosófico humano tem um modelo e tempo de assimilação e construção, podendo levar anos, décadas ou séculos. O estudo do átomo aparece na Grécia, com Leucípo e Demócrito, pois para eles essa era a menor parte da matéria, porém foi em 1803 que Dalton <sup>1</sup> tenta desenhar o achava bem óbvio, o átomo ser a menor partícula possível, ela parecia maciça, o que deu a esse modelo (figura 10) o nome de “bola de bilhar”.

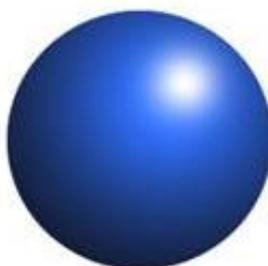


Figura 10 - <https://www.todamateria.com.br/modelo-atomico-de-dalton/>

Em 1888, estimulado pelo trabalho de Hertz, Wilhelm Hallwachs <sup>2</sup> mostrou que corpos metálicos irradiados com luz ultravioleta adquiriam carga positiva. Isto ocorre no mesmo momento que George Johnstone Stoney <sup>3</sup> introduz o termo elétron como a "unidade fundamental da eletricidade". Ele formulou o conceito primeiro em seus trabalhos publicados em 1874 e 1881 e sugeriu o nome atualmente usado. Em 1897 com a descoberta do elétron, Joseph John Thomson <sup>4</sup> ganha o prêmio Nobel de Física, em 1906.

Assim, com a nova descoberta e um novo modelo (figura 11), Thomson identificou o elétron, com massa 1840 vezes menor que a do H<sup>+</sup>. Então, formulou seu modelo atômico, conhecido como "pudim de ameixas":

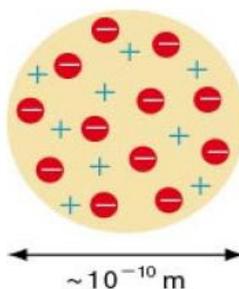


Figura 11 – <https://www.todamateria.com.br/modelo-atomico-de-thomson/>

Millikan <sup>5</sup> e seu estudante Begeman iniciaram, em 1907, a repetição do experimento de Wilson <sup>6</sup>. A sequência de tentativas de Millikan <sup>5</sup> é dividida em três etapas, cada uma caracterizada por um método. Esses métodos foram enumerados por Holton como:

I. a carga do elétron era uma relação formalmente idêntica à de Thomson-Wilson, com valor médio em torno de  $1.3 \times 10^{-19}$  coulomb. Uma fonte de erro muito importante nos métodos baseados na câmara de bolhas foi destacada por Rutherford, segundo o qual, a dificuldade de se levar em consideração o efeito da evaporação das gotículas de água resultava em valores superestimados para o número de gotículas e, conseqüentemente, em valores subestimados para a carga do elétron (essencialmente o método de Wilson);

II. Millikan <sup>5</sup> parece ter ficado extasiado com o que viu; gotas que iniciavam o movimento, depois paravam, e às vezes invertiam a direção do movimento quando o campo elétrico era desligado e depois ligado. Com a obtenção de aproximadamente  $1.56 \times 10^{-19}$  coulomb para a carga do elétron, Millikan <sup>5</sup> e Begeman deveriam ficar mais do que satisfeitos. Todavia, o problema da evaporação continuava. (gota d'água isolada com alto campo elétrico);

III. o atomizador de perfume foi usado para borrifar óleo de relógio na câmara acima do capacitor e durante a pulverização algumas gotículas de óleo ionizam-se por atrito. Quando essas gotículas penetram no capacitor, ficam sob a ação do campo elétrico que há entre as placas do capacitor. Nos primeiros experimentos Fletcher investigou o efeito de um campo criado pela aplicação de um potencial de 1000 volts. Imediatamente observou (através do pequeno telescópio) que algumas gotículas subiam lentamente, enquanto outras desciam rapidamente, um resultado lógico para quem sabia que algumas gotículas estavam positivamente carregadas, e outras negativamente. Ligando e desligando a bateria na frequência adequada, ele conseguia selecionar uma gotícula e mantê-la no seu campo de visão por um longo tempo. Com algumas medidas e o tratamento matemático utilizado por Millikan <sup>5</sup> e Begeman, Fletcher obteve, com seu rústico equipamento, resultados bastante razoáveis (Figura 12).

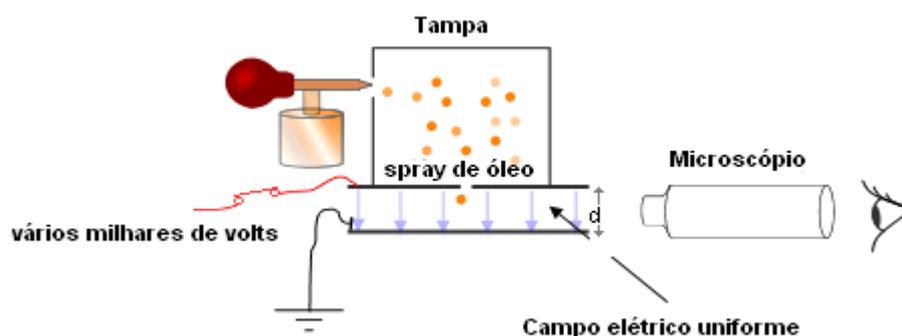


Figura 12 - Experiência de Millikan

O conhecimento de novas partículas e avanços nos estudos levaram Rutherford <sup>7</sup> a bombardear partículas “ $\alpha$ ” em uma lâmina de ouro e percebeu que a maioria atravessava essa lâmina enquanto outras sofriam um pequeno desvio e outros sofriam desvios contrários à trajetória. A partir desse experimento percebeu-se que os átomos eram dotados de grandes espaços vazios. Logo o modelo atômico de Rutherford (Figura 13) concluiu que o átomo era composto por um pequeno núcleo com carga positiva neutralizada por uma região negativa, denominada eletrosfera, onde os elétrons giravam ao redor do núcleo.

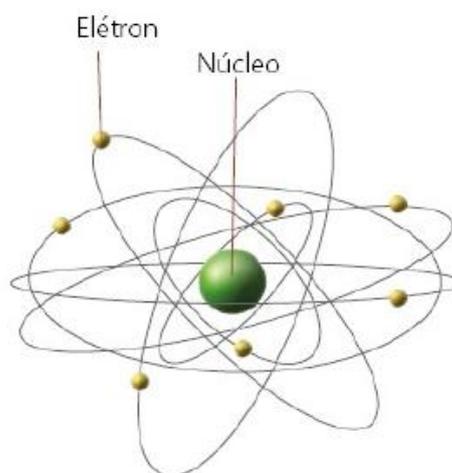


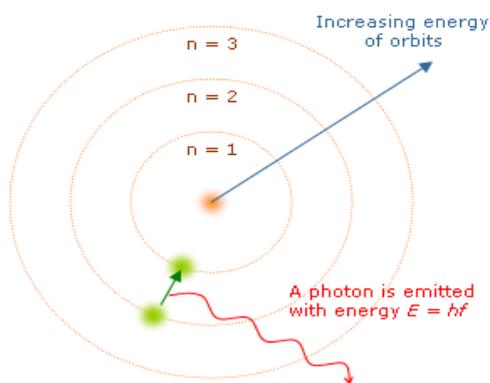
Figura 13 – Modelo de Rutherford

<https://www.todamateria.com.br/modelo-atomico-de-rutherford/>

De acordo com Rutherford <sup>7</sup>, em um átomo, os elétrons se deslocavam em órbita circular ao redor do núcleo. Porém, esse modelo contrariava a física clássica, que segundo suas teorias, o átomo não poderia existir dessa forma, uma vez que os elétrons perderiam energia e acabariam por cair no núcleo.

Como isso não ocorria, pelo átomo ser uma estrutura estável, o cientista dinamarquês Niels Bohr aperfeiçoou o modelo proposto por Rutherford <sup>7</sup> (figura 14), formulando sua teoria sobre distribuição e movimento dos elétrons. Baseado na ideia de quantização de Planck, Bohr elaborou os seguintes postulados:

I - Os elétrons descrevem ao redor do núcleo órbitas circulares, chamadas de camadas eletrônicas, com energia constante e determinada. Cada órbita permitida para os elétrons possui energia diferente.



II - Os elétrons ao se movimentarem numa camada não absorvem nem emitem energia espontaneamente.

III - Ao receber energia, o elétron pode saltar para outra órbita, mais energética. Dessa forma, o átomo fica instável, pois o elétron tende a voltar à sua órbita original. Quando o átomo volta à sua órbita original, ele devolve a energia que foi recebida em forma de luz ou calor.

Figura 14 – Modelo de Bohr; <https://www.todamateria.com.br/modelo-atomico-de-bohr/>

O primeiro sucesso da teoria de Bohr foi a explicação do espectro de emissão dos átomos (Figura 15). O que se faz para obter esse espectro é ocasionar uma descarga elétrica em um gás a ser investigado. Para o hidrogênio, por exemplo, os níveis de energia de Bohr no átomo são tais que:

Vemos, representando essa escala de energias permitidas. O nível mais baixo, com energia negativa de -13,6 eV é chamado de nível fundamental e os demais de níveis excitados.

Suponha que o elétron está no estado excitado  $E_3$  e passa para outro estado excitado  $E_2$ . Nesse processo, a energia do átomo diminui de  $-1,5 - (-3,4) = 1,9$  eV. Para onde vai essa diferença de energia? Ela é emitida pelo átomo na forma de um "quantum" de luz, ou "fóton". No caso, esse fóton, com essa energia, tem exatamente a frequência do espectro vermelho do hidrogênio.

Os outros níveis da série de Balmer <sup>8</sup> correspondem às desexcitações dos níveis  $n = 4, 5$  e  $6$  até o nível  $n = 2$ .

A série de Lyman <sup>9</sup>, no ultravioleta, corresponde a desexcitações de níveis  $n = 2, 3...$  até o nível fundamental,  $n = 1$ . A série de Paschen <sup>12</sup>, no infravermelho, corresponde a desexcitações até o nível de um  $n = 3$ .

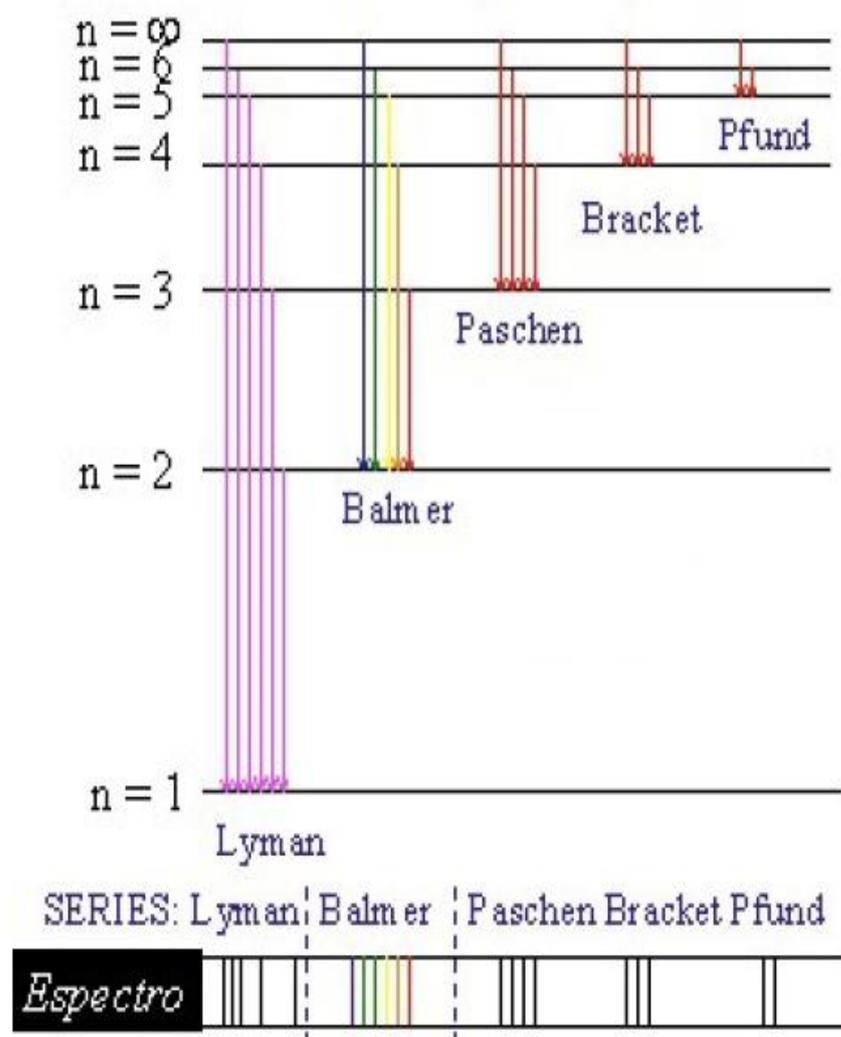


Figura 15 - Séries de emissão do hidrogênio pelo modelo de Bohr.

<https://www.youtube.com/watch?v=OBAK1TTeV2Q>

As séries espectrais recebem nomes especiais, como Balmer <sup>8</sup>, Lyman <sup>9</sup> e Paschen <sup>10</sup>. Balmer <sup>8</sup> por volta de 1885, foi quem determinou uma fórmula empírica para uma série de frequências emitidas pelo átomo de hidrogênio:

$$f = \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right) 3,29 \cdot 10^{15} \text{ Hz},$$

onde  $n$  é um número natural maior que dois. Essa série é conhecida como série de Balmer.

Quando o elétron salta de um estado estacionário inferior para outro superior, há absorção de luz, quando ele salta de um nível superior para um inferior, ocorre a emissão de luz, através de um fóton com energia " $hf$ " igual a diferença de energia entre os dois níveis:

$$\Delta E = hf$$

Portanto, a expressão final para a frequência do fóton emitido pelo átomo será:

$$f = \frac{z^2}{2} \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \cdot \frac{e^2}{4h\pi\epsilon_0 a_0}$$

Se considerarmos  $Z = 1$  e  $n_f = 2$ , teríamos a representação especial da série de Balmer <sup>8</sup> para o átomo de hidrogênio.

---

<sup>1</sup> John Dalton (1766 - 1844) Foi um químico, meteorologista e físico inglês, um dos primeiros cientistas a defender que a matéria é feita de pequenas partículas, os átomos; <sup>2</sup> Wilhelm Ludwig Franz Hallwachs (1859 -1922) foi um físico alemão e ótimo construtor de instrumentos científicos; <sup>3</sup> George Johnstone Stoney (1826 - 1911) foi um físico irlandês famoso principalmente pela introdução do termo *elétron* como a "unidade fundamental da eletricidade"; <sup>4</sup> J. J. Thomson (1856 -1940) foi um físico britânico que descobriu o elétron e recebeu o Nobel de Física de 1906; <sup>5</sup> Robert Andrews Millikan (1868 - 1953) foi um físico experimental estadunidense. Recebeu o Nobel de Física de 1923, por trabalhos sobre cargas elétricas elementares e o efeito fotoelétrico; <sup>6</sup> Harold Albert Wilson (1874 - 1964) era um físico inglês; <sup>7</sup> Ernest Rutherford (1871 - 1937), foi um físico e químico neozelandês naturalizado britânico, que se tornou conhecido como o pai da física nuclear; <sup>8</sup> Johann Jakob Balmer (1825 - 1898) foi um físico e matemático suíço; <sup>9</sup> Theodore Lyman (1874 - 1954) foi um físico norte-americano, centrou os seus estudos na área da espectroscopia e descobriu a série espectral a que foi dado o seu nome; <sup>10</sup> Louis Karl Heinrich Friedrich Paschen (1865 - 1947) foi um físico alemão, conhecido por seus trabalhos sobre descargas elétricas.

## Exercícios em sala.

1. Exemplo:

O diagrama a seguir mostra os estados de energia que podem ser ocupados por um determinado elétron.

A diferença de energia entre os estados 1 e 2,  $E_2 - E_1$ , é o dobro da diferença de energia  $E_3 - E_2$ , entre os estados 2 e 3. Em uma transição do estado 3 para o estado 2, o elétron emite fóton de comprimento de onda com 600 nm.

$E_3$  \_\_\_\_\_

$E_2$  \_\_\_\_\_

$E_1$  \_\_\_\_\_

Determine os comprimentos de onda das outras transições possíveis.

### **Resolução**

*Sendo*  $E_3 - E_2 = \Delta E$ .

*Logo:*

$$\left. \begin{array}{l} E_2 - E_1 = 2 \Delta E \\ E_3 - E_1 = 3 \Delta E \end{array} \right\} \Delta E = hf$$

$$\text{Temos: } \Delta E = h \frac{c}{\lambda} \text{ ou } \lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$

Assim teremos comprimentos de onda:

$$\lambda_{2-1} = \frac{hc}{2 \Delta E} = \frac{\lambda}{2} = 300 \text{ nm}$$

$$\lambda_{3-1} = \frac{hc}{3 \Delta E} = \frac{\lambda}{3} = 200 \text{ nm}$$

2. A luz é uma onda ou constituída de partículas?

---

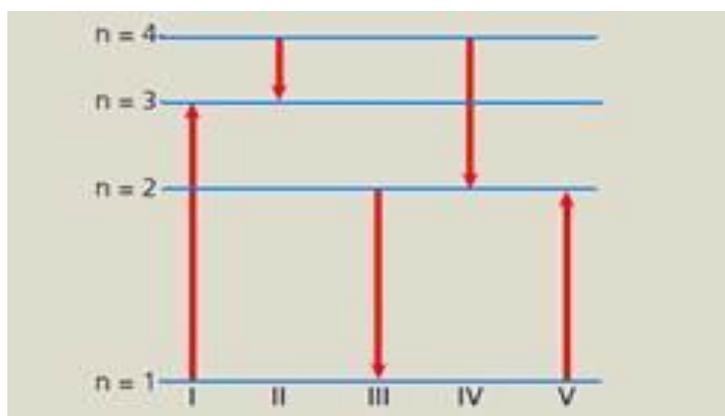
---

---

---

---

3. O diagrama ao lado mostra os níveis de energia ( $n$ ) de um elétron em certo átomo.



Qual das transições mostradas na figura representa a emissão de um fóton com o menor comprimento de onda? Justifique.

---

---

---

---

---

---

---

---



## Aula 5 – A formação do Universo.

### Vídeos:

<https://drive.google.com/file/d/1gK1-qSJJJeXmiXAtM64SZKwzprHnuOFh/view>

<https://www.youtube.com/watch?v=wNDGgL73ihY&t=188s>

<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1m0Q2ZaUAaEOwu2zUOaO69ZCUD0beBwbF>

Tudo começou com temperatura e densidade infinitas em sua singularidade, um ponto do espaço-tempo no qual a massa está associada com sua densidade, e a curvatura do espaço-tempo, mas depois de uma perturbação o universo se expandiu e a temperatura da radiação cósmica de fundo diminuiu (Figura 16). Isso ocorreu há 13,7 bilhões de anos, se a relatividade geral estiver correta, porém sabendo de todos esses eventos e dos acontecimentos que se seguiram algumas perguntas parecem ser inevitáveis.

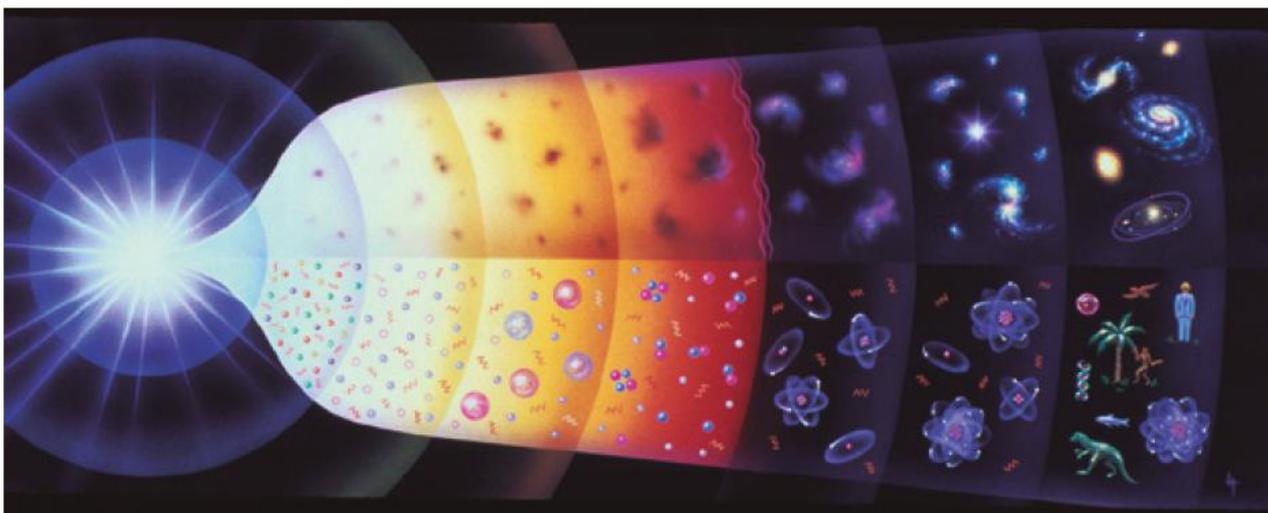
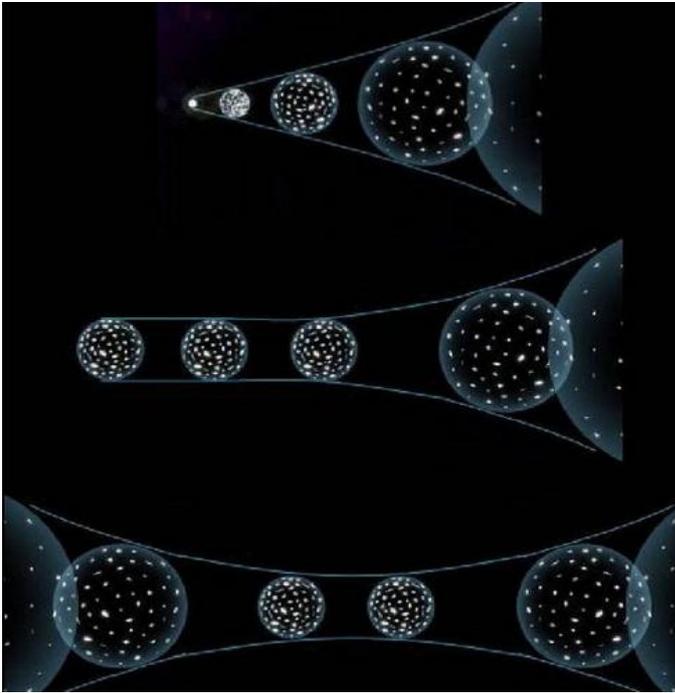


Figura 16 – Grande Expansão. [http://vintage.portaldoastronomo.org/tema\\_pag.php?id=21&pag=1](http://vintage.portaldoastronomo.org/tema_pag.php?id=21&pag=1)

Onde a vida se encaixaria? Qual a definição de vida? O que significa universo? O ser humano como parte desse acontecimento surge em qual instante? Sendo assim podemos tentar trilhar o início da vida terrestre e desvendar os seus segredos, relacionando essas descobertas, na busca de possíveis respostas de vida em outros pontos do universo.

Uma das questões que os cientistas estão sempre tentando responder é como o universo foi criado, mas pensar como tudo se iniciou foi um problema e definir o melhor modelo

para explicá-lo também. Aqui temos três soluções possíveis para o início do universo (Figura 17):



1ª) universo se expandindo a partir de um ponto inicial de origem;

2ª) universo inicialmente estático e posteriormente em expansão;

3ª) universo que se expande após uma contração.

Lemaître <sup>1</sup> defendeu primeiramente a 2ª solução. Depois mudou de ideia para a 1ª solução.

Figura 17 - Possibilidades da expansão do universo;

<http://hofeldtastronomyblog4.blogspot.com/2013/09/the-big-bang-theory.html>

O que devemos entender é o que deu início à vida e como podemos defini-la Georges Lemaître <sup>1</sup> afirma que o universo está em expansão, baseando-se nos trabalhos de Vesto Slipher <sup>2</sup>, o que foi mais tarde confirmado por Edwin Hubble <sup>3</sup>. Foi Lemaître <sup>1</sup> que propõe pela primeira vez uma evolução a partir de um átomo primitivo.

Podemos entender como se formou as estrelas, galáxias, planetas e todo o Universo, mas para isso devemos entender melhor a nossa galáxia, Via Láctea, e nosso Sistema Solar.

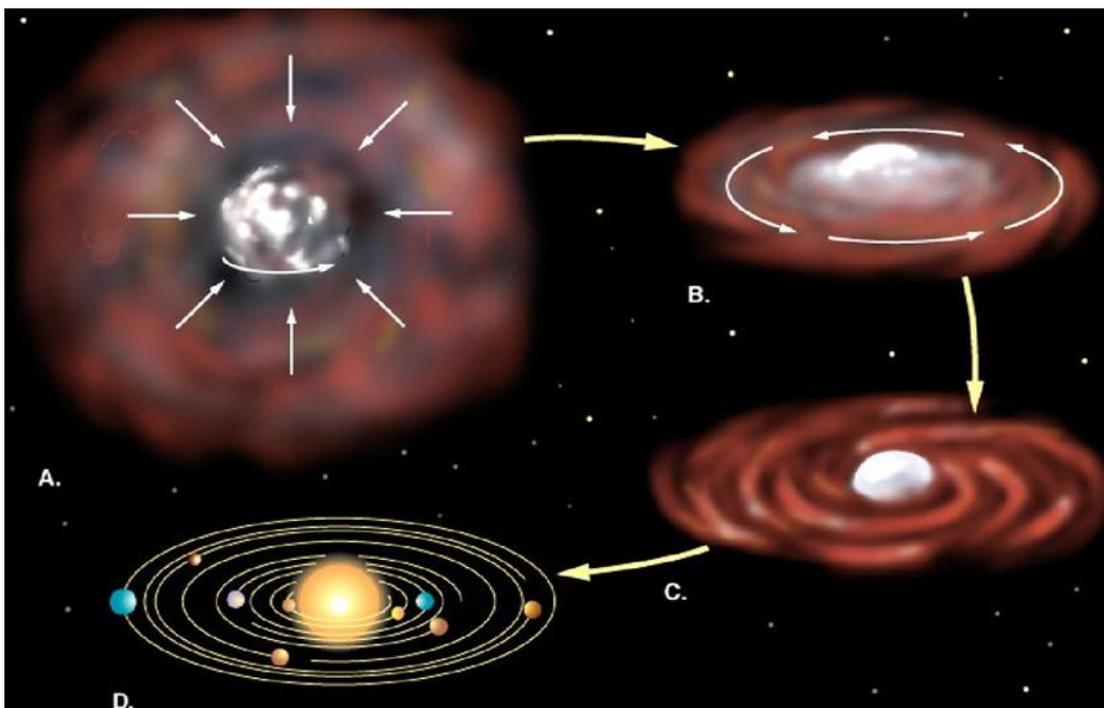


Figura 18 - Formação do Sistema Solar

<https://wesleibio.blogspot.com/2016/10/astronomia-formacao-do-sistema-solar.html>

[https://www.youtube.com/watch?v=KT\\_jq1xllq&index=2&list=PL2tBdn8JQ9jMDH9UifnZ8rDqok9ef\\_Ut4](https://www.youtube.com/watch?v=KT_jq1xllq&index=2&list=PL2tBdn8JQ9jMDH9UifnZ8rDqok9ef_Ut4)

A hipótese mais aceita atualmente é de que todo o Sistema Solar nasceu da contração de uma nuvem primitiva de gás e poeira (a), há cerca de 4,6 bilhões de anos (Figura 18). Durante a contração, um embrião do Sol, o proto-Sol, formava-se no centro da nebulosa (b). Quanto mais a nuvem se contraía, mais rapidamente ela girava. Essa rotação provocava a formação de um disco de matéria no plano equatorial do proto-Sol (c). Esse sentido de rotação da nuvem é o que predominou no Sistema Solar (d).

Os corpos rochosos cresceram gradativamente, acumulando matéria através de colisões. Este processo é conhecido por acreção (figura 19).

Parte das crateras formadas nas colisões ainda permanece exposta nas superfícies de planetas e satélites. Estes corpos se formaram perto do Sol, uma região quente em que predominava a composição química típica dos rochosos.



Figura 19 – Acreção; <https://www.youtube.com/watch?v=gsCt5RVxP-I>  
<https://supimatec.com/wp-content/cache/all/pesquisadores-adicionaram-uma-segunda-dimensao-na-quimica-do-sistema-solar//index.html>

Júpiter e Saturno são compostos essencialmente de hidrogênio e hélio, como o Sol. Como grandes massas implicam em campos gravitacionais intensos, estes planetas tiveram oportunidade de formar muitos satélites.

O Sol é, entre os corpos celestes, aquele que mais tem influência na vida. É impossível não notá-lo em dias claros ou mesmo indiferente na sua “ausência” em dias nublados. Foi chamado de Hélio (Figura 20) pelos gregos, Mitras pelos persas e Rá pelos egípcios. Antes da era cristã, o Grego Anaxágoras (430 a.C.) sugeriu que o Sol fosse uma bola de fogo.

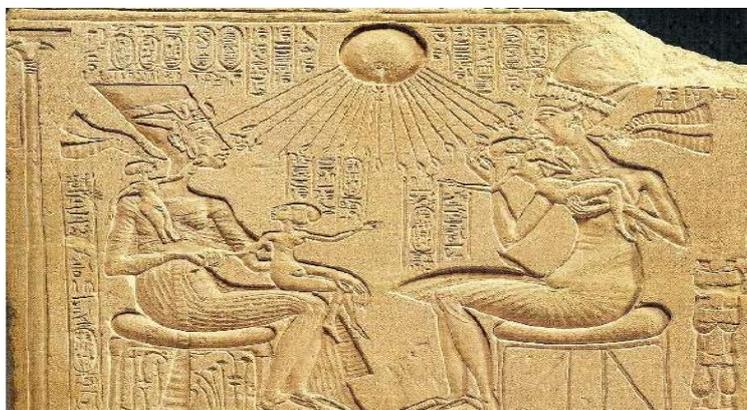


Figura 20 – Hélio; <https://www.youtube.com/watch?v=wlB7sJI0aco>  
<https://www.youtube.com/watch?v=NHqRfpoAuG4>

Como já mencionado estamos à procura de vestígios de como a vida se inicia, porém, outra questão que parece determinante neste momento, sem energia teríamos vida? De toda energia existente na superfície da Terra, a maior parte é proveniente do Sol que fornece 99,98% dela.

A Terra é o nome da deusa romana, esposa do Céu. Como já vimos, o planeta em que vivemos era considerado até o Renascimento como centro do Universo. A Terra tem sua formação entre 4,5 e 4,6 bilhões de anos, porém, nesse momento só temos um oceano de

lava a 12000°C onde a formação da primeira atmosfera primordial continha: vapor d'água ( $H_2O$ ), gás carbônico ( $CO_2$ ), monóxido de carbono ( $CO$ ), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), cloreto de hidrogênio ( $HCL$ ), nitrogênio ( $N_2$ ) e hidrogênio ( $H_2$ ) molecular e essa foi pulverizada pelos ventos solares e altas temperaturas.;

A Terra (Figura 21) ainda hoje é considerada o único planeta conhecido até o momento que sustenta formas de vida.

E possível que toda água, ou mesmo parte dela, tenha chegado à superfície via colisões de cometas e assim, trazendo a Terra o ingrediente fundamental para a vida, a água, e dando origem aos ciclos de chuvas, diminuindo a temperatura e dando início aos primeiros organismos unicelulares, cerca de 3,7 bilhões de anos atrás. Claro, sob as condições certas, algumas unidades formadoras de proteínas, os aminoácidos, surgem facilmente a partir de substâncias químicas mais simples, como Stanley L. Miller <sup>3</sup> e Harold C. Urey <sup>2</sup>, da Universidade de Chicago na década de 50 já provaram, mas essa é outra história...

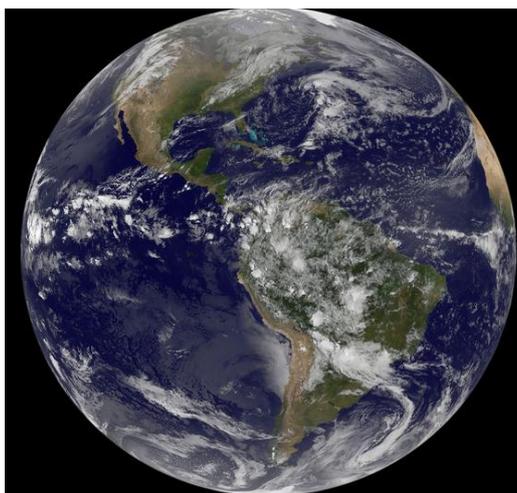


Figura 21 – Terra; [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=26&v=tO-d2XH1qfE](https://www.youtube.com/watch?time_continue=26&v=tO-d2XH1qfE)

---

<sup>1</sup> Georges-Henri Édouard Lemaître (1894 - 1966) foi um padre católico, astrônomo, cosmólogos e físico belga; <sup>2</sup> Veston Melvin Slipher (1875 - 1969) foi um astrônomo estadunidense; <sup>3</sup> Edwin Powell Hubble (1889 - 1953) foi um astrônomo estadunidense; <sup>3</sup> Stanley Lloyd Miller (1930 - 2007) foi um cientista norte americano; <sup>4</sup> Harold Clayton Urey (1893 - 1981) foi um químico norte americano.

## **Exercícios de sala.**

1. Porque não é possível observar como era o universo na época em que ele tinha, por exemplo, 100 anos?

---

---

---

---

---

---

2. Acesse o link: [http://grupospuzputnik.com/Paginas\\_com\\_Flash/Balloon%20Universe.htm](http://grupospuzputnik.com/Paginas_com_Flash/Balloon%20Universe.htm)  
Qual a sua opinião sobre a expansão do universo?

---

---

---

---

---

---

3. Por que as estrelas têm brilhos diferentes quando observadas da Terra?

---

---

---

---

---

---

4. Todos os maiores corpos do Sistema Solar têm forma esférica. Qual é a razão para a predominância dessa forma?

---

---

---

[https://drive.google.com/open?id=1vGi\\_IIGTCJvyaaXvmzecipygEaMPjImh6-WTiE-6EFU](https://drive.google.com/open?id=1vGi_IIGTCJvyaaXvmzecipygEaMPjImh6-WTiE-6EFU)



## Aula 6 - A vida

Vídeo: <https://drive.google.com/file/d/1ooTQCjD0ZXsO2UT6O5HKKeB8VicULE-uk/view>

Não pretendemos neste assunto entrar em discussões filosóficas ou religiosas, mas somente tentar explicar como a vida aparece pela primeira vez, pois precisaríamos de proteínas assim como as de hoje em dia, porém, como esse primeiro organismo aparece? Qual centelha deu o início a tudo isso? Seria a Terra a única a ter esse privilégio? Ou uma obra divina? (Figura 22)

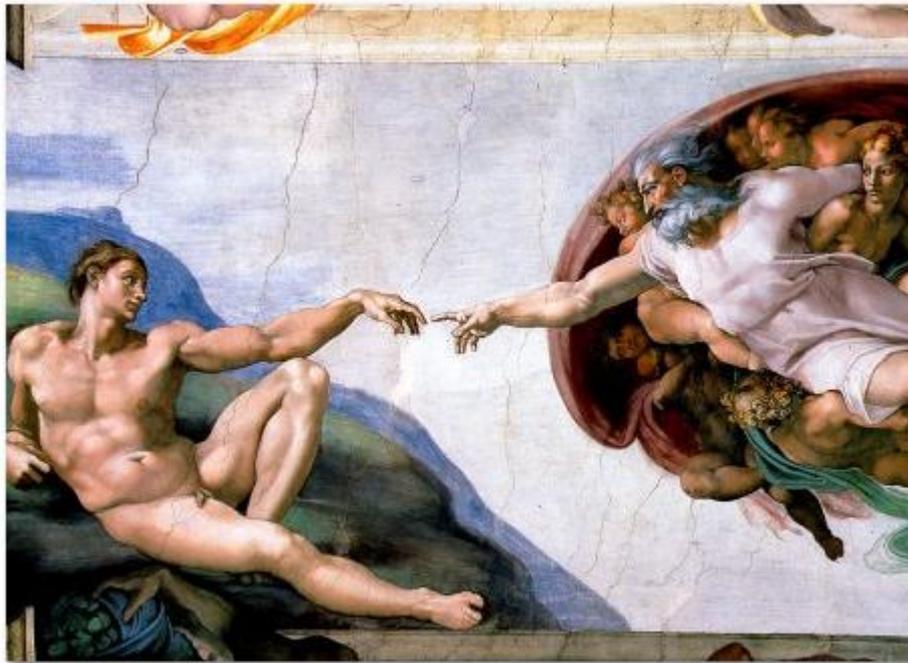


Figura 22 - A Criação de Adão, pintado por Michelangelo.

<https://www.culturagenial.com/a-criacao-de-adao-michelangelo/>

<https://www.youtube.com/watch?v=CwHvcMp-lZc>

Nosso conhecimento moderno sobre a vida no planeta tem como base, em grande parte, o trabalho de Charles Robert Darwin <sup>1</sup>, em especial “A origem das espécies”. Este livro é a compilação de um extenso trabalho de coleta de dados e reunião de evidências que comprovaram a ocorrência do que hoje chamamos evolução darwiniana, na qual os organismos vivos são resultado de um longo processo de modificação aleatória e herança. Apesar de ser um dos mais importantes fatos científicos da história, comprovado por inúmeros dados experimentais, a evolução darwiniana não trata, a princípio, do problema da origem da vida em si, ao qual Darwin se refere brevemente: “[...] devo inferir por analogia que,

provavelmente, todos os seres orgânicos que já viveram na Terra descendem de uma forma primordial, na qual a vida uma vez se baseou”.

Entender como nosso sistema evolutivo surge, pode ser o melhor caminho para desvendar os segredos da vida fora dele, pois na verdade, a busca pela origem da vida é muito mais antiga que Darwin, estando intimamente ligada à compreensão de nosso lugar no mundo. Praticamente todas as civilizações humanas possuem mitos de cosmogonia, os quais tentam explicar a origem do Universo e dos seres vivos.

A descoberta do mundo microscópico (Figura 23), incluindo suas formas de vida, impulsionou esse conhecimento e foi possível graças ao desenvolvimento do microscópio ótico por Robert Hooke<sup>2</sup>. Seu trabalho resultou na publicação dos primeiros desenhos de objetos de escala microscópica, em 1665, em especial, a primeira identificação de que os organismos vivos são compostos de células, termo cunhado pelo próprio Hooke.

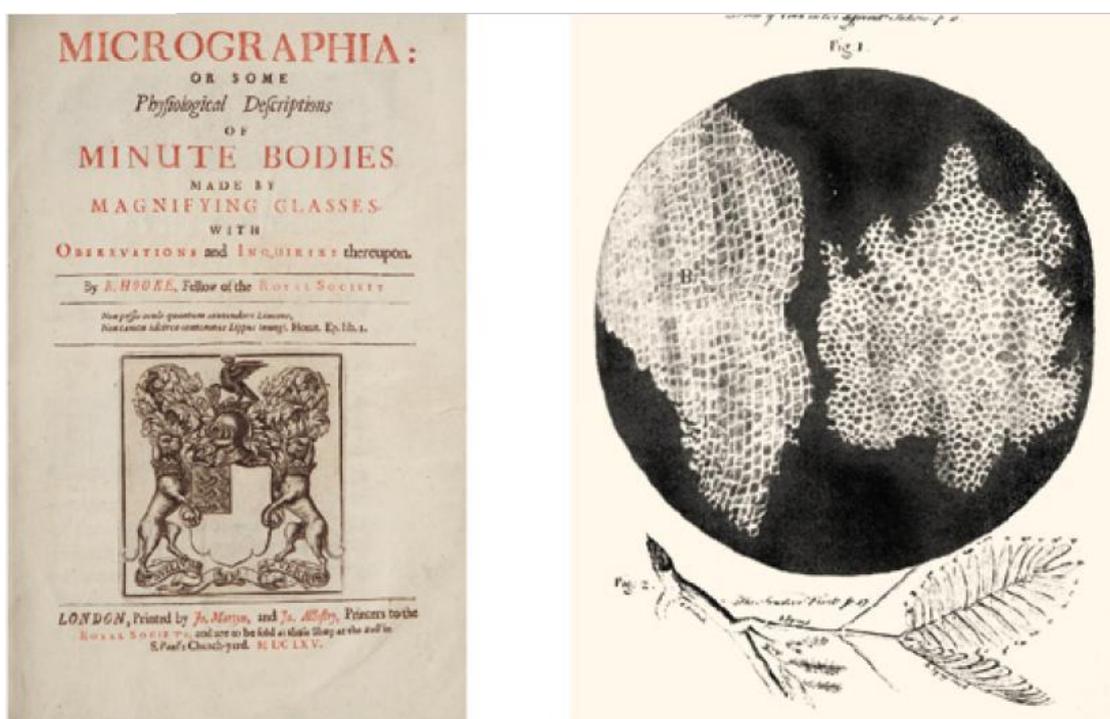


Figura 23 - Primeiras imagens microscópicas feitas com o microscópio desenvolvido por Hooke.

<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/microscopia-a-descoberta-da-celula-e-a-teoria-celular.htm>

<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/a-descoberta-celula.htm>

A teoria adotada por diversos cientistas ao longo da história, incluindo Hermann von Helmholtz<sup>3</sup>(pela sua teoria de “cosmozoa” – micróbios vindos do espaço), Lord Kelvin<sup>4</sup>, um grande opositor da teoria evolucionista, e, mais recentemente, Fred Hoyle<sup>5</sup> e Chandra Wickramasinghe<sup>6</sup> que coloca como possibilidade a vida em nosso planeta ter tido origem

extraterrestre. Até o momento, não há nenhuma evidência comprovada de que esse fenômeno de fato ocorre, apesar de vários experimentos mostrarem que micro-organismos seriam capazes de sobreviver a uma viagem espacial.

A visão transformista, na qual a matéria não viva tem chances de se tornar viva, pode ser ligada a Erasmus Darwin<sup>7</sup>, Georges Louis Leclerc<sup>8</sup> conde de Buffon e, especialmente, Jean-Baptiste<sup>9</sup> de Lamarck, o qual, em 1809, já propunha um processo de geração espontânea físico-químico, usando os nutrientes e fontes de energia disponíveis na Terra primitiva, culminando com o conceito de “sopa primordial” exposto por Darwin de uma origem química e gradual da vida formou a base para os estudos posteriores. Em 1877, Mendeleev<sup>10</sup> foi capaz de formar hidrocarbonetos a partir de precursores simples, mostrando a origem de lipídios. Ao final do século XIX, muitos experimentos já mostravam a possibilidade de síntese de ácidos graxos e açúcares por meio de descargas elétricas em misturas gasosas.

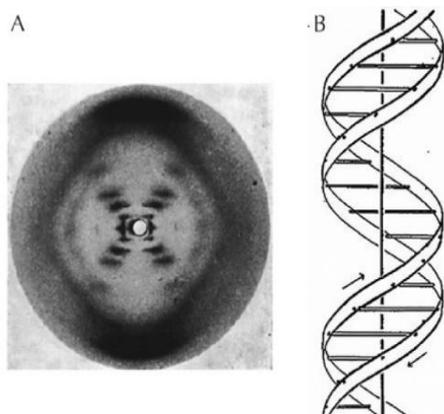
Em novembro de 1923, a teoria da síntese química da vida, em um cenário realista, é revisitada pelo russo Aleksandr Ivanovich Oparin<sup>11</sup>, com a publicação do livro “A origem da vida”. Para o biólogo e químico russo, a geração espontânea combatida por Pasteur e seus predecessores de fato não poderia acontecer nas condições atuais no planeta, mas deve ter sido possível ao menos uma vez no passado, quando as características físico-químicas eram tais que a sopa primordial proposta por Darwin poderia ter se formado. O cenário científico até o momento caminhava para um consenso de que as moléculas básicas para a vida poderiam se formar por reações químicas simples, em um cenário análogo ao existente na Terra primitiva. Essas moléculas, em um ambiente propício no planeta, poderiam formar estruturas mais complexas, mas a partir de que ponto podemos dizer que um sistema químico se torna vivo? Se queremos compreender o processo de origem da vida, precisamos definir corretamente o problema. Queremos saber a origem do Homo sapiens? A ciência já conseguiu desvendar a rota de nossos ancestrais saindo da África e colonizando o planeta. A origem dos animais? Os fósseis mostram uma explosão de vida há cerca de 550 milhões de anos, conhecida como Explosão do Cambriano. Quando pensamos na origem da vida, estamos falando da origem de todo sistema que pode ser dito como vivo, o que é uma definição circular que deve ser mais esclarecida.

Historicamente, podemos referenciar uma das primeiras tentativas modernas de definição de vida à publicação do livro O que é vida? De Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger<sup>12</sup> (Figura 24), em 1944. O livro foi escrito após uma série de palestras públicas de Schrödinger<sup>12</sup> em 1943 na Trinity College, Dublin, que tinham o principal objetivo de relacionar o evento de origem da vida com as condições físicas e químicas existentes naquele momento, propondo que a origem tenha sido uma decorrência do estado do planeta. O livro

introduz ainda a ideia de um cristal aperiódico que continha a informação genética armazenadas pelas diferentes configurações de ligações químicas, o que estimulou a busca para desvendar a estrutura química do DNA (ácido desoxirribonucleico, macromolécula biológica), sendo por isso considerado a base para o desenvolvimento dos fundamentos moleculares da vida, ou, simplesmente, biologia molecular.



Figura 24 - Erwin Schrödinger; [https://pt.wikipedia.org/wiki/Erwin\\_Schr%C3%B6dinger](https://pt.wikipedia.org/wiki/Erwin_Schr%C3%B6dinger)



Em 1953, James Dewey Watson<sup>13</sup> e Francis Crick<sup>14</sup> publicam um artigo na revista Nature com a proposta da estrutura tridimensional do DNA, construída baseada na imagem feita pela técnica de difração de raios X.

A imagem “A” de difração de raio X de um cristal de DNA, conhecida como “Foto 51”, feita por Rosalind Franklin<sup>15</sup> em 1952, que baseou a determinação da estrutura da molécula imagem “B”,

por Watson e Crick (1953).

A radiação X (composta por raios X) é uma forma de radiação eletromagnética, de natureza semelhante à luz. A maioria dos raios X possuem comprimentos de onda entre 0,01 a 10 nanómetros, correspondendo a frequências na faixa de 30 peta hertz a 30 exahertz ( $3 \times 10^{16}$  Hz a  $3 \times 10^{19}$  Hz) e energias entre 100 eV até 100 KeV. Os comprimentos de onda dos raios X são menores do que os raios ultravioletas (UV) e tipicamente maiores do que a dos raios gama. Os raios X foram descobertos em 8 de novembro de 1895 pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen<sup>16</sup>.

A produção de raios X se deve principalmente devido a transições de elétrons nos átomos, ou da desaceleração de partículas energéticas carregadas. Como toda energia eletromagnética de natureza ondulatória, os raios X sofrem interferência, polarização, refração, difração, reflexão, entre outros efeitos. Embora de comprimento de onda muito menor, sua natureza eletromagnética é idêntica à da luz, como já abordada em aulas anteriores.

Já nosso planeta sofre constantemente uma espécie de bombardeio de partículas de dimensões subatômicas que atravessam grandes distâncias (Figura 25) e que, apesar de seu pequeno tamanho, carregam consigo uma enorme quantidade de energia. Este conjunto de partículas, viajando à alta velocidade (próxima à velocidade da luz), é diagnosticado cientificamente como raios cósmicos.

Ao atingir a atmosfera, os raios cósmicos (chamados de primários) se chocam com as moléculas e átomos ali presentes em suspensão, numa violenta colisão. Esta colisão inicial gera uma série de outras partículas (chamadas de secundários) que se propagam e também colidem com outras partículas na atmosfera, criando um efeito em cascata e dando origem aos chamados chuviros atmosféricos.



Figura 25 - Bombardeio de partículas na atmosfera

<https://www.youtube.com/watch?v=xCg39GqINec>

A possibilidade de existência de vida em outros planetas se tornou tema de grande interesse científico nas últimas décadas devido principalmente ao desenvolvimento tecnológico e ao rápido aumento do conhecimento humano sobre a natureza do Sistema Solar e da nossa vizinhança na galáxia. Pela primeira vez na história da humanidade é possível aplicar métodos científicos para investigar a possibilidade existência de vida em outros lugares do Universo, o que está diretamente ligado à questão da origem da vida na Terra, bem como ao futuro da humanidade e possível colonização do espaço.

Como podemos perceber a outro fator na evolução que aparece com muita importância a questão da física das partículas. Quando a formação de nuvens temos partículas carregadas e os raios podem ter uma contribuição considerável na busca pelo início da vida.

“O que fazia Deus antes da criação do mundo?

Antes de Deus ter criado o mundo não havia tempo e, portanto, nenhum “antes”.

Santo Agostinho.

---

<sup>1</sup> Charles Robert Darwin (1809 - 1882) foi um naturalista britânico que alcançou fama ao convencer a comunidade científica da ocorrência da evolução e propor uma teoria para explicar como ela se dá por meio da seleção natural e sexual; <sup>2</sup> Robert Hooke (1635 - 1703) foi um cientista inglês; <sup>3</sup> Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz (1821 - 1894) foi um matemático, médico e físico alemão; <sup>4</sup> William Thomson, 1º Barão Kelvin (1824 - 1907) foi um físico-matemático e engenheiro britânico; <sup>5</sup> Fred Hoyle (1915 - 2001) foi um astrônomo britânico; <sup>6</sup> Nalin Chandra Wickramasinghe (20 de janeiro de 1939) é professor na Universidade de Cardiff; <sup>7</sup> Erasmus Darwin (1731-1802) foi um médico inglês; <sup>8</sup> Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707 - 1788) foi um naturalista, matemático e escritor francês; <sup>9</sup> Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744 - 1829) foi um naturalista francês; <sup>10</sup> Dmitri Ivanovic Mendeleev (1834 - 1907), foi um químico e físico russo, criador da primeira versão da tabela periódica; <sup>11</sup> Aleksandr Ivanovich Oparin (1894 - 1980) foi um biólogo e bioquímico russo considerado um dos precursores dos estudos sobre a origem da vida; <sup>12</sup> Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1887 - 1961) foi um físico teórico austríaco, conhecido por suas contribuições à mecânica quântica, especialmente a equação de Schrödinger, pela qual recebeu o Nobel de Física em 1933; <sup>13</sup> James Dewey Watson (6 de abril 1928) é um biólogo molecular, geneticista e zoologista americano; <sup>14</sup> Francis Harry Compton Crick (1916 - 2004) foi um biólogo molecular, biofísico e neurocientista britânico, mais conhecido por descobrir a estrutura da molécula de DNA; <sup>15</sup> Rosalind Franklin (1920 - 1958) foi uma biofísica britânica; <sup>16</sup> Wilhelm Conrad Röntgen (1845 - 1923) foi um físico alemão que, em 8 de novembro de 1895, produziu radiação eletromagnética nos comprimentos de onda correspondentes aos atualmente chamados raios X;

## **Exercícios de sala.**

1. Descreva em poucas palavras o que seria vida para você?

---

---

---

---

---

---

2. No texto onde se lê...“A teoria adotada por diversos cientistas ao longo da história, incluindo Hermann von Helmholtz (pela sua teoria de “cosmozoa” – micróbios vindos do espaço), Lord Kelvin, um grande opositor da teoria evolucionista, e, mais recentemente, Fred Hoyle e Chandra Wickramasinghe que coloca como possibilidade a vida em nosso planeta ter tido origem extraterrestre”... Qual sua opinião com essa possibilidade.

---

---

---

---

---

---

3. Reúna-se em grupo e discuta quais posicionamento a origem da vida o grupo possui. Descreva a sua e leia ao grupo

---

---

---

---

---

---



## Aula 7 - Raios Cósmicos

Raios cósmicos (Figura 26), uma sugestão recente é que eles se originam nos núcleos ativos das galáxias e, possivelmente, estão relacionados aos buracos negros existentes nesses núcleos. Para elucidar esse mistério (e talvez aproveitar as informações por trás dele), construiu-se um grande observatório internacional de raios cósmicos na Argentina. Trata-se do Observatório Pierre Auger, do qual trataremos posteriormente.

---

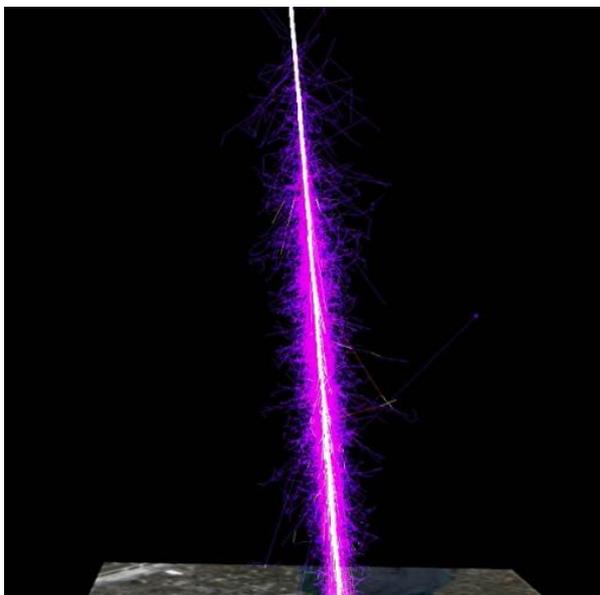
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172014000200016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000200016)

<http://portal.if.usp.br/fnc/pt-br/p%C3%A1gina-de-livro/raios-c%C3%B3smicos>

---

Os Raios Cósmicos foram descobertos por volta de 1912 por especialistas em condutividade no ar. Nenhum fenômeno teórico ou astronômico, ou ainda um fenômeno “mais próximo”, tinha sido previsto relativo à existência dos raios cósmicos. A sua descoberta resultou do estudo da causa geradora de uma grande quantidade de íons presentes na atmosfera.

A 7 de agosto de 1912, o físico austríaco Victor Franz Hess<sup>2</sup>, ao alcançar, a bordo de um balão, a altitude de 5.350 m, munido de um eletroscópio associado a um detector de ionização, constatou um aumento evidente dos efeitos ionizantes, 16 vezes maior que no solo. Ficou claro que a fonte de radiação ionizante não podia se localizar nem na Terra nem na



atmosfera. A radiação penetrava a atmosfera a partir do alto; era de lá, então, que procedia. Foi assim que a radiação cósmica foi descoberta. Pode-se dizer que a fundamentação teórica da nova Física se completa em 1928, quando Dirac<sup>3</sup> criou a teoria relativística do elétron, tornando compatíveis a Mecânica quântica e a teoria da relatividade restrita. Uma implicação matemática dessa teoria foi a possível existência de elétrons positivos, ou antielétrons, e que a interação de um elétron

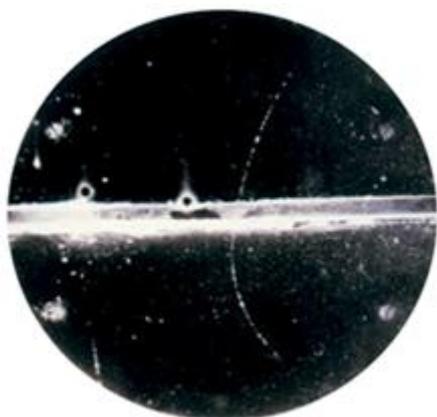
Figura 26 – Imagem do simulador;

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/GLAST/news/highest-energy.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/news/highest-energy.html)

com um antielétron resultaria na aniquilação de ambos, que se transformariam em energia

na forma de fótons. Em síntese, essa teoria sugeria a existência de mais uma estranha característica da natureza, a antimatéria.

Essa ideia adquiriu maior consistência e credibilidade em 1932, quando o físico norte-americano Carl Anderson (1905-1991) detectou o pósitron, nome dado posteriormente ao antielétron, fazendo raios cósmicos atravessarem uma câmara de nuvens.



Na figura, obtida em 1932 com uma câmara de nuvens atravessada por raios cósmicos, Anderson identificou pela primeira vez o rastro de um pósitron. A partícula entrou na câmara (Figura 27) por cima, com alta energia, e perdeu parte dessa energia ao atravessar uma placa de chumbo de 6 mm de espessura no meio da câmara (note, depois de atravessar a placa, o raio de curvatura diminui). A câmara estava imersa em um campo magnético para que, pelo sentido da curvatura

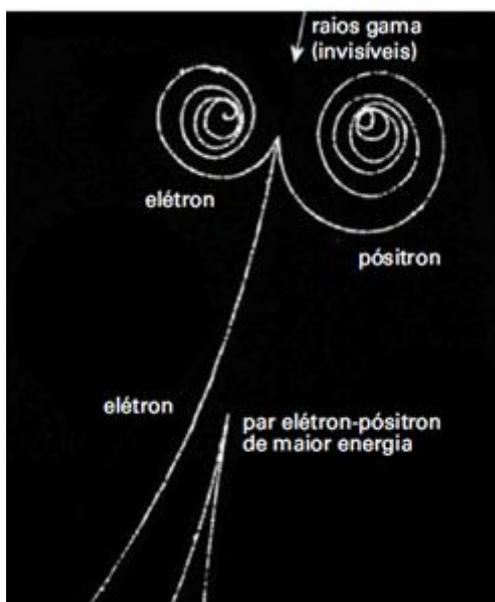
Figura 27 – Rastro de um pósitron visto pela primeira vez na câmara de nuvens;

<http://www.seara.ufc.br/donafifi/raioscosmicos/raioscosmicos1.htm>

descrita pela partícula, fosse possível saber se sua carga era positiva ou negativa. Por meio da perda de energia na travessia da placa de chumbo e pelo comprimento do traço depois dessa travessia, foi possível calcular o valor-limite da massa dessa partícula. Nesse caso, Anderson concluiu que a carga era positiva e sua massa tinha um valor menor do que o dobro da massa de um elétron — tratava-se, portanto, de um elétron de carga positiva. Como no modelo atômico não existia essa partícula, mas o “negativo” dela, concluiu-se que devia haver também um “negativo” do átomo, o que levou à extraordinária conclusão de que além da matéria e do Universo que conhecemos existe também a antimatéria, que poderia constituir um anti-universo que ainda não conhecemos. Note que, apesar do nome, a antimatéria dos físicos é matéria, não se trata de algo espiritual. O que os físicos querem dizer com a escolha desse nome é que partículas como o pósitron têm características opostas às da matéria conhecida. Por isso, antimatéria, nesse caso, deve ser entendida como matéria “oposta” à matéria já conhecida.

Mas há ainda mais um aspecto dessa estranha realidade: a geração simultânea de um par elétron- pósitron originário de um fóton de alta energia (radiação gama). Os traços deixados por raios cósmicos (Figura 28) atravessando uma câmara de nuvens, ilustra esse fenômeno.

Pode-se descrever assim esse evento: um fóton de raios gama penetrou na câmara,



acima, sem deixar rastro (fóton não tem carga elétrica, por isso não ioniza as moléculas do vapor em suspensão na câmara). De repente, dele se origina um par de partículas que, pelas suas trajetórias, concluiu-se serem partículas iguais, mas com cargas de sinais contrários. Como uma delas era conhecida — o elétron —, a outra seria um antielétrons, ou seja, um pósitron. O processo inverso também ocorre: a interação entre um elétron e um pósitron provoca o desaparecimento de ambos, dando origem a um fóton de raios gama, em um processo chamado aniquilação.

Figura 28 – Formação de pares de elétrons-pósitron;

<https://spotsoci.com/2018/04/06/dan-brown-estudou-fisica-de-particulas/>

Ainda em 1932, o físico inglês James Chadwick<sup>4</sup> descobriu uma nova partícula contida no núcleo do átomo — o nêutron. Antes da descoberta do nêutron, admitia-se que o núcleo do átomo fosse composto de prótons e elétrons, o que tornava a sua estabilidade impossível.

Partícula	Símbolo	Massa (MeV/c <sup>2</sup> )	Carga(e)
Fóton	$\gamma$	0	0
Elétron	$e^-$	0,5	-1
Pósitron	$e^+$	0,5	+1
Próton	p	938	+1
Nêutron	n	938 ± 4	0

Fonte: <https://www.colegioweb.com.br/eletizacao/uma-visao-geral-a-carga-eletrica.html>

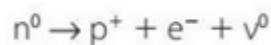
O núcleo de um átomo de nitrogênio, por exemplo, deveria ter catorze prótons e sete elétrons. Sete elétrons neutralizam sete prótons, formando sete pares próton-elétron, o que é difícil de justificar teoricamente, mas não impossível. O grande problema eram os outros sete prótons restantes, que deveriam repelir-se e, inexplicavelmente, não o faziam. Por isso, para muitos físicos, a existência do nêutron no lugar dos pares próton-elétron era inevitável e, de fato, solucionou o problema. O átomo de nitrogênio passou a ter apenas sete prótons, em vez

de catorze, e o seu núcleo passou a ser constituído de sete prótons e sete nêutrons. A presença dos sete nêutrons torna possível a coesão do núcleo e compensa.

Até 1932, os físicos haviam identificado cinco partículas elementares com as seguintes características:

Chamavam-se elementares porque não teriam estrutura interna, seriam indivisíveis, no sentido dado à antiga ideia de átomo. Quatro partículas, fóton, elétron, próton e nêutron, originavam toda a matéria existente na natureza, compondo um modelo atômico bastante satisfatório, enquanto a quinta partícula, o pósitron, trazia a possibilidade da existência da antimatéria, na época, pura especulação.

Uma maneira de caracterizar as partículas é tratar de suas estabilidades, mas o decaimento das partículas é diferente do decaimento dos núcleos atômicos, porque o produto final não é uma parte menor da partícula inicial, e sim partículas totalmente novas. Veja um exemplo:

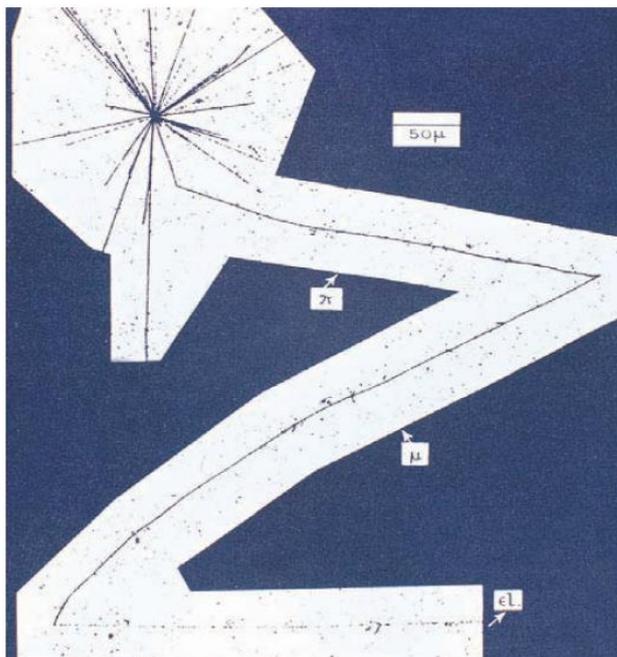


Decaimento do nêutron e o aparecimento de três outras partículas, um próton, um elétron e um neutrino.

As partículas podem se apresentar com carga positiva ou negativa, ou ser neutras. As partículas mais conhecidas têm carga elétrica: o elétron é negativo e o próton é positivo. Existem outras partículas que também têm carga elétrica, como o pósitron, de carga positiva. O mais interessante é que o valor da carga elétrica em todos esses exemplos é o mesmo  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

Outro fator importante o nêutron tem carga zero, assim como o neutrino e existem outros tipos de carga além da elétrica, como carga-cor.

O trabalho de Yukawa<sup>5</sup> foi, de início, interpretado apenas como especulação teórica. No entanto, a partir de 1933 um novo método de pesquisa baseado em emulsões fotográficas



tornava-se muito promissor, e muitos pesquisadores se propuseram a procurar a partícula de Yukawa<sup>5</sup>. A emulsão fotográfica é essencialmente uma camada de gelatina de décimos de milímetro aplicada sobre uma placa de vidro de cerca de 1 mm de espessura. Imersos nessa gelatina estão dispersos cristais de haleto de prata, um sal sensível a diferentes tipos de radiação que transforma esse sal em prata metálica, deixando marcado nela o rastro da radiação ou da partícula que a atravessa.

Figura 29: Existência da partícula méson pi (hoje, pión), cuja detecção contou com participação decisiva do físico brasileiro César Lattes (1924-2005).Crédito: Alfredo Marques/CBPF;

<http://portal.cbpf.br/educacao-cientifica/ultimas-noticias/182-ha-70-anos-artigo-revelava-ao-mundo-a-existencia-do-pion>

A foto acima (Figura 29) mostra um exemplo de emulsão fotográfica com uma série de eventos que identificam novas partículas, o múon e o pión. Nela foram destacados alguns eventos. No alto, à esquerda, aparecem o choque de um próton dos raios cósmicos, que atinge o núcleo de um átomo, e a explosão desse núcleo em inúmeros fragmentos. Um desses fragmentos, o pión ( $\pi$ ), se desloca para a direita e se desintegra, dando origem a um múon ( $\mu$ ) e a um neutrino (o neutrino não deixa rastro porque não tem carga). O múon desloca-se para baixo, à esquerda, e se desintegra novamente em dois neutrinos (sem rastro) e um elétron (el.), que se desloca para a direita.

O múon, de início denominado méson  $\mu$ , foi a primeira partícula descoberta por esse método que se assemelhava à partícula de Yukawa<sup>5</sup>, mas mostrou propriedades não compatíveis com a partícula esperada. A partícula de Yukawa<sup>5</sup>, chamada inicialmente méson  $\pi$ , atualmente pión, só foi descoberta em 1947, quando se aperfeiçoou a tecnologia das emulsões fotográficas, tornando-as capazes de detectar partículas com velocidades próximas à da luz. Essa seria mais uma partícula descoberta pelos cientistas, como tantas outras se não fosse por um fato particular: o físico brasileiro César Lattes<sup>6</sup> foi um dos principais envolvidos em sua detecção. Tal fato foi contribuiu para o desenvolvimento da Física no Brasil.



Fontes: [http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/outubro2004/ju271pag06.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/outubro2004/ju271pag06.html)

[http://cbpfindex.cbpf.br/publication\\_pdfs/cs00405.2005\\_07\\_19\\_17\\_48\\_29.pdf](http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/cs00405.2005_07_19_17_48_29.pdf)

Vivemos cercados por partículas! Subprodutos dos raios cósmicos e extremamente energéticas, algumas delas se chocam com núcleos atômicos ao penetrar a atmosfera da Terra e produzem muitas outras partículas e radiação que chegam ao solo terrestre a todo instante.

Então por que vivemos como se elas não existissem? Isso acontece porque nem todas as partículas interagem com nosso corpo. Por exemplo, os neutrinos passam por nosso corpo sem nenhuma interação. Assim como a luz, que quase não interage com o vidro ao atravessá-lo, nosso corpo é transparente para algumas partículas, isso indica que as partículas precisam de condições especiais para essas interações.

A partícula tem vida-média, em geral, muito curta, o que explica, em parte por que são tão difíceis de serem detectadas.

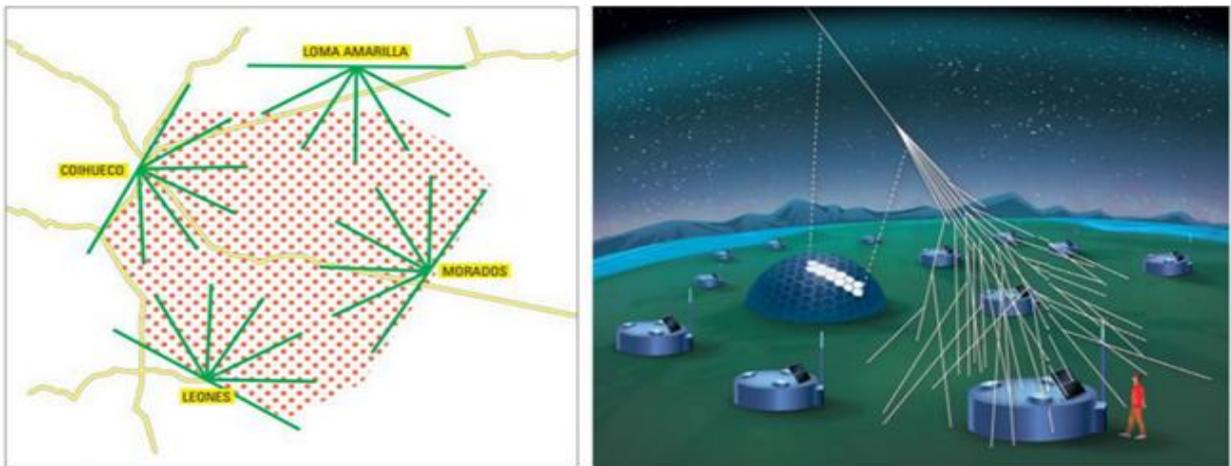
Características das partículas						
Nome (símbolo)	Ano da descoberta	Carga elétrica	Spin	Massa (MeV/c <sup>2</sup> )	Vida-média (s)	Modos de decaimentos
neutrino do elétron ( $\nu_e$ )	1956	0	$\frac{1}{2}$	$< 3 \text{ eV}/c^2$	estável	não decai
neutrino do múon ( $\nu_\mu$ )	1962	0	$\frac{1}{2}$	$< 0,17$	estável	não decai
neutrino do tau ( $\nu_\tau$ )	2000	0	$\frac{1}{2}$	$< 18$	estável	não decai
múon ( $\mu^+$ )	1962	-1	$\frac{1}{2}$	105,7	$2,20 \cdot 10^{-6}$	$e^+ + \nu + \bar{\nu}$
tau ( $\tau^-$ )	1975	-1	$\frac{1}{2}$	1777	$3,00 \cdot 10^{-11}$	$\mu^-$ ou $e^-$
píon ( $\pi^+$ )	1947	+1	0	140,0	$2,60 \cdot 10^{-8}$	$\mu^+$
píon ( $\pi^0$ )	1949	0	0	135,0	$0,80 \cdot 10^{-16}$	$2\gamma$
píon ( $\pi^-$ )	1947	-1	0	140,0	$2,60 \cdot 10^{-8}$	$\mu^-$
káon ( $K^+$ )	1947	+1	0	493,7	$1,24 \cdot 10^{-8}$	$\mu^+$ ou $\pi^0 + \pi^+$
káon ( $K_S^0$ )	1947	0	0	498,0	curta: $0,89 \cdot 10^{-10}$ longa: $5,00 \cdot 10^{-8}$	$\pi^+ + \pi^-$ ou $2\pi^0$
káon ( $K_L^0$ )	1947	0	0	497,7	$5,20 \cdot 10^{-8}$	$\pi^+ + e^-$ ou $\pi^- + e^+$ ou $3\pi^0$
lâmbda ( $\Lambda^0$ )	1951	0	$\frac{1}{2}$	$1115,6 \text{ GeV}/c^2$	$2,60 \cdot 10^{-10}$	$p + \pi^-$ ou $n + \pi^0$
sigma ( $\Sigma^+$ )	1953	+1	$\frac{1}{2}$	$1189,4 \text{ GeV}/c^2$	$0,80 \cdot 10^{-10}$	$p + \pi^0$ ou $n + \pi^+$
sigma ( $\Sigma^0$ )	1956	0	$\frac{1}{2}$	$1192,5 \text{ GeV}/c^2$	$6,00 \cdot 10^{-20}$	$\Lambda^0 + \gamma$
sigma ( $\Sigma^-$ )	1953	-1	$\frac{1}{2}$	$1197,3 \text{ GeV}/c^2$	$1,50 \cdot 10^{-10}$	$n + \pi^-$
xi ( $\Xi^0$ )	1959	0	$\frac{1}{2}$	$1315 \text{ GeV}/c^2$	$2,90 \cdot 10^{-10}$	$\Lambda^0 + \pi^0$
xi ( $\Xi^-$ )	1953	-1	$\frac{1}{2}$	$1321 \text{ GeV}/c^2$	$1,64 \cdot 10^{-10}$	$\Lambda^0 + \pi^-$
ômega ( $\Omega^-$ )	1964	-1	$\frac{1}{2}$	$1672 \text{ GeV}/c^2$	$0,82 \cdot 10^{-10}$	$\Xi^0 + \pi^0$ ou $\Lambda^0 + K^+$

Fonte: Física em contexto – Partículas elementares; Ed Brasil; página 251.

Os raios cósmicos são partículas de alta energia e velocidade que provêm de locais distantes do espaço e atingem a Terra em todas as direções. Nesse contexto, por volta de 1946, os cientistas só faziam experimentos de Física Nuclear utilizando basicamente aceleradores de partículas. Mesmo assim esses equipamentos eram limitados dificultando a descoberta de novas partículas. Com os estudos de raios cósmicos tinham cerca de 200 partículas secundárias atingindo nossa atmosfera a cada metro quadrado (m<sup>2</sup>) a cada segundo com energia de 1 Mev (milhões de elétron-volt). Em menor número, há também

poucas partículas mais energéticas, da ordem de 1 Tev (teraelétron-volt). Apenas uma dessas por semana chega a Terra, numa área de 1 km<sup>2</sup>.

Com objetivo de capturar raios cósmicos, há um observatório de colaboração internacional chamado Observatório de Raios Cósmicos Pierre Auger (Figura 30). Localizado no Hemisfério Sul – na Argentina, aos pés da Cordilheiras dos Andes, no deserto do Pampa Amarilla, celebrou em 2015, 15 anos de conquistas e a assinaturas de um novo acordo internacional para os próximos dez anos.



A maior instalação voltada para o estudo de partículas energéticas cobre uma área de 3000 Km<sup>2</sup>, com 1660 instalações detectores formando um gigantesco retículo. Cada uma dessas estações tem 3,6 m de diâmetro, é preenchida com 12000 litros de água pura e dista 1,5 km uma da outra. Desse modo, o detector mede cerca de 50 raios cósmicos por ano com energias acima de 10<sup>20</sup> eV, além de um grande número de eventos com energias menores. Trata-se de sensores de luz sensibilíssimos e calibradíssimos que serão utilizados para medir fluorescência das colisões das partículas com as moléculas dos gases da atmosfera durante o desenvolvimento do chuveiro (Figura 31).

Figura 30 - Observatório de Raios Cósmicos Pierre Auger. <https://www.auger.org/>

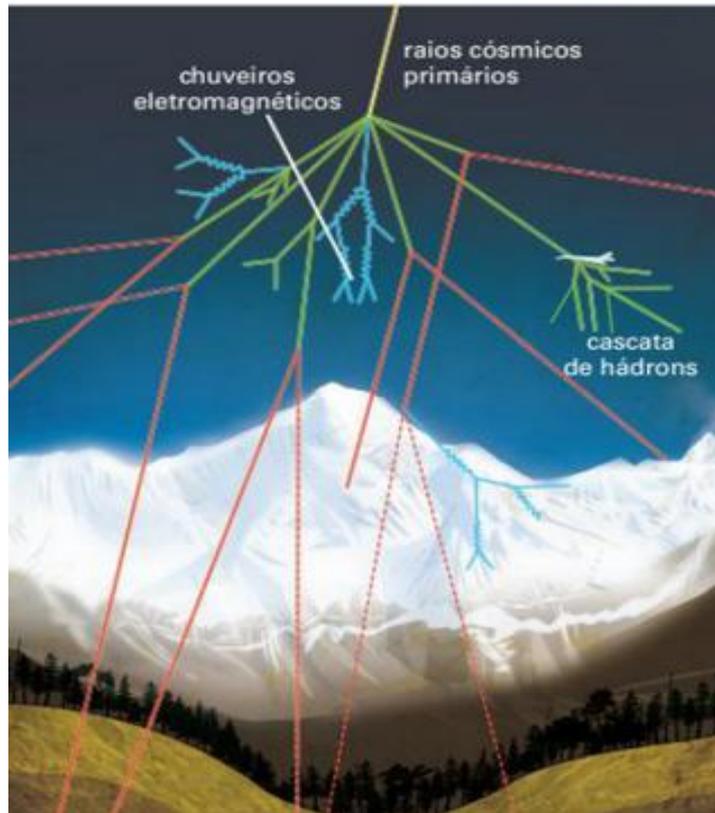


Figura 31: Chuveiros Atmosféricos Extensos; <http://professor.ufabc.edu.br/~leigui/pesquisas/eas.html>

---

<sup>1</sup> Domenico Leone Pacini (1878 - 1934 ) foi um físico e meteorologista italiano; <sup>2</sup> Victor Franz Hess (1883 - 1964) foi um físico austríaco-norte-americano, em 1936 recebeu o Nobel de Física; <sup>3</sup> Paul Adrien Maurice Dirac(1902 - 1984) foi um físico teórico britânico; <sup>4</sup> James Chadwick (1891- 1974) foi um físico britânico; <sup>5</sup> Hideki Yukawa (1907 - 1981) foi um físico teórico japonês, em 1949 recebeu o Nobel de Física; <sup>6</sup> Cesare Mansueto Giulio Lattes, mais conhecido como César Lattes (1924 - 2005), foi um físico brasileiro, co-descobridor do méson pí, descoberta que levou o Prêmio Nobel de Física de 1950, concedido a Cecil Frank Powell. Fez os seus primeiros estudos em sua cidade natal (Curitiba) e depois em São Paulo, vindo a graduar-se na Universidade de São Paulo, formando-se em 1943, em matemática e física;

## **Exercícios de sala.**

1. Qual a importância do trabalho do brasileiro César Lattes para a Ciência?

---

---

---

---

---

---

2. Explique a vantagem de realizar o experimento que permitiu detecção do pión, ou méson  $\pi$ , no Monte Chacaltaya, a 5500 m, e nos Pireneus, a 2800 m. Porque o ar mais rarefeito é melhor nesse tipo de experimento?

---

---

---

---

---

---

3. Qual é a energia mínima liberada na aniquilação de um elétron e um pósitron?

---

---

---

---

---

---

---



## Aula 8 – Quarks

O quark, na física de partículas, é uma partícula elementar e um dos dois elementos básicos que constituem a matéria (o outro é o léptons). Quarks se combinam para formar partículas compostas chamadas hádrons; os mais estáveis desse tipo são os prótons e os nêutrons, que são os principais componentes dos núcleos atômicos. Devido a um fenômeno conhecido como confinamento, quarks nunca são diretamente observados ou encontrados isoladamente; eles podem ser encontrados apenas dentro de hádrons, como os bárions (categoria a que pertencem os prótons e os nêutrons), e os mésons. Por esta razão, muito do que se sabe sobre os quarks foi elaborado a partir das observações dos próprios hádrons.

Assista: <https://www.youtube.com/watch?v=Nqi-bM90vfg>

Existem seis tipos (ou sabores) de quarks: up, down, strange, charm, bottom, e top, como mostra a tabela.

Tabela Propriedades dos quarks e antiquarks.					
$\frac{1}{3}e$ up ↑ u	$\frac{1}{3}e$ charm C ↑	$\frac{1}{3}e$ top ↑ t	$-\frac{2}{3}e$ anti-up ↑ $\bar{u}$	$-\frac{2}{3}e$ anti-charm C ↑ $\bar{c}$	$-\frac{2}{3}e$ anti-top ↑ $\bar{t}$
↓ d $-\frac{1}{3}e$	↑ strange S ↑ $-\frac{1}{3}e$	↑ bottom ↑ $-\frac{1}{3}e$	↓ anti-down ↓ $\frac{1}{3}e$	↓ anti-strange S ↓ $\frac{1}{3}e$	↓ anti-bottom ↓ $\frac{1}{3}e$
vermelho, verde, azul			ciano, magenta e amarelo		

Fonte: Física Conceitos e contextos.

<https://drive.google.com/open?id=1DAS1Gmxb8mU4UdMoYVyMRiYoffWKNkQP>

Os quarks up e down possuem as menores massas entre todos os quarks. Os quarks mais pesados mudam rapidamente para quarks up down por meio de um processo de decaimento, que é a transformação de um estado de maior massa a um estado de menor massa. Devido a isso, quarks up e quarks down são geralmente estáveis e são os mais comuns no universo, enquanto que os quarks strange, charm, bottom e top só podem ser

produzidos em colisões de alta energia (como as que envolvem os raios cósmicos e em aceleradores de partículas).

Quarks possuem várias propriedades, como a carga elétrica, a massa, a carga de cor e o spin. Quarks são as únicas partículas elementares do modelo padrão da física de partículas que experimentam todas as quatro forças fundamentais (eletromagnetismo, gravidade, força forte e por último a força fraca), também são as únicas partículas conhecidas cuja carga elétrica não é um múltiplo inteiro da carga elementar. Para cada sabor de quark há um tipo correspondente de antipartículas, denominada antiquark, que difere do quark apenas pelo fato de que algumas das suas propriedades têm igual magnitude, mas sinais opostos.

Quark	Massa corrente (MeV/c <sup>2</sup> )
u	~5
d	~10
s	~100
c	1 500
b	4 700
t	170 000*

Fonte: – Física em Contexto, partículas elementares, página 273

A massa dos quarks não pode ser diretamente, mas deve ser determinada indiretamente, por meio de suas influencias sobre as propriedades dos hádrons. A massa calculada só faz sentido no contexto limitado de um modelo de quark particular e não pode ser relacionada diretamente às partículas do modelo padrão. Portanto, não se pode tratar da massa dos quarks como se trata da massa das demais partículas, havendo estimativas da assim chamada “massa coerente”.

Um fato curioso sobre o hádrons é que apenas uma parte muito pequena de sua massa se deve à massa dos quarks que os constituem. Por exemplo, um próton é formado por dois quarks up e um down (uud – 12 Mev/ c<sup>2</sup>), tem massa superior à soma das massas de seus quarks (massa total do próton 938,26 Mev / c<sup>2</sup>). Essas energias são convertidas na massa do hádrons, como é descrito pela equação de Einstein<sup>1</sup>, que relaciona energia e massa:  $E = m \cdot c^2$ .

Os quarks compõem os hádrons e podem se combinar em número de dois ou três para compor cada hádron. Essa associação de quarks obedece a algumas regras, das quais vamos apresentar duas:

- A soma das cargas deve ser um número inteiro entre  $-2e$  e  $2e$ . Ou seja, a carga final de um hádron deve ter um dos seguintes valores:  $-2e$ ,  $-1e$ ,  $0$ ,  $1e$  ou  $2e$ .
- A soma da carga-cor deve resultar em branco, considerando carga-cor nula.

- vermelho + verde + azul = branco;

- vermelho + verde = amarelo;

- vermelho + azul = magenta;

- verde + azul = ciano;

Obs.: cor + cor - complementar = branco.

Os antiquarks também têm carga-cor, mas, por serem antipartículas, essas propriedades devem assumir um efeito inverso. Para indicar sua cor, escolheram-se as complementares: ciano, magenta e amarelo.

Os quarks obedecem a combinações específicas que podem ser observadas na tabela abaixo.

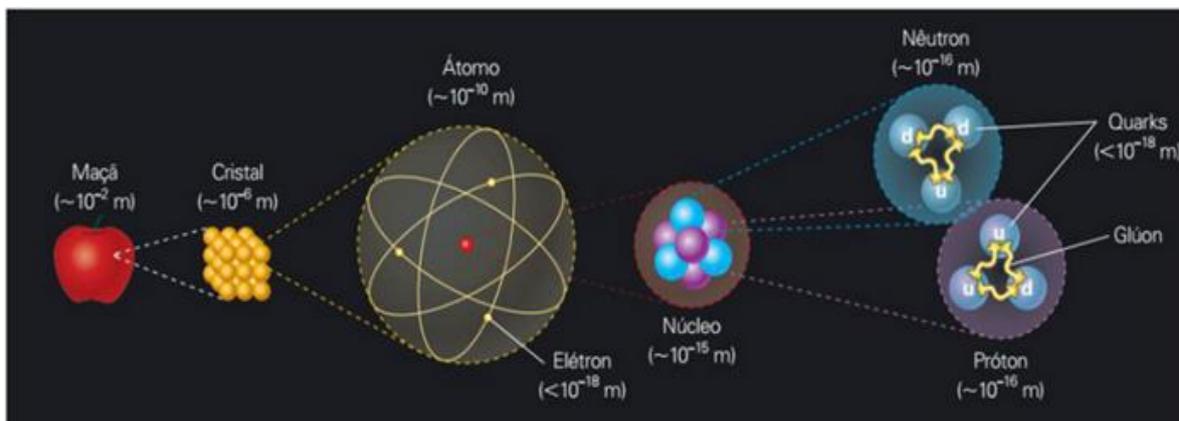
Bárions (símbolo)	Quarks	Mésons (símbolo)	Quarks
próton (p)	uud	píon ( $\pi^+$ )	$u\bar{d}$
nêutron (n)	udd	píon ( $\pi^-$ )	$d\bar{u}$
lambda ( $\Lambda^0$ )	uds	káon ( $K^+$ )	$u\bar{s}$
delta ( $\Delta^{++}$ )	uuu	káon ( $K^0$ )	$d\bar{s}$
sigma ( $\Sigma^+$ )	uus	káon ( $\bar{K}_0$ )	$s\bar{d}$
sigma ( $\Sigma^0$ )	uds	káon ( $K^-$ )	$\bar{u}s$
sigma ( $\Sigma^-$ )	dds	$J/\psi$	$c\bar{c}$
xi ( $\Xi^0$ )	uss	$D^+$	$c\bar{d}$
xi ( $\Xi^-$ )	dss	$D^0$	$c\bar{u}$
ômega ( $\Omega^-$ )	sss	$D_s^+$	$c\bar{s}$
lambda ( $\Lambda_c^0$ )	udc	$B^+$	$u\bar{b}$
sigma ( $\Sigma_c^{++}$ )	uuc	$\bar{B}_0$	$\bar{d}b$
sigma ( $\Sigma_c^+$ )	udc	$B^0$	$d\bar{b}$
xi ( $\Xi_c^+$ )	usc	$B^-$	$\bar{u}b$

Fonte de pesquisa: CLOSE, F.; MARTEN, M.; SUTTON, C. *The particle odyssey: a journey to the heart of matter*. New York: Oxford University Press, 2002.

O modelo de quarks foi proposto de forma independente pelos físicos Murray Gell-Mann<sup>2</sup> e George Zweig<sup>3</sup> em 1964. Os quarks foram introduzidos como parte de um esquema de organização dos hádrons, e havia pouca evidência de sua existência física até os experimentos de Espalhamento Inelástico Profundo no Centro de Aceleração Linear de Stanford em 1968 experiências com os aceleradores forneceram evidências para todos os seis sabores de quarks. O quark top foi o último a ser descoberto, no Fermilab, em 1995.

Para entender os detalhes de tal descoberta e como esse entendimento quântico pode ajudar observar nosso Universo. A estrutura elementar (Figura 32) da matéria e dentro dos parênteses a indicação da escala de tamanho dos elementos.

Figura 32 – Estrutura elementar.



Fonte: <https://www.sprace.org.br/eem/home/Cartaz>

<http://www.astro.sunysb.edu/steinkirch/reviews/sm07.pdf>

O Modelo Padrão das partículas elementares não é um simples modelo físico, é um referencial teórico que incorpora a Cromodinâmica Quântica (a teoria da interação forte) e a Teoria Eletrofraca (a teoria da interação eletrofraca que unifica as interações eletromagnética e fraca). E aí aparece uma grande dificuldade do Modelo Padrão, talvez a maior: não consegue incluir a gravidade porque a força gravitacional não tem a mesma estrutura das três outras forças, não se adequa à teoria quântica, a partícula mediadora hipotética – o gráviton – não foi ainda detectada.

Outro problema do Modelo Padrão é o bóson de Higgs. No modelo, interações com o campo de Higgs (ao qual está associado o bóson de Higgs) fariam com que as partículas tivessem massa. Porém, o modelo não explica bem essas interações e o bóson de Higgs está ainda por ser detectado. Assista: [https://www.youtube.com/watch?v=UPJ4F-bb6\\_A](https://www.youtube.com/watch?v=UPJ4F-bb6_A)

---

<sup>1</sup> Albert Einstein (Ulm, 14 de março de 1879 — Princeton, 18 de abril de 1955) foi um físico teórico alemão. Entre seus principais trabalhos desenvolveu a teoria da relatividade geral, ao lado da mecânica quântica um dos dois pilares da física moderna. Foi laureado com o Prêmio Nobel de Física de 1921 "por suas contribuições à física teórica" e, especialmente, por sua descoberta da lei do efeito fotoelétrico, que foi fundamental no estabelecimento da teoria quântica; <sup>2</sup> Murray Gell-Mann (15 de setembro de 1929) é um físico estadunidense; <sup>3</sup> George Zweig (30 de maio de 1937) é um físico de partículas russo;

## **Exercícios de sala.**

1. Porque partículas como o próton só podem ser formadas por apenas dois quarks?

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Se um pósitron se transformasse num próton, que regra seria violada?

---

---

---

3. Qual é a energia mínima liberada na aniquilação de um elétron e um pósitron?

---

---

---

---

---

---

---

4. De acordo com o modelo atômico atual, os prótons e nêutrons não são mais consideradas partículas elementares. Eles seriam formados de três partículas ainda menores, os quarks. Admite-se a existência de 12 quarks na natureza, mas só dois tipos formam os prótons e nêutrons, o quark up (u), de carga elétrica positiva, igual a  $2/3$  do valor da carga do elétron, e o quark down (d), de carga elétrica negativa, igual a  $1/3$  do valor da carga do elétron. A partir dessas informações, assinale a alternativa que apresenta corretamente a composição do próton e do nêutron:

**próton**

**nêutron**

a) d, d, d

u, u, u

b) d, d, u

u, u, d

c) d, u, u

u, d, d

d) u, u, u

d, d, d

e) d, d, d

d, d, d



## Aula 9 – Os efeitos dos raios cósmicos de alta energia.

O que acontece uma vez que uma partícula de raios cósmicos de alta energia atinge a atmosfera?

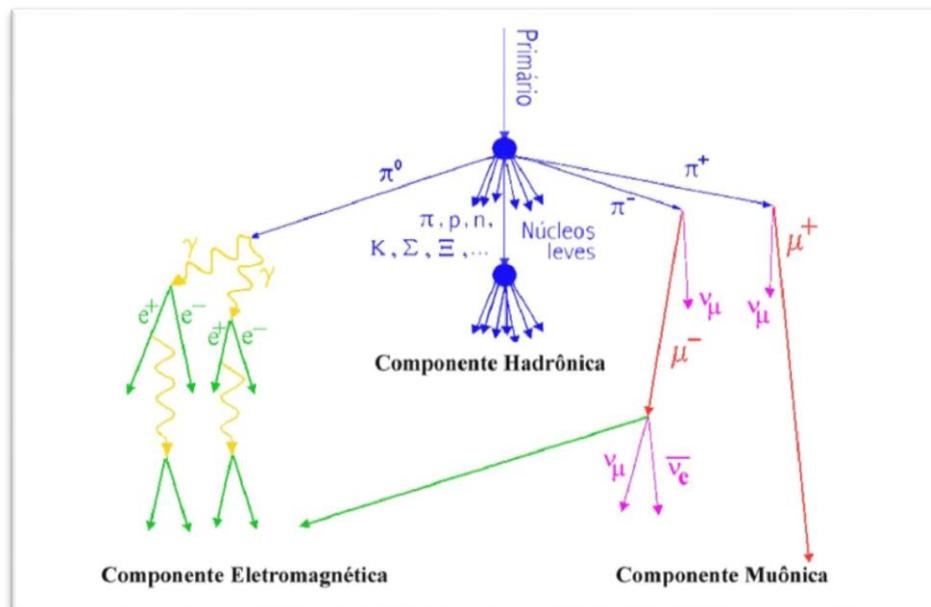
A Terra é constantemente bombardeada por raios cósmicos. As partículas de raios cósmicos de altas energia produzem-se no espaço exterior, enquanto as partículas de raios cósmicos de baixa energia são produzidas no Sol. Os raios cósmicos são partículas carregadas que interagem com moléculas de ar quando entram na atmosfera. Ainda há controvérsias sobre a natureza das chamadas partículas de raios cósmicos primários e sobre os detalhes das partículas de chuva de ar secundário (Figura 33) produzidas após a interação com a atmosfera.

<https://drive.google.com/file/d/1Qf7mikeydMWf-9zBxITRq3w9U74WTCjY/view>

<http://eurekabrasil.com/os-raios-cosmicos-uma-mensagem-do-espaco/>

<http://publicadosbrasil.blogspot.com/2017/11/cacadores-do-invisivel-fisica.html>

Figura 33 - Chuveiro de ar secundário

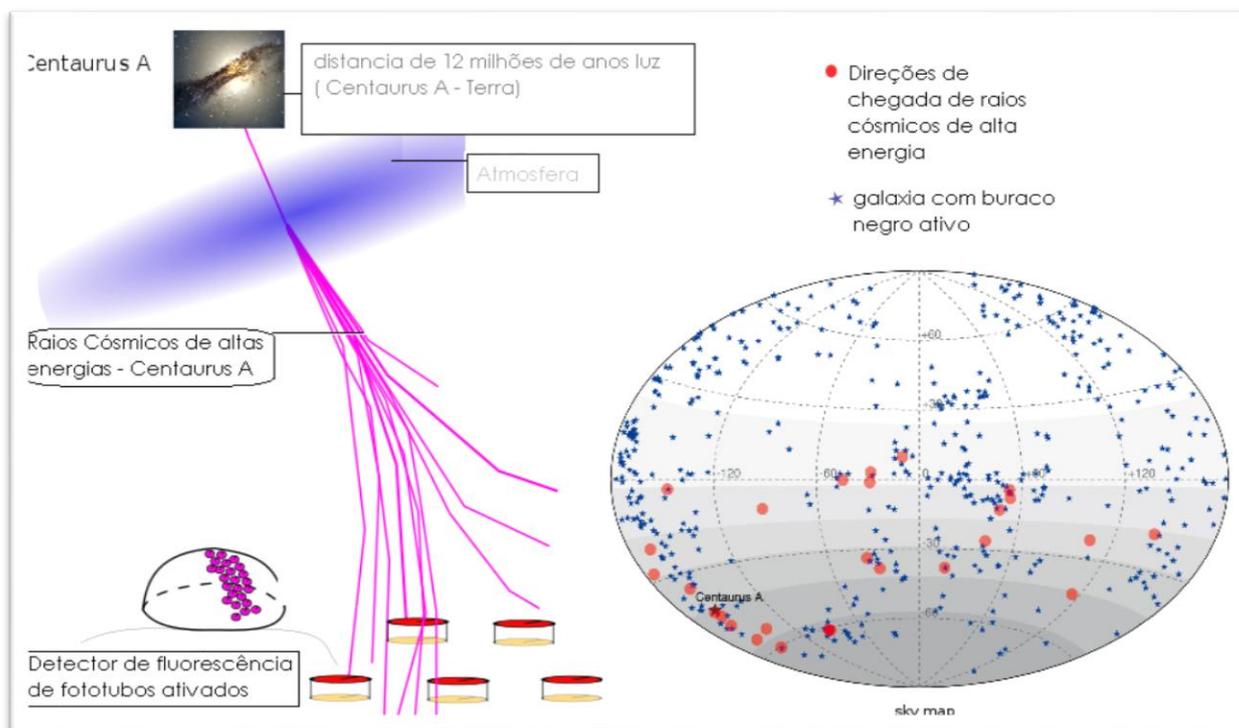


Fonte: Concepção artística de um CAE de Raios Cósmicos; Oliveira, 2000

O Observatório Pierre Auger concentra-se na detecção de raios cósmicos de altas energia com uma energia de mais de  $10^{19}$  elétrons volts. Os raios cósmicos com altas energias podem fornecer informações sobre sua fonte. Os raios cósmicos com energias inferiores geralmente são desviados por campos magnéticos e, portanto, não fornecem informações confiáveis sobre a origem dos raios cósmicos.

O fato de que o evento de um raio cósmico de energia ultra alta atingindo a Terra é extremamente raro torna o experimento muito desafiador. A taxa de chegada de raios cósmicos com uma energia de mais de  $10^{19}$  elétrons volts é de 1 partícula por quilômetro quadrado por ano. Essa energia excede a energia do LHC (CERN) por algumas ordens de grandeza.

Os pesquisadores registraram 27 eventos de energia mais altos (com energia acima de  $57 \cdot 10^{18}$  elétrons volts) e compararam as direções de chegada dos raios cósmicos com posições conhecidas de núcleos galácticos ativos (AGN) que, presumivelmente, constituem uma fonte de raios cósmicos de alta energia (Figura 34).

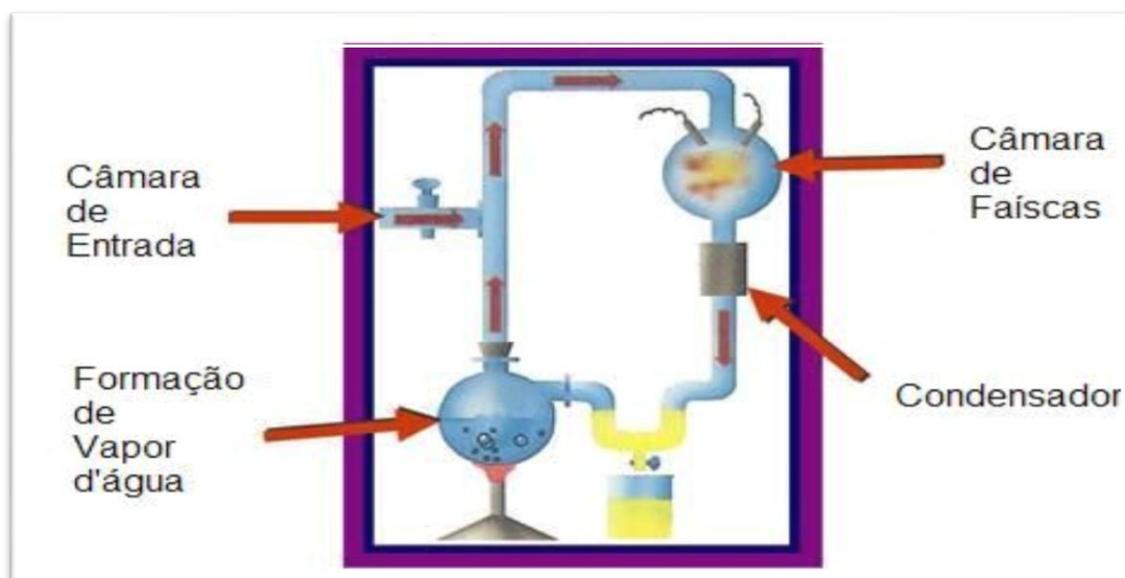


O estudo da galáxia Centaurus A que está a cerca de 10 a 16 milhões de anos-luz  
**Figura 34 – Observatório de Raios Cósmicos;** [www.flickr.com/photos/134252569@N07/albums/72157659225375559](http://www.flickr.com/photos/134252569@N07/albums/72157659225375559)  
distante da Terra, forneceu algumas evidências de uma correlação entre os eventos e a posição da galáxia. Centaurus A contém um núcleo galáctico ativo que é presumivelmente

alimentado por um buraco negro no centro da galáxia. No entanto, a correlação entre a posição dos núcleos galácticos ativos e as direções de chegada ainda não está estabelecida de forma conclusiva.

Uma correlação foi encontrada e mostrou que a maioria das direções de chegada de raios cósmicos de alta energia detectados concordam com a localização de núcleos galácticos ativos "próximas" à Terra. Assim, fontes de raios cósmicos de alta energia não estão uniformemente distribuídas sobre o céu. Existem outras fontes assumidas, como remanescentes de supernova (vestígios de estrelas explodidas), que deveriam produzir raios cósmicos de alta energia. Como a maioria das estrelas explodindo está muito distante da Terra, os raios cósmicos são fortemente desviados pelos campos magnéticos de suas trajetórias originais. Por conseguinte, é extremamente difícil identificar inequivocamente a origem dos raios cósmicos de fontes muito distantes. Essas partículas contribuem para uma série de processos físicos no sistema terrestre. Uma grande fração da energia das partículas carregadas é depositada na atmosfera, ionizando-o, causando mudanças em sua química e afetando o circuito elétrico global. Remanescente as partículas secundárias contribuem para a dose de fundo dos raios cósmicos na superfície e partes no subsolo. A vida evoluiu nos últimos 3 bilhões de anos na presença desta radiação de fundo, que por sua vez tem variado consideravelmente durante o período como demonstrado pelo experimento Miller- Urey<sup>1</sup>.

**Figura 35 – Experimento de Miller**



Fonte: <http://forum.antinovaordemmundial.com/Topico-stanley-miller-e-a-origem-da-vida>

A experiência de Miller-Urey<sup>1</sup> foi um experimento científico concebida para testar a hipótese de Oparin e Haldane sobre a origem da vida. Segundo o experimento (Figura 35), as condições na Terra primitiva favoreciam a ocorrência de reações químicas que transformavam compostos inorgânicos em compostos orgânicos precursores da vida. Em 1953, Stanley L. Miller<sup>2</sup> e Harold C. Urey<sup>3</sup> da Universidade de Chicago realizaram uma experiência para testar a hipótese de Oparin e Haldane que ficou conhecida pelos nomes dos cientistas. Esta experiência tornou-se experiência clássica sobre a origem da vida. O relâmpago desempenha um papel muito importante na formação de moléculas orgânicas

complexas, blocos de construção estruturam mais complexas que formam a vida. Há uma evidência crescente de aumento taxa de relâmpagos com fluxo crescente de partículas carregadas. Existe uma conexão entre taxa de raios cósmicos e a origem da vida? Os raios cósmicos secundários também são conhecidos por danificar o DNA e causar mutações, levando ao câncer e outras doenças. Agora é possível calcular as doses de radiação de partículas, em particular múons e nêutrons.

As variações no fluxo de raios cósmicos afetaram a Evolução da vida na terra? Descrevemos os mecanismos dos raios cósmicos que afetam a vida terrestre e as implicações potenciais da variação da radiação astrofísica de alta energia na história da vida Terra.

O papel dos raios cósmicos em afetar a cobertura das nuvens e seu impacto sobre o clima tem sido um tema de intenso debate. De acordo com a hipótese, um aumento na intensidade de raios cósmicos aumentaria a taxa de ionização na atmosfera e resultaria em no aumento da taxa de formação de nuvens. Como a cobertura das nuvens aumentado, menos quantidade de radiação atingiria a superfície da Terra e resultaria no resfriamento global. O trabalho experimental está em andamento no CERN para testar esta hipótese.

As alterações na química atmosférica têm implicações significativas devido à presença da camada de ozônio na atmosfera superior. A camada de ozônio é conhecida por bloquear a radiação UVB prejudicial, que interage diretamente com o DNA, causando danos.

Uma descrição detalhada de todas as reações pode ser encontrada em outra parte. Uma vez que raios cósmicos primários de alta energia na atmosfera podem ter efeitos sobre o ozônio, e causar depleção (perda de elementos fundamentais) do ozono de UVB solar (290-315 nm), que é fortemente absorvido pelo DNA e moléculas de proteína. Este efeito é prejudicial, especialmente para organismos simples como fitoplâncton, comunidade de microrganismos vegetais que constituem a base alimentar da vida dos oceanos e mares sendo

responsáveis por metade da produção mundial de oxigênio. Podendo também afetar o crescimento da maior parte da vida vegetal e danificam a pele dos animais.

A origem da vida é um dos maiores desafios da ciência moderna. Em 1953, a experiência de Miller -Urey<sup>1</sup> demonstrou que aminoácidos simples poderiam ser produzidos induzindo descargas elétricas em uma mistura de gases que se acredita estar presente no próbióticos da Terra. Conforme discutido anteriormente, um aumento no fluxo de raios cósmicos pode aumentar a taxa de raios e, portanto, pode contribuir para a possível origem da vida. No entanto, os modelos sugerem que a Terra arqueana experimentou um fluxo de raios cósmicos reduzido por duas ordens de magnitude ou mais abaixo do valor presente.

No final dos anos 20, John Joly<sup>4</sup> sugeriu a possibilidade de que a radiação afetasse os organismos vivos e a evolução ao longo da vida. Ele também fez um trabalho pioneiro estudando as ligações entre fontes radioativas e taxas de câncer. Victor Hess e outros percebeu que partículas secundárias produzidas por interações de raios cósmicos podem induzir efeitos biológicos além da ionização atmosférica pela própria radiação primária. Com o conhecimento das fontes de produção de raios cósmicos cresceram, as ideias dos raios cósmicos de supernovas emergiram. Junto com supernovas, os efeitos de prótons de alta energia também foram estimados. Além das estimativas teóricas, o trabalho experimental foi especialmente para estudar os efeitos durante viagens espaciais.

Apresentamos premissas com a nossa compreensão dos mecanismos de produção de e alta energia cósmica e propriedades de suas fontes incluindo danos causados pelo UVB solar através do ozônio, múons secundários e descargas atmosféricas. A radiação pode ser calculada em doses de várias fontes astrofísicas e seus efeitos biológicos podem ser estimados. O maior desafio é traduzir este dano biológico para a biosfera em geral e estimar seus efeitos sobre a evolução da vida.

---

<sup>1</sup> A experiência de Miller e Urey foi um experimento científico concebida para testar a hipótese de Oparin e Haldane sobre a origem da vida ; <sup>2</sup> Stanley Lloyd Miller (1930 - 2007) foi um cientista norte americano ; <sup>3</sup> Harold Clayton Urey (1893 - 1981) foi um químico estadunidense ; <sup>4</sup> John Joly (1857 - 1933) foi um físico irlandês. Distinguiu-se pelos seus estudos no desenvolvimento da radioterapia no tratamento do cancro e por ter desenvolvido técnicas que permitem a datação geológica, baseada na radioatividade presente nos minerais.

## **Exercícios de sala.**

**Acesse:** [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=5&v=91801Y1lsCg](https://www.youtube.com/watch?time_continue=5&v=91801Y1lsCg)

**Assista o vídeo e responda:**

1. O que acontece uma vez que uma partícula de raios cósmicos de alta energia atinge a atmosfera?

---

---

---

---

---

2. Qual o mensageiro que traz dados físicos do espaço?

---

---

---

---

3. Quando foram descobertos os raios cósmicos, onde, e por quem?

---

---

---

4. Qual a importância do estudo dos raios cósmicos?

---

---

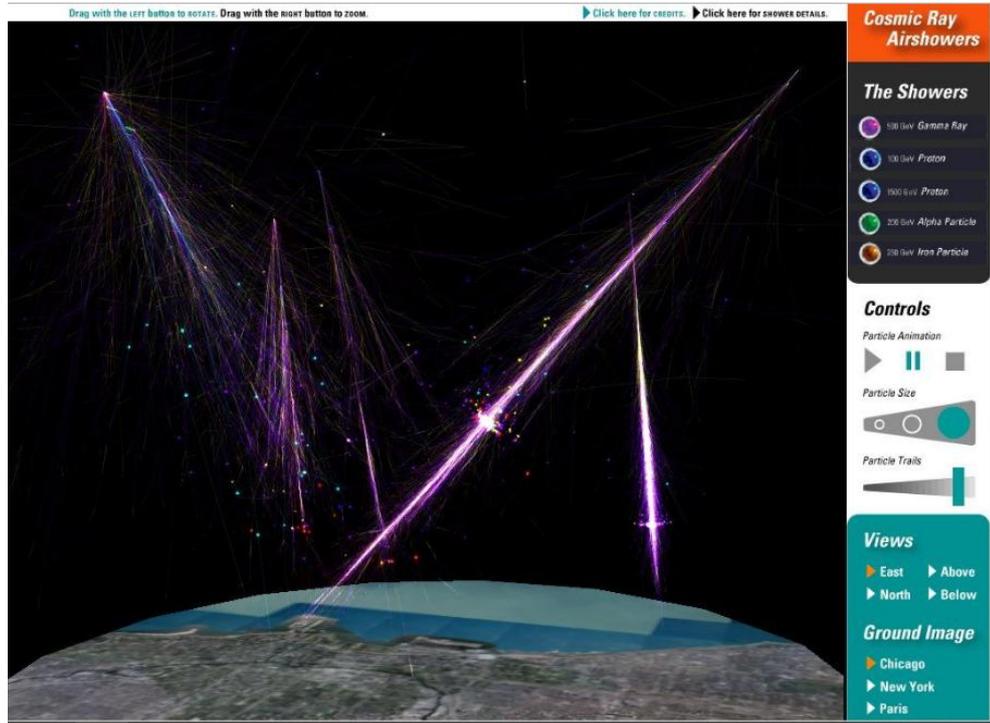
---

---

## Exercício para o lar.

5. **Acesse:** <http://astro.uchicago.edu/cosmus/projects/aires/>

Abra o link e utilize o simulador:



Fonte: Imagem do simulador

Descreva sua experiência.

---

---

---

---

---

---

---

6. Aproveite! O que achou?

<http://astro.uchicago.edu/cosmus/projects/aires/iron200gev.gif>

<http://astro.uchicago.edu/cosmus/projects/sloangalaxies/>

## Aula 10 – Raios C3smicos e a origem da vida.

“Hoje, ainda almejamos saber por que estamos aqui e de onde viemos. O desejo profundo da humanidade pelo conhecimento 3 uma justificativa suficiente para nossa busca cont3nua”. Stephen Hawking.

Estudamos a origem dos raios c3smicos e da origem da vida, mas isso em contextos totalmente distintos, por3m pretendemos unificar os conhecimentos e possibilitar uma nova teoria<sup>1</sup>. Essa ideia pode afetar a origem e o destino dos estudos nessa 3rea, segundo o que se conhece como modelo.

---

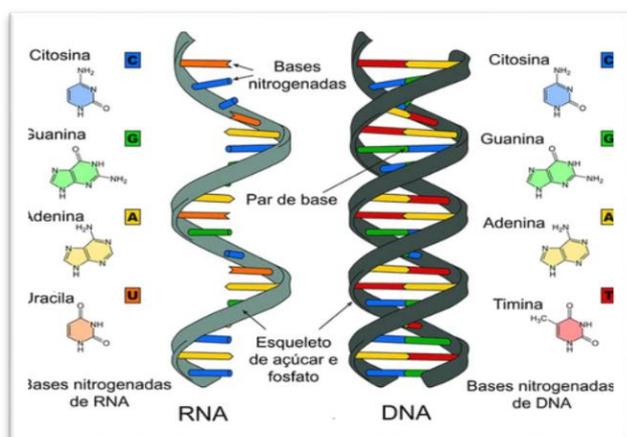
<http://www.fis.puc-rio.br/INCAIWorkshop/Apresentacaopdf/Ciencia%20Hoje%20materia.%20pdf.PDF>

<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/medicina/efeitos-biologicos-da-radiacao-ionizante/36124>

---

O efeito da radia33o ionizante natural na taxa de muta33o dos organismos j3 foi discutido na d3cada de 20 e concluíram que esta radia33o 3 um fator importante na medida em que ajuda a controlar a taxa em novas caracter3sticas herdadas originadas em animais e plantas. A ideia de que a evolu33o da vida 3 influenciada por fontes de irradia33o foi apresentado por Sagan<sup>2</sup> e Shklovskii<sup>3</sup>. Experimentos radio biol3gicos no espa3o foram analisados e revisados por estudarem a conex3o da atividade solar e visava compreender o efeito de radia33o ionizante de baixa dose em organismos vivos e suas muta33es no DNA (Figura 36).

Figura 36 - DNA



Fonte: [alunosonline.uol.com.br/biologia/acidos-nucleicos.html](http://alunosonline.uol.com.br/biologia/acidos-nucleicos.html)

A radia33o ionizante que 3 invis3vel, inaud3vel, inodora, pode at3 matar pessoas e hoje deve ser o grande problema da era moderna. E justamente por n3o termos como identificar sua a33o ficamos ref3ns das suas causas. Pois em uma radiografia ningu3m sente nada, por3m tem certeza dos maus que ela pode causar. (Emico Okumo, 1998, p. 41)

Nosso corpo contém cerca de 75 trilhões de células, que constituem a unidade básica da vida. O componente mais importante nesse contexto é o núcleo e aqui temos a chave de toda nossa teoria. Seria possível uma interação por raios cósmicos de altas energias na formação primordial? Se pensarmos em exposições intensas por um organismo acreditamos no desencadeamento de uma série de reações, que poderia ser a morte. Podemos ao invés desse fim trágico pensar no organismo que continuasse vivo, mas agora sem as características iniciais, um ser induzido a mutações e novas transformações.

Grande parte da radiação a que estamos submetidos devesse à exposição externa, da qual cerca da metade se deve à radiação cósmica e a outra metade, a radionuclídeos naturais.

A radiação cósmica primária provém do espaço interestelar o no topo da atmosfera é constituída de prótons, partículas alfa e elétrons. A cada 1000 metros acima do nível do mar os raios cósmicos têm uma ação sobre os núcleos atômicos essa radiação é chamada de radiação ionizante, porque eles têm a tendência para impactar moléculas com tal força que eles batem os elétrons para fora de seus átomos constituintes, criando íons destrutivos.

As mutações (Figura 37) são causadas quando fótons energéticos ou partículas interagem com molécula de DNA. Só a radiação ionizante é capaz de causar tais danos, portanto, a maioria dos raios solares não é destrutivo. Agora analise um pedaço de biomaterial deixado desprotegido por tempo suficiente no ambiente cósmico, este tende a se transformar em queijo suíço. Este é um dos maiores desafios para a colonização do espaço humano, e todos os projetos de colônias espaciais apresentam proteção maciça para repelir os raios cósmicos.

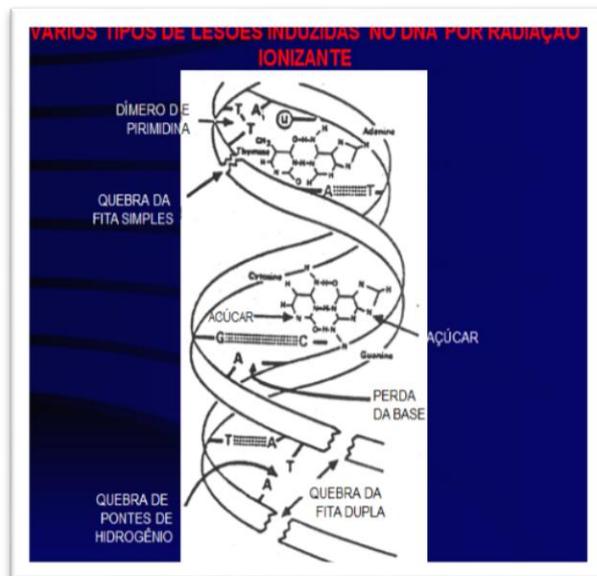


Figura 37 – Tipos de lesões no DNA; <https://www.ipen.br/.../200906041004420-Efeito%20da%20radiação%20ionizante%20...>

E se pudéssemos expandir esses conhecimentos para antes da formação de nossa atmosfera, teríamos então um terreno fértil para novas mutações e várias transformações

nucleares como previsto por Oparin<sup>4</sup>. Se isso ocorreu aqui, não poderia ocorrer em outra parte do espaço?

Apresentamos um breve relato de eventos periódicos e não periódicos fontes de variações de raios cósmicos em longas escalas de tempo e seus efeitos na vida terrestre. Assinaturas de variabilidade de raios cósmicos têm uma semivida desprezível em comparação com os prazos considerados aqui. Isto não nos deixa outra alternativa senão fazer suposições razoáveis sobre diferentes fontes de raios cósmicos e estimar seus efeitos terrestres. Os efeitos terrestres incluem danos causados pelo UVB solar através do ozônio, múons secundários e descargas atmosféricas.

As radiações podem ser calculadas de várias fontes astrofísicas e seus efeitos biológicos podem ser estimados. Experiências melhores, especialmente com GeV em múons são necessários para obter insights sobre o seu mecanismo de danos em uma variedade de amostras. Os efeitos da radiação em diferentes organismos vivos são muito diferentes, dependendo da complexidade e precisam ser exploradas de várias maneiras, o maior desafio é traduzir este dano biológico para a biosfera em geral e na estimativa de seus efeitos sobre a evolução da vida.

As células têm mecanismos de reparação natural e os danos biológicos resultantes não podem ser completamente caracterizada por equações físicas simples. Como os organismos são muito complexos e heterogêneos, danos de radiação em determinados locais têm maior impacto em comparação com outros. E se essa proteção não existisse como acontece em outras partes do Universo conhecido. o que teríamos? Assim termina nossa viagem estamos sozinhos no Universo? Como surgiu a vida na Terra?

---

<sup>1</sup> indica, na linguagem comum, uma ideia nascida com base em alguma hipótese, conjectura, especulação ou suposição, mesmo abstrata, sobre a realidade. Também designa o conhecimento descritivo puramente racional ou a forma de pensar e entender algum fenômeno a partir da observação; <sup>2</sup> Carl Edward Sagan (1934 - 1996) foi um cientista, astrônomo, astrofísico, cosmólogos, escritor e divulgador científico norte-americano; <sup>3</sup> Iosif Samuilovich Shklovsky (1916 - 1985) foi um astrônomo e astrofísico russo; <sup>4</sup> Aleksander I. Oparin (1894-1980) cientista russo.





## REFERÊNCIAS.

CORRÊIA, R. W. Implementação de uma sequência de ensino e aprendizagem sobre tópicos de astrofísica de partículas para o ensino médio. 2015. 162 f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2015.

Escola de Física CERN 2014.

Disponível:<[http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v22\\_v6\\_pinheiro\\_costa\\_moreira.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v22_v6_pinheiro_costa_moreira.pdf)>

Acesso em 12 de Nov 2017.

OLIVEIRA, M. PIETROCOLA P. CONCEITOS E CONTEXTOS, SÃO PAULO, BRASIL, 2018, EDITORA DO BRASIL

PINHEIRO, L.A. Do átomo grego ao Modelo Padrão: os indivisíveis de hoje. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2011.107 f.

Disponível:<[https://drive.google.com/open?id=1UCKOyNcVpTXBc9foZ40uM\\_mbMPI3xJ3E](https://drive.google.com/open?id=1UCKOyNcVpTXBc9foZ40uM_mbMPI3xJ3E)> Acesso em 02 de Dez 2018.

SOUZA; M. S. Abordando os raios cósmicos no ensino médio: uma proposta de sequência de ensino. 2017. 92 f. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Federal da Grande Dourados).

Disponível:<[http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao\\_Marilaine.pdf](http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_Marilaine.pdf)>.Acesso em 20 Set 2018.

PARRA. F.A. Raios Cósmicos e a origem da vida.

Disponível:< <https://raioscosmosorigemdavida.com.br>> Acesso em 01Ago 2018.

## ARTIGOS

ATRI. D. Cosmic rays and terrestrial life: A brief review.  
[www.journals.elsevier.com/astroparticle-physics](http://www.journals.elsevier.com/astroparticle-physics); Acesso em: 20 Jun 2016.

DAMINELI. A. Origens da Vida;  
[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142007000100022](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100022)  
Acesso em: 12 Nov 2017.

FERRARI. F. Cosmic Rays: A Review for Astrobiologists  
[ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19519216](http://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19519216); Acesso em 06 Ago 2017.