



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

## APRENDIZAGEM DA HISTÓRIA DA FÍSICA ATRAVÉS DE GAMES: A IMPORTÂNCIA DOS APLICATIVOS MÓVEIS

Aurelino Rodrigues de Brito

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Mestrado Nacional Profissional em  
Ensino de Física, polo 66 – UESPI/PI, Piripiri-PI,  
como parte dos requisitos necessários à  
obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:  
Professora Dra. Edina Maria de Sousa Luz  
Coorientador:  
Professor Dr. Antonio de Macedo Filho

Piripiri - PI  
Março/2025

**APRENDIZAGEM DA HISTÓRIA DA FÍSICA ATRAVÉS DE GAMES: A  
IMPORTÂNCIA DOS APLICATIVOS MÓVEIS**

Aurelino Rodrigues de Brito

Orientadora: Professora Dra. Edina Maria de Sousa Luz  
Coorientador: Professor Dr. Antonio de Macedo Filho

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 66 – UESPI/PI Piripiri-PI, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

---

Dra. Edina Maria de Sousa Luz – UESPI/MNPEF  
Orientadora e presidente da banca

---

Dr. Manoel Jesus Memória Campelo – UESPI  
Membro titular externo

---

Dra. Janete Batista de Brito – UESPI/MNPEF  
Membro titular interno

---

Dr. Alexandre das Chagas de Sousa Nascimento –  
IFPI-Parnaíba.  
Membro suplente externo

---

Dr. Agmael Mendonça Silva – UESPI/MNPEF  
Membro suplente interno

Piripiri - PI  
Março/2025

B862a Brito, Aurelino Rodriguesde.

Aprendizagem da história da física através de games: a importância dos aplicativos móveis / Aurelino Rodriguesde Brito.  
- 2025.  
158f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Piripiri - PI, 2025.

"Orientador: Profa. Dra. Edina Maria de Sousa Luz".  
"Coorientador: Prof. Dr. Antonio de Macedo Filho".

1. Ensino de Física. 2. Aplicativo Móvel. 3. Físicos - Biografia. I. Luz, Edina Maria de Sousa . II. Macedo Filho, Antonio de . III. Título.

CDD 530.07

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todo o curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Piauí, polo 66, cidade de Piripiri-PI, corpo docente e discente, a quem fico lisonjeado por dele ter feito parte.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por me iluminar durante esta árdua jornada acadêmica e por estar ao meu lado em todos os dias de minha vida.

A minha esposa Maria Camila Fontinele da Silva, pelo apoio, incentivo e compreensão de minhas ausências em determinados momentos, te amo. A meus irmãos, meus pais e amigos que me apoiaram mesmo nos momentos mais difíceis.

A meus orientadores Edina Maria de Sousa Luz e Antonio de Macedo Filho, pela dedicação profissional, paciência e compreensão.

A UESPI e aos professores que ministraram as disciplinas do curso, por dedicarem seu tempo e esforços para a formação de bons educadores, cobrando quando necessário e, sendo compreensivos quando preciso.

Aos meus amigos do curso por todos os momentos em que passamos juntos, alegres, tristes, apreensivos e risonhos. Espero que continuemos nossa relação de amizade mesmo após o fim curso.

Agradeço também a CAPES, pois o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

## RESUMO

A utilização de aplicativos móveis no Ensino de Física pode auxiliar na compreensão de conceitos básicos e no desenvolvimento de habilidades e capacidades para a resolução de problemas de forma significativa. Pretende-se, com esse trabalho, criar um *game* que trate das biografias dos físicos presentes nos conteúdos do Ensino Médio, bem como suas descobertas nas áreas de Mecânica, Termologia, Óptica, Ondulatória, Eletricidade, Eletromagnetismo e Física Moderna. Para a realização do estudo, têm-se a seguinte situação-problema: Quais as contribuições que um aplicativo móvel pode proporcionar para que o aluno conheça os cientistas da Física e suas contribuições para essa área científica? Como os *games* servem para estimular, por meio de elementos lúdicos, o desenvolvimento cognitivo e o protagonismo discente acredita-se na relevância da pesquisa para os profissionais envolvidos na área educacional. Os alunos da modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) tiveram a oportunidade de conhecer a história de vida e contribuições dos Físicos presentes nos conteúdos do Ensino Médio utilizando um aplicativo móvel para smartphones Android. A experiência obtida a partir dessa estratégia de ensino, contribuiu para um maior interesse e uma aprendizagem significativa da história da Física por parte dos discentes.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Games. Aplicativos móveis. Biografia dos Físicos.

## ABSTRACT

The use of mobile applications in teaching Physics can help in understanding basic concepts and developing skills and abilities to solve problems in a meaningful way. The aim of this work is to create a game that deals with the biographies of physicists present in high school content, as well as their discoveries in the areas of Mechanics, Thermology, Optics, Waves, Electricity, Electromagnetism and Modern Physics. To carry out the study, we have the following problem situation: What contributions can a mobile application make to the student get to know Physics scientists and their contributions to this scientific area? How do games serve to stimulate, through playful elements, cognitive development and student protagonism we believe in the relevance of research for professionals involved in the educational area. Students in the Youth and Adult Education (EJA) modality had the opportunity to learn about the life stories and contributions of the Physicists present in the High School content using a mobile application for Android smartphones. The experience gained from this teaching strategy contributed to greater interest and significant learning of the history of Physics on the part of the students.

**Keywords:** Physics Teaching. Games. Mobile apps. Biography of Physicists.

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 -</b> Pré-Teste .....	66
<b>Gráfico 2 -</b> Pré-Teste .....	67
<b>Gráfico 3 –</b> Pré-Teste .....	67
<b>Gráfico 4 –</b> Pós-Teste .....	68
<b>Gráfico 5 –</b> Pós-Teste .....	68
<b>Gráfico 6 –</b> Pós-Teste .....	69
<b>Gráfico 7 –</b> Dados consolidados Pré-Teste .....	70
<b>Gráfico 8 –</b> Dados consolidados Pós-Teste .....	71

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Cronograma de aplicação do produto educacional.....	59
<b>Tabela 2</b> - Pré-Teste .....	66
<b>Tabela 3</b> - Pós-Teste .....	68

## LISTA ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b> - As temperaturas de alguns objetos na escala Kelvin .....	37
<b>FIGURA 2</b> - Equilíbrio Térmico.....	38
<b>FIGURA 3</b> - Um termômetro de gás a volume constante .....	40
<b>FIGURA 4</b> - Comparação entre as escalas Kelvin, Celsius e Fahrenheit .....	41
<b>FIGURA 5</b> - Avião Concorde, dilatação térmica .....	42
<b>FIGURA 6</b> - Lâmina bimetálica, dilatação térmica.....	42
<b>FIGURA 7</b> - Trocas de calor.....	45
<b>FIGURA 8</b> - Condução do calor .....	48
<b>FIGURA 9</b> - Aplicativo Biografia da Física.....	53
<b>FIGURA 10</b> - Aplicativo Biografia da Física .....	53
<b>FIGURA 11</b> - Aplicativo Biografia da Física .....	54
<b>FIGURA 12</b> - Aplicativo Biografia da Física .....	54
<b>FIGURA 13</b> - Aplicativo Biografia da Física .....	55
<b>FIGURA 14</b> - Aplicativo Biografia da Física .....	55
<b>FIGURA 15</b> - Aplicativo Biografia da Física .....	55
<b>FIGURA 16</b> - Aplicativo Biografia da Física .....	55
<b>FIGURA 17</b> - Aplicativo Biografia da Física .....	56
<b>FIGURA 18</b> - Aplicativo Biografia da Física .....	56
<b>FIGURA 19</b> - Aplicativo Biografia da Física .....	56
<b>FIGURA 20</b> - Aplicação do pré-teste.....	60
<b>FIGURA 21</b> - Aplicação do pré-teste.....	60
<b>FIGURA 22</b> - Aula apresentação das biografias .....	62
<b>FIGURA 23</b> - Aplicação da gincana .....	63
<b>FIGURA 24</b> - Aplicação da gincana .....	63
<b>FIGURA 25</b> - Aplicação da gincana .....	64
<b>FIGURA 26</b> - Aplicação da gincana .....	64
<b>FIGURA 27</b> - Aplicação do pós-teste .....	64

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 Situação-problema.....	12
1.2 Justificativa e Relevância .....	12
1.3 Objetivos .....	13
1.3.1 Objetivo Geral .....	13
1.3.2 Objetivos Específicos .....	13
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>14</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Aprendizagem através da Gamificação .....</b>	<b>16</b>
3.1.1 Jogos aplicados na Educação .....	16
3.1.2 Tecnologias digitais .....	19
3.1.3 A mobilidade e os aplicativos móveis .....	20
3.1.4 Aprendizagem com os aplicativos móveis.....	22
<b>3.3 Importância do Aprendizado das Biografias dos grandes Físicos .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4 Teórico Educacional – David Alsubel .....</b>	<b>32</b>
3.4.1 A Teoria de Alsubel .....	32
3.4.2 A Aprendizagem Significativa em sala de Aula .....	35
<b>3.5 Conteúdo de Física estudado durante a aplicação do Produto Educacional: Termologia .....</b>	<b>36</b>
3.5.1 Temperatura.....	36
3.5.2 A Lei Zero da Termodinâmica .....	37
3.5.3 Medida da Temperatura .....	39
3.5.4 O Ponto Triplo da Água .....	39
3.5.5 As Escalas Celsius e Fahrenheit.....	40
3.5.6 Dilatação Térmica .....	41
3.5.7 Temperatura e Calor .....	44
3.5.8 A Absorção de Calor por sólidos e líquidos: Capacidade Térmica .....	46
3.5.9 Calor Específico .....	46
3.5.10 Calor de Transformação.....	47
3.5.11 Mecanismos de Transferência de Calor .....	48
<b>4 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>52</b>
<b>5 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>58</b>
<b>6 RESULTADOS.....</b>	<b>66</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>83</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Estamos vivenciando uma realidade na qual a nova geração é considerada como nativos digitais, a chamada geração Z<sup>1</sup>, devido ao ambiente tecnológico que os rodeia. Os jogos em rede, os aplicativos e o acesso à *internet* encontram-se presentes na rotina diária desse público. Dessa forma, esse novo contexto tem impulsionado a utilização de aplicativos com fins educacionais (Estevam *et. al.*, 2021).

Como elaborar uma ferramenta educacional aliando tecnologias digitais e recursos lúdicos para tornar o ensino da disciplina Física mais interessante e promover a aprendizagem significativa dos conceitos e teorias dessa ciência levando os alunos do Ensino Médio a superar as dificuldades de aprendizagem?

As ferramentas lúdicas voltadas para à didática educacional podem auxiliar os professores no processo da construção de conhecimentos relacionados às mais diversas áreas de ensino, desde que estejam integradas às metodologias fundamentadas no “processo de socialização, criatividade, planejamento estratégico e desenvolvimento cognitivo dos alunos, permitindo que o processo de construção do conhecimento seja desenvolvido de forma descontraída” (Estevam *et. al.*, 2021, p. 23). Neste cenário, o emprego de instrumentos lúdicos no Ensino de Física, como por exemplo, os jogos, acabam suscitando nos alunos a procura em superar as suas limitações em relação aos conhecimentos, proporcionando-lhes satisfação à medida em que essas vão sendo transpostas, tornando a aprendizagem mais dinâmica e divertida.

Percebe-se que o uso de aplicativos móveis pode ser uma atividade que possibilita um grande entusiasmo enquanto exige a compreensão do conteúdo. Então, acredita-se que o pensamento lógico e a inteligência são estimulados, assim como também contribuem para o desenvolvimento cognitivo, físico e social dos estudantes (Liao *et. al.*, 2019). O ensino realizado por meio da ludicidade, em associação aos conhecimentos científicos, viabiliza um processo de aprendizagem prazeroso e eficiente. Todavia, muitos professores apontam para a falta de recursos didáticos digitais de qualidade e a falta de capacitação docente, referenciando o fato de não possuírem, em sua formação inicial, didáticas relativas ao uso das tecnologias

---

<sup>1</sup> A Geração Z é um grupo de pessoas nascidas entre 1995 e 2010, que são conhecidas como “nativos digitais”. São caracterizados por serem fluentes em tecnologias digitais e por serem engajados em causas sociais, ambientais e políticas.

modernas (Bordin *et al.*, 2022). Ainda segundo o autor, a Física é uma disciplina abrangente e, desse modo seus conteúdos podem ser trabalhados de modo multidisciplinar, ou seja, podem ser associados à Química, à Biologia e outras áreas, o que se transforma em uma ferramenta essencial para a solidificação e compreensão dos fenômenos físicos.

Para a realização da presente produção, fez-se necessário realizar um estudo da literatura sobre novas práticas metodológicas educacionais, que apresentam-se como alternativas para melhorar a qualidade do ensino e alcançar uma aprendizagem significativa, como nos propõe David Ausubel. A pesquisa destacou as contribuições da ludicidade e das Tecnologias da Informação e Comunicação - TICs para o processo ensino-aprendizagem.

Uma possibilidade para conhecer a história de vida e contribuição de físicos no Ensino Médio seria a criação e uso de aplicativos móveis que tragam os Físicos presentes nos conteúdos de Mecânica, Termologia, Óptica, Ondulatória, Eletricidade, Eletromagnetismo e Física Moderna. À vista disto, o estudo pretende propiciar ao aluno um ambiente virtual no qual seja possível compreender as contribuições de cada cientista, promovendo uma formação atualizada e plena com o propósito de despertar o interesse e o envolvimento dos estudantes por cada assunto.

Neste contexto, criou-se um aplicativo (*game*) que trata das biografias de físicos presentes nos conteúdos do Ensino Médio, bem como suas descobertas nas áreas citadas anteriormente.

## 1.1 Situação-problema

Para a realização do estudo, procura-se investigar a seguinte questão de pesquisa: Quais as contribuições que um aplicativo móvel pode proporcionar para que o aluno conheça os cientistas da Física e suas contribuições para essa área científica?

## 1.2 Justificativa e Relevância

O surgimento das novas tecnologias de informação e comunicação para o ensino impulsionou a formação de espaços de ensino e aprendizagem mais eficientes, o que aumenta as chances de uma aprendizagem mais eficaz e prazerosa para os alunos.

Por conseguinte, observa-se que essas tecnologias podem se transformar em ferramentas importantes que se encontram à disposição do professor com o intuito de levar o aluno a participar de forma ativa nas aulas, buscando a solução para os problemas que lhe são apresentados.

Neste cenário, incluem-se os *games* que são uma ferramenta importante para que o aluno possa aprender questões envolvendo a Física de forma interessante e divertida, minimizando assim, o desinteresse em relação à essa disciplina.

Como os *games* servem para estimular, por meio de elementos lúdicos, o desenvolvimento cognitivo e o protagonismo discente, percebe-se a relevância da pesquisa para os profissionais envolvidos na área educacional.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Desenvolver um aplicativo móvel para alunos do Ensino Médio, objetivando motivar e dinamizar as aulas de Física, por meio de um aplicativo envolvendo a biografia dos físicos presentes nos conteúdos do Ensino Médio.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Demonstrar as contribuições do game criado para despertar o interesse e participação dos alunos promovendo uma aprendizagem significativa.
- Identificar as dificuldades encontradas pelos alunos na aprendizagem da história da Física;
- Aplicar um *game* para o Ensino de Física constando os físicos presentes nos conteúdos do Ensino Médio: Mecância, Termologia, Óptica, Ondulatória, Eletricidade, Magnetismo e Física Moderna.

## 2 METODOLOGIA

O estudo apresenta uma análise sobre a aprendizagem dos alunos com a utilização de aplicativo móvel que oferece as biografias dos físicos que se destacaram na área da Física através de suas descobertas. Entre eles, têm-se: Arquimedes, Galileu Galilei, Newton, Joule, Kepler, Pascal, Stevin, Bohr, Einstein, Planck, Schrödinger, Coulomb, Faraday, Volta, Ampère, Watt, Ohm, Tesla, o casal Curie, Lenz, Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Fourier, Clapeyron, Hertz e Doppler, dentre outros. Também serão comentadas acerca de suas principais contribuições para a ciência.

A aplicação do produto educacional foi desenvolvida da seguinte forma:

- ✓ O estudo realizou a aplicação de 04 questionários, contendo perguntas a respeito das contribuições dos físicos, antes dos alunos terem acesso ao aplicativo (*game*) para verificar o nível de conhecimento prévio deles.
- ✓ O aplicativo foi repassado para os alunos que deveriam estudar as biografias para responder questões envolvendo o assunto.
- ✓ Foi realizada uma gincana, dividindo-se a turma em dois grupos a fim de criar uma competição entre os mesmos, os quais deveriam acertar as respostas constantes nesse *game*.
- ✓ Foram aplicados os mesmos 04 questionários que eles responderam no início das aulas, a fim de verificar o quanto eles realmente aprenderam a respeitos dos conteúdos trabalhados.

A dissertação tomou como base a utilização deste aplicativo com o intuito de que os alunos possam aprender um pouco mais sobre a biografia de físicos e suas contribuições nas áreas da Mecânica, Eletricidade, Magnetismo, Eletromagnetismo, Termologia, Óptica, Ondulatória e Física Moderna.

Assim sendo, o presente estudo foi realizado através de uma abordagem qualitativa, de cunho bibliográfico e investigativo. Para o embasamento teórico, as informações foram coletadas por meio de leituras de obras acerca desta área científica necessárias à resposta ao problema proposto.

Os critérios de inclusão utilizados para composição da pesquisa foram as biografias e contribuições encontradas e disponibilizadas na *internet* sobre ensino de Física, games aplicados na educação, aplicativos móveis, biografia dos físicos e livros didáticos do Ensino Médio. Os critérios de exclusão foram: dissertações, teses,

capítulos de teses, livros, capítulos de livros, anais de congressos ou conferências, relatórios técnicos e científicos, documentos ministeriais, resumos e artigos que não contemplem o tema solicitado e aqueles que não se encontrem disponibilizados integralmente.

Os dados obtidos foram agrupados e organizados de forma sintetizada com o objetivo de melhorar a compreensão acerca das questões abordadas. As etapas do desenvolvimento da pesquisa foram: 1. Escolha do tema, 2. Elaboração do plano de trabalho, 3. Reconhecimento do conteúdo referente ao tema pesquisado, 4. Localização do material bibliográfico, 5. Anotações dos dados referenciais em fichas, 6. Análise dos dados coletados, 7. Interpretação dos dados coletados e 8. Redação (Eco, 2020).

O aplicativo (*game*) foi construído por um profissional de tecnologia da informação, o aplicativo se chama: “Biografia da Física” e foi gasto um valor de R\$ 700,00 (setecentos reais) para sua aquisição. Foram utilizados recursos próprios do autor para custear a criação e aplicação deste produto educacional.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 Aprendizagem através da Gamificação

Com o advento da *internet* as informações fluem de forma extremamente rápida permitindo que vários conteúdos digitais possam ser compartilhados. Tal fato permite que instrumentos de aprendizagem possam ser utilizados vislumbrando o favorecimento do ensino aprendizagem.

Segundo Carvalho (2016) gamificação é o uso de metodologias e recursos de jogos que são usados para engajar pessoas, resolução de problemas e promover uma maior facilidade de aprender alguma coisa, portanto gamificação é usar as mecânicas de jogos para estimular uma pessoa a alcançar um objetivo.

A escritora Alves (2015) diz que aplicação da gamificação na educação pode “produzir experiências que sejam engajadoras e que mantenham os jogadores focados em sua essência para aprenderem algo que impacte positivamente a sua performance.”.

São diversas teorias utilizadas para compreender os fatores que determinam a aceitação e o uso da tecnologia, as pesquisas voltadas à adoção de TI e a avaliação dos seus impactos se fazem importantes no campo de sistemas da informação (SI) em se tratando das organizações ou da sociedade (Silva, Dias e Sena Junior, 2008).

Ainda segundo os autores a utilização de ferramentas tecnológicas não é única maneira de inserir a gamificação no ambiente educacional, já que se pode gamificar o processo de ensino aprendizagem sem a utilização de *Internet*, *smartphones*, aplicativos, computadores e outras ferramentas tecnológicas semelhantes.

Diversas teorias são utilizadas para compreender os fatores que determinam a aceitação e o uso da tecnologia, as pesquisas voltadas à adoção de TI e a avaliação dos seus impactos se fazem importantes no campo de sistemas da informação (SI) em se tratando das organizações ou da sociedade.

#### 3.1.1 Jogos aplicados na Educação

Em geral, as pessoas têm prazer em jogar – o entretenimento é recorrente na vida cotidiana. A história da humanidade comprova que existiam jogos em praticamente todas as sociedades (Dörner, Göbel, Effelsberg, & Wiemeyer, 2016).

Desde os primórdios da escola como instituição de ensino, no Ocidente, os jogos são utilizados; entretanto, nos diferentes períodos pelos quais a humanidade passou os jogos tiveram diferentes funções sociais, por exemplo, durante o período clássico (greco-romano), os jogos eram vistos unicamente como atividades de relaxamento; enquanto na Idade Média eram tidos como algo não sério.

Essa razão de ser do jogo começou a mudar durante o Renascimento, quando o jogo passou a ser utilizado como divulgador de princípios básicos e essenciais como a ética, a moral, conteúdos de História e Geografia. Ainda durante o Renascimento, os jogos eram vistos como atividades lúdicas que favoreciam o desenvolvimento da inteligência e facilitava os estudos (Kishimoto, 2011).

Dessa forma fica claro que desde a instituição da escola, os jogos fazem parte do seu contexto, sendo verdadeiramente utilizada como mecanismo de ensino-aprendizagem a partir na Idade Moderna, mais especificamente quando a criança passa a ser tratada como criança (Pessoti, 2018).

Atualmente cada vez mais o ensino tradicional vem perdendo forças no Brasil e dando espaço a tendências pedagógicas que se propõem à transmissão do conhecimento por meios alternativos, sem excluir por completo a transmissão de ensino por meios tradicionais aos apresentados até então.

Diante dessa realidade faz-se necessário a elaboração de propostas educacionais que utilizem ferramentas lúdicas, para despertar o interesse dos discentes. Considerando que estes têm seu cotidiano permeado por mídias e tecnologias digitais e a ludicidade no ensino não pode dissociar-se destas TICs.

A preocupação central compartilhada por teóricos educacionais e educadores é: como utilizar estes recursos *lúdicos* para obter uma melhoria na qualidade do ensino promovendo uma maior participação dos discentes no processo ensino-aprendizagem para que estes tornem-se protagonistas e construtores do seu próprio saber? Esta produção acadêmica buscou possibilitar esta proposta especificamente no campo do ensino da disciplina Física para alunos do Ensino Médio.

A questão do *lúdico*, muito aludida no âmbito da educação (sobretudo na Educação Infantil), está relacionada ao *brincar*. Nesse contexto podem ser mencionados tópicos como jogos, brinquedos e diversão. Há, nas brincadeiras e no jogo, também, uma função educativa: proporcionam-se, ao indivíduo que joga, aprendizagens e desenvolvimento de saberes, conhecimentos e compreensão do mundo (Santos, 2010). Assim, o jogo é considerado também por sua face como

aporador da aprendizagem, une-se entretenimento, prazer pelo recrear-se e desenvolvimento cognitivo.

Um dos principais motivos para a propagação desses meios alternativos de ensino (lúdico), é a desmotivação real do estudante brasileiro perante o ensino fundamental II e médio (Boruchovitch; Bzuneck, 2004). Uma das principais formas de transmissão do conhecimento de modo a tentar driblar o desinteresse discente se dá por meio da prática de jogos e brincadeiras nos ambientes escolares; essas práticas podem e devem ser seguidas desde a primeira infância até a conclusão do ensino médio, podendo ser usados jogos virtuais, de tabuleiros, brincadeiras como cirandas de rodas, piques em geral e outros.

Como uma possível solução a essa desmotivação, os autores recomendam que os professores utilizem ferramentas de ensino que driblem esse estado de espírito, ferramentas essas como o uso de jogos e simulações, principalmente aquelas que atiçam a curiosidade e a criatividade dos estudantes por meio da fantasia e faz-de-conta (Boruchovitch; Bzuneck, 2004).

Partindo para uma análise específica dos tipos de jogos, Anita Grando expõe os aspectos pedagógicos que tornam os jogos ferramentas pedagógicas válidas, destacando, por exemplo, a apropriação que nós podemos, como educadores, efetuar das regras de um jogo num contexto escolar.

São as regras que nos orientam, organizam nossos passos, delimitam ações, estipulam o que pode e o que não pode ser feito, colocam limites para o certo e o não certo, nos orientam para alcançarmos as metas e que todos os participantes se encaminhem na mesma direção. As regras levariam a proposta pedagógica, onde os indivíduos encontrariam as indicações de como poderiam efetuar suas ações (Grando, 2008, p.2)

Para Salami (2018) a gamificação “está ajudando educadores a obter êxito nos ambientes escolares, mas também está ajudando empresas a atingirem suas metas com mais rapidez e satisfação.”.

Diante desta perspectiva, a utilização de aplicativos móveis no ensino de Física contribui para uma aprendizagem significativa, visto que o professor pode construir, junto com seus alunos, novos modos de ensinar e de aprender. Neste contexto, a escola deixa de lado a ideia de simples transmissora de conteúdos e passa a ser um local no qual o cerne de tudo é o aprendizado (Ferreira *et al.*, 2021).

Percebe-se que a experimentação em aula propicia à interação, observação dos alunos dos conceitos teóricos explicados em sala e entendimento dos objetivos

de alguns assuntos estudados e de suas finalidades”, auxiliando na compreensão de conceitos básicos e no desenvolvimento de habilidades e capacidades para a resolução de problemas (Oliveira; Rossi, 2019).

O ensino de Física, por várias vezes é fornecido por meio de situações descontextualizadas que acarretam desinteresse e dificuldades dos alunos relacionados com a aplicação do conhecimento físico para descrever, ler e interpretar a realidade.

No entanto, observa-se que “há uma crítica crescente ao ensino muito focado na aprendizagem mecânica, na preparação para as provas”, sendo esse o motivo pelo qual são apresentadas alternativas para que a aprendizagem em Física seja significativa (Bordin, *et al.* 2022).

A maioria das aulas de Física encontram-se baseadas em resolução de lista de exercícios, leitura e livro didático, bem longe de aplicar novas práticas que relacionem o conteúdo trabalhado com o dia-a-dia dos alunos. Neste universo, inserem-se os aplicativos móveis como sendo uma inovação no ensino de Física (Sena; Fernandes, 2018).

Desta maneira, ressalta-se que os aplicativos móveis podem ser considerados programas educativos projetados com a colaboração de profissionais de diversas áreas e voltados para a contextualização do processo de ensino aprendizagem.

Em contrapartida, verifica-se a necessidade de que os docentes estejam preparados para desenvolver metodologias de ensino com diversos recursos digitais (Sena e Fernandes, 2018).

Segundo França *et. al.* (2016) uma questão importante, do ponto de vista gerencial, é a contribuição positiva que este estudo traz para as instituições de ensino de modo geral, ao oferecer resultados sobre o favorecimento da aceitação de aplicativos móveis pelos discentes.

### **3.1.2 Tecnologias digitais**

O impacto das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na educação é, na verdade, um aspecto particular de um fenômeno muito mais amplo, relacionado com o papel dessas tecnologias na sociedade atual (Coll; Monereo, 2010).

É impossível negar a presença cada vez mais marcante das tecnologias no ambiente educativo, no entanto, “na maioria das vezes o aluno é protagonista deste uso, que em grande parte a utiliza como forma de diversão e dispersão na escola”

(Silva; Leite; Leite, 2016, p. 1) e o professor “atuando” como coadjuvante, sem se apropriar das possibilidades existentes.

A inserção de tecnologias na educação deve ser realizada de forma atrativa para os alunos, uma vez que pode incentivá-los a estudar e aumentar o interesse sobre assuntos da disciplina. A utilização de estratégias com uso das TIC no processo de ensino e aprendizagem provoca, além de um avanço tecnológico e mais dinâmico no ambiente escolar desperta reflexões relativas à forma de se ensinar e aprender (Leite, 2017).

A escolha das ferramentas tecnológicas tem que ser feita de modo cuidadoso, pois, se escolhidas de maneira aleatória, não atingirão o aluno de maneira efetiva. Dessa forma, tornar-se-á somente mais uma ferramenta, sem que haja uma promoção da melhoria da aprendizagem do aluno e, ainda, perde-se tempo com um recurso que não trabalha as habilidades e competências necessárias para determinado conteúdo (Oliveira, 2017).

De acordo com Ferrarini, Saheb e Torres (2019) quanto ao termo tecnologias digitais se pode dizer que:

[...] todas as tecnologias que suportam a linguagem binária, sobretudo o uso da internet, em sua versão denominada *web 2.01*, que possibilita a comunicação, a disseminação, o compartilhamento e mesmo a produção de informação entre pessoas do mundo todo, em qualquer tempo e local (Ferrarini, Saheb; Torres, 2019, p. 7).

As tecnologias digitais vieram para revolucionar a comunicação, o compartilhamento de dados, o entretenimento e, sobretudo, o aprendizado. Segundo Timbane, Axt e Alves (2015, p.768), “os alunos passam a maior parte do tempo da sua vida rodeados de artefatos e ferramentas da era digital” e, por isso, há a necessidade de inserção das tecnologias digitais no cotidiano escolar (Santana, Cabral; Da Nóbrega, 2019).

### **3.1.3 A mobilidade e os aplicativos móveis**

A partir do século XX iniciou-se a era da informação, conhecida como era digital, com o rápido avanço dessa tecnologia, atualmente as pessoas procuram ficar cada vez mais informadas.

A evolução tecnológica que pode ser observada através de diferentes perspectivas. Uma delas se refere ao crescimento dos serviços relacionados ao uso de dispositivos móveis.

Os dispositivos móveis iniciaram com os famosos PDAs (Personal digital assistants), atualmente diversos recursos estão presentes no que chamamos de m-learning: tablets, smartphones, medias players, games consoles, laptops, netbooks, ultrabooks e dispositivos híbridos.

Com os dispositivos móveis podemos elencar algumas atividades possíveis em sala de aula, como: investigar, discutir, gravar dados, explorar, construir fazendo e/ou modelando, compartilhar, testar, adaptar e refletir (Leite, 2017).

A utilização de aplicativos para dispositivos móveis implica em uma série de demandas, entre elas, é preciso que o acesso à internet tenha uma melhor infraestrutura; ampliação dos tradicionais espaços dedicados à formação, alargando significativamente o conceito de “sala de aula” (Nichele; Schlemmer, 2013) além de melhorias na formação didática e técnico-pedagógica do docente. Além das várias vantagens, a principal é a mobilidade que os dispositivos móveis oferecem aos seus usuários.

Os grandes responsáveis por essa transmissão de informação são os dispositivos móveis, capazes de atender às necessidades da era da mobilidade, os quais, de acordo com Costa, Furtado e Pinheiro (2012) foram responsáveis por romper os limites físicos, geográficos, econômicos e culturais.

Essas tecnologias sem fio permitem que o usuário fique a todo o momento conectado, mesmo enquanto se movimenta, e que tenha o acesso à informação presente em todos os lugares quando necessite. Cada vez mais novos serviços vêm sendo oferecidos aos usuários móveis, devido ao crescimento da base destes usuários e dos dispositivos, eliminando, assim, as barreiras tecnológicas (Elgazzar, Martin; Hassanein, 2014).

Com a adoção de novas práticas tecnológicas, a forma de interagir mudou e, se antes a informação era só possível com a troca de textos. Nos dias de hoje, devido à convergência tecnológica, se pode somar a este contexto de imersão midiática o fluxo de áudios, fotos, vídeos e gráficos animados presentes em vários suportes capazes de proporcionar a circulação de conteúdos distintos através das chamadas multimídias, que integram diferentes formas de comunicação (Mantovani, 2006).

Assim com a facilidade da mobilidade e popularidade dos dispositivos móveis fez com que a informação ganhasse espaço fora do trabalho e residências. Nos estudos em relação as práticas educacionais de Feitor; Silva (2013), explica-se que muitos alunos passaram a utilizar dispositivos móveis para acesso a materiais de

estudo, proporcionando maior mobilidade e praticidade aos alunos e demais membros da comunidade acadêmica.

A interação via dispositivos móveis propicia novas vivências do tempo e do espaço, o que interfere na maneira das pessoas se comunicarem, além disso, a tecnologia móvel oferece tanto aos alunos quanto aos professores novas formas de se comunicar uns com os outros, bem como novas maneiras de interagir com recursos de aprendizagem, além de utilizar melhor o tempo para estudos (Ciaramitato, 2012).

Santana, Cabral e Da Nóbrega (2019) destacam a presença cada vez maior desses dispositivos no cotidiano das crianças e dos adolescentes, pois eles incorporam e apropriam-se desses artefatos digitais, transformando-os em inseparáveis parceiros nas suas atividades (Moraes; Lima, 2019)

### **3.1.4 Aprendizagem com os aplicativos móveis**

No que tange à educação, os aplicativos se constituem de importantes meios de apoio pedagógico, tanto para a construção e a aplicação de conhecimento, quanto para propiciar um ambiente em que o discente cumpra ciclos de reflexão e ação, o que traduz a interação entre o discente e o próprio aparelho (Galvão; Püschel, 2012). Assim os subsídios computacionais estão sendo cada vez mais utilizados em escolas e universidades como ferramentas de auxílio ao ensino e a aprendizagem das diferentes áreas do conhecimento.

É importante refletir e incluir metodologias que auxiliem o professor na sua prática e que incentive a autonomia do seu aluno. Assim, pode-se afirmar que é preciso entender que os métodos convencionais já não alimentam a curiosidade do educando referente aos assuntos abordados em sala de aula (Oliveira; Lima, 2017).

Na visão de Medeiros *et. al.* (2012) no contexto da educação, a utilização de tecnologias está em destaque, tais como softwares educativos, equipamentos eletrônicos, computadores e demais, o que motiva aos discentes a aprenderem os conteúdos acadêmicos de forma fácil, rápida e divertida, resultado da possibilidade de acesso à web e dos dispositivos móveis.

A inclusão dessa nova tecnologia na educação surge para complementar o ensino em sala de aula, onde o papel do docente é orientar o aluno, mediando a relação deste com essa nova forma de ensinar e aprender.

A criação de aplicativos móveis voltados à educação se faz relevante, tendo em vista que a sua utilização pode ser direcionada para o que se pretende estudar de maneira individualizada e/ou de forma colaborativa.

Assim propicia aos usuários novas oportunidades educacionais ao vivenciar experiências de ensino-aprendizagem que vão além do ensino tradicional, numa modalidade tanto presencial como à distância (EAD) (Asevedo; Silva, 2013), motivando o usuário a essa nova realidade que pretende melhor alcançar os objetivos educacionais.

Para Peterlicean (2014) o uso de dispositivos móveis pessoais deve ser considerado como uma alternativa na aprendizagem e no ensino como meio para elevar o grau de envolvimento do discente no processo de aprendizagem.

De acordo com a pesquisa de Nonnenmacher (2012), os estudantes utilizam aplicativos móveis para diversas finalidades, inclusive como apoio ao aprendizado. Corroboram também os trabalhos de outros autores tais como Oliveira; Medina (2007), Souza, Torres e Amaral (2011), Galvão (2012), Reis (2014) e outros comprovam que os aplicativos móveis vieram apenas para acrescentar positivamente na educação.

A estratégia empregada é de se utilizar de tecnologias acessíveis que apoiem o ensino-aprendizagem e ofereçam benefícios no momento de adquirir conhecimento. Nesse contexto a utilização de aplicativos móveis na educação pode auxiliar em novas práticas pedagógicas voltadas a aprendizagem dos discentes.

A inclusão dos dispositivos móveis e aplicativos no contexto educacional deve ser planejada, e ir além de transferência de conteúdo do meio analógico para digital, deve-se alinhar as tecnologias com metodologias inovadoras, que contenham a problematização, mediação e a flexibilidade. O professor não deve se restringir ao uso das TIC apenas para buscar informação, mas alcançar as expectativas para a construção do conhecimento de maneira sólida e permanente (Leite, 2017).

Os *smartphones*, como são conhecidos esses aparelhos, possuem sistemas operacionais iguais aos de um computador, eles são munidos de *hardwares* e sensores que possibilitam a criação de vários *softwares*, os famosos aplicativos ou, simplesmente, *Apps*.

Muitos desses *Apps* nos ajudam em tarefas do dia-a-dia, outros, são utilizados para pura distração (jogos). Estes *Apps* podem ser encontrados em plataformas exclusivas de cada sistema operacional e podem ser gratuitos ou pagos (Almeida, 2015).

O autor explica que atualmente existem disponíveis no mercado vários aplicativos construídos especialmente para o ensino de física. Esses Apps, que na maioria das vezes são gratuitos, são, em geral, de fácil utilização e cobrem uma boa parte da física curricular do ensino médio.

Porém, assim como num livro didático, o professor tem que conhecer o conteúdo e as funcionalidades dos aparelhos para planejar uma aula, e assim o professor estará incluído no mundo digital. É necessário que a escola e os professores aceitam que o celular está incluído na cultura do nosso país, fazendo parte da vida tanto dos alunos, quanto a de professores e pais, para que assim seja possível o uso do smartphone em sala de aula. Pois a escola tem o dever de inserir os alunos no contexto da sociedade atual (Almeida, 2015).

A interação entre educação e cultura digital quebra um paradigma sociocultural que promove mudanças nos processos educacionais, mudanças movidas pelo surgimento das tecnologias digitais (Rezende, Mesquita, 2017). Essas tecnologias essas que vêm cada vez mais modificando o modo como o homem se relaciona com o conhecimento, consigo mesmo, com os outros e com o mundo (Fardo, 2014).

Para o incremento do ensino da Física, os aplicativos podem ser utilizados de forma a agregar aprendizagem e mais mobilidade para os alunos. Apesar de já existir muitos Apps úteis para o ensino de física, podem haver situações que o professor necessite de um App que atenda suas necessidades particulares. Para este caso é possível que o professor crie seu próprio App. Na internet existem muitas plataformas disponíveis para ajudar os professores a criar seu App, pode ser rápido e sem nenhuma necessidade do conhecimento de codificação.

Existem ainda aplicativos para acionar os sensores do smartphone, para aqueles professores que querem transformar a sala de aula em um laboratório. Como App para fazer medidas da intensidade da luz, transformar o smartphone em um microscópio óptico, bússola entre outros (Almeida, 2015).

A partir desse conceito de aprendizagem, pode-se afirmar que várias são as formas de inserir a tecnologia no processo de ensino e aprendizagem, e a partir dela, os aplicativos móveis vem ganhando cada vez mais espaço no mundo acadêmico.

### 3.2 Dificuldades na Aprendizagem da Física

É comum que os estudantes do ensino médio enfrentem desafios de aprendizagem em Física. Portanto, compreender e analisar as principais dificuldades enfrentadas durante as aulas dessa disciplina nos ajuda a elaborar estratégias pedagógicas para minimizar essas situações desmotivadoras dos alunos (Kochan; Stacheski, 2020).

Incialmente, a disciplina de Física era oferecida apenas em nível superior, mas posteriormente foi incluída no currículo do ensino médio. Atualmente, porém, os alunos têm seu primeiro contato com a disciplina de Física já no 9º ano (antiga 8ª série) do Ensino Fundamental, durante o curso de Ciências, em que ela é ensinada junto com Química. Nesse contexto, os alunos têm apenas uma visão geral de cada disciplina, ou seja, de forma resumida.

Conforme Kochan e Stacheski (2020), é algo bastante frequente ouvir dos estudantes que eles não entendem os cálculos e não conseguem relacioná-los com a vida cotidiana. Eles também afirmam chegar ao Ensino Médio com dificuldades em matemática, o que compromete a resolução de problemas de Física que envolvem essa área.

Os autores ainda apontam que, na maioria das vezes, quando chegam no Ensino Médio, os alunos se deparam com professores sem a devida qualificação profissional para lecionar a disciplina, o que prejudica sua aprendizagem. Quando os professores não têm a formação acadêmica necessária, acabam dando demasiada ênfase aos cálculos, o que torna a disciplina matemática mais abstrata e difícil para os alunos compreenderem.

Ao discutir os obstáculos enfrentados pelos estudantes ao aprender física, destaca-se a redução da carga horária como fator principal. Frequentemente, há poucas aulas por semana, o que impacta negativamente na adequada abordagem dos conteúdos programáticos, prejudicando a formação dos alunos.

Na aprendizagem dos conteúdos de Física, é comum mencionar obstáculos como a falta de base matemática e a dificuldade em interpretar enunciados. Essas limitações, reconhecidas pelos participantes da pesquisa, são consideradas referências importantes e restritivas para os professores, demandando atenção especial dos educadores desta instituição (Araújo, 2015).

É evidente que, muitas vezes, os alunos não compreendem a disciplina adequadamente, pois a maneira como ela é ensinada e apresentada no ensino médio pode distorcer sua percepção.

Segundo Mayrink (2012), há diversas ações que podem ser tomadas para identificar e lidar com as dificuldades de aprendizagem. Dessa forma, a utilização de aplicativos em dispositivos móveis para gamificar o ensino da Física traz uma abordagem inovadora, capaz de estimular a curiosidade e o interesse dos alunos, ao mesmo tempo em que promove a vontade de compreender o conteúdo, tornando o processo de aprendizagem desafiador e divertido.

### **3.3 Importância do Aprendizado das Biografias dos grandes Físicos**

A Física nos rodeia constantemente, embora muitas vezes passe despercebida. Quando exercemos uma força sobre um objeto, ligamos ou desligamos as luzes, ou ao medirmos a temperatura de um determinado corpo, estamos utilizando princípios da Física. Assim, essa ciência se faz presente, seja de maneira direta ou indireta, na rotina de cada um de nós (De Farias, 2019).

É fundamental reconhecer que as grandes descobertas do mundo moderno, como a eletricidade, são fruto do trabalho de renomados físicos. Por isso, é vital conhecer a trajetória desses cientistas que impactaram a vida de todos nós.

Segundo Helerbrock (2024), dentre os mais notáveis físicos, destaca-se:

- **Galileu Galilei** (1564-1642): natural da Itália, é famoso por suas investigações sobre o movimento dos corpos. Em 1630, Galileu demonstrou que objetos de diferentes massas caem em direção à Terra com a mesma aceleração.
- **Isaac Newton** (1643-1727): reconhecido como o físico inglês que formulou três leis universais do movimento e a lei da gravitação universal, ele transformou a percepção do Universo através de suas equações.
- **Michael Faraday** (1791-1867): notório por suas investigações sobre o eletromagnetismo, Faraday fez uma descoberta fundamental em 1831 ao identificar o fenômeno da indução eletromagnética.
- **James Clerk Maxwell** (1831-1879): desenvolveu uma teoria sobre o eletromagnetismo que sustentava que a luz é gerada por campos elétricos e magnéticos, adotando o comportamento de uma onda.

- **Wilhelm Röntgen** (1845-1923): fez história ao ser o primeiro físico a gerar e detectar raios X.
- **Marie Curie**: a única cientista a obter Nobel tanto em Física quanto em Química, ela avançou o estudo da radiação ao criar métodos para a separação de isótopos radioativos e, juntamente com seu marido, descobriu os elementos rádio e polônio.
- **J.J. Thomson** (1856-1940): foi o cientista que identificou a primeira partícula subatômica: o elétron.
- **Max Planck** (1858-1947): o físico alemão formulou a ideia de que a radiação emitida por corpos negros é quantizada, ou seja, consiste em pequenos pacotes de energia. Sua interpretação sobre a radiação é considerada o ponto de partida para a mecânica quântica.
- **Albert Einstein** (1879-1955): esse renomado físico alemão deu explicações sobre o efeito fotoelétrico, desenvolveu as teorias da relatividade especial e geral, e estabeleceu a relação entre massa e energia.
- **Ernest Rutherford** (1871-1937): em 1911, detectou a presença do núcleo atômico e, em 1920, identificou a existência dos prótons.
- **Neils Bohr** (1885-1962): foi um dos principais responsáveis pela elaboração da teoria que explica a estrutura dos átomos. Suas contribuições e seu modelo atômico foram fundamentais para o progresso da mecânica quântica.
- **Wolfgang Pauli** (1900-1958): trouxe contribuições sobre a teoria quântica, em especial, ao estudo do spin. Em 1931, Pauli descobriu a existência dos neutrinos. Sua maior contribuição foi publicada em 1952: o princípio de exclusão, fundamental para o entendimento dos níveis de energia de átomos e elétrons.
- **Erwin Schrödinger** (1887-1961): desenvolveu a equação que prevê a evolução de sistemas quânticos, uma das mais importantes equações da mecânica quântica.
- **Paul Dirac** (1902-1984): através de suas equações, previu a existência de partículas com carga elétrica oposta à da matéria comum. Essas partículas passaram a ser conhecidas como antimateria.
- **Werner Heisenberg** (1901-1976): é famoso por ter formulado o princípio da incerteza. Esse princípio revelou que há limites naturais nas medições de partículas quânticas.

- **Enrico Fermi** (1901-1954): foi uma figura chave na construção do primeiro reator nuclear e fez importantes contribuições para a mecânica quântica e o estudo da física de partículas.
- **Robert Oppenheimer** (1918-1988): atuou como diretor de um dos laboratórios mais significativos do Projeto Manhattan. Ele pesquisou a extração de urânio enriquecido e desenvolveu métodos que possibilitaram a solução de equações até então consideradas insolúveis, impulsionando o avanço de campos como a mecânica quântica e a física do estado sólido.
- **Richard Feynman** (1918-1988): foi um dos principais responsáveis pela criação da eletrodinâmica quântica, teoria que explica como os campos elétrico e magnético afetam as partículas quânticas.
- **Stephen Hawking** (1942-2018): renomado físico britânico, fez contribuições significativas sobre a origem e a evolução do Universo, além de investigar a dinâmica dos buracos negros. Hawking enfrentou uma condição genética rara e degenerativa que causou a atrofia muscular.
- **Timothy Berners-Lee**: físico britânico, cientista da computação e docente no MIT, em 1990, junto a Robert Callilau, criou o que hoje chamamos de *world wide web*, que deu origem à vasta rede de computadores global.
- **Alan Guth**: físico e cosmólogo dos Estados Unidos, é reconhecido como o idealizador da teoria inflacionária. De acordo com essa teoria, o Universo teria se expandido de maneira exponencial, possivelmente a velocidades superiores à da luz, nos momentos iniciais de sua formação.
- **Ashoke Sen**: é um físico teórico indiano, membro da Royal Society desde 1998, após ter sido indicado por Stephen Hawking. Ashoke Sen tem dado grandes contribuições para o avanço da teoria das cordas.
- **Peter Higgs**: é um físico teórico britânico laureado com o prêmio Nobel de Física em 2013, juntamente com François Englert pela descoberta do potencial de Higgs. De acordo com a sua descoberta, há um bóson que confere massa às demais partículas.

Entre os físicos brasileiros mais importantes do país:

- **Cesar Lattes** (1924-2005): foi um dos descobridores da partícula subatômica conhecida como méson-pi. Sua descoberta foi fundamental para a

confirmação da teoria da relatividade de Einstein, também foi um dos responsáveis pela criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

- **Constantino Tsallis:** é um físico greco-brasileiro e atualmente é professor no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), sua principal contribuição diz respeito à uma generalização da estatística de Boltzmann-Gibbs, relacionada ao cálculo de entropia.
- **Mario Schenberg:** é considerado um dos maiores físicos teóricos do Brasil, fez importantes contribuições para a física teórica, em especial na astrofísica; explicou o mecanismo da explosão das supernovas; calculou o limite de Schenberg–Chandrasekhar, que determina a massa máxima que um núcleo estelar pode suportar; contribuiu para a matemática quântica, com proposições que impactaram a forma de compreender os processos quânticos; propôs a subordinação da gravitação ao modelo eletromagnético, uma abordagem inovadora sobre as proposições de Einstein.
- **Vanderlei Bagnato:** Professor e pesquisador do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP). Comendador e Grande Oficial da Ordem Nacional do Mérito Científico, membro da Academia Brasileira de Ciências, Vanderlei é professor titular da Universidade de São Paulo, atuando principalmente nas áreas de Física Atômica e Biofotônica (aplicações da óptica nas ciências da saúde). É o pesquisador mais premiado do Brasil
- **Oscar Hipolito:** Foi Diretor do Instituto de Física e Química da USP, campus de São Carlos. Foi Pró-reitor Acadêmico da Universidade de Mogi das Cruzes (SP) (1976-1999) e da Universidade Bandeirante de São Paulo (1999-2004), Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Cidade de São Paulo (2004-2006). Foi membro do comitê coordenador de Física da FAPESP- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, coordenador do comitê de Física do CNPQ e coordenador do comitê de avaliação de Física da CAPES. Foi membro do CTC da CAPES. Atualmente é Pró-reitor interino de Pós-graduação, Pesquisa e Extensão da Universidade de Itaúna, MG, e pesquisador do Instituto Lobo para o Desenvolvimento da Educação, da Ciência e da Tecnologia. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física da Matéria Condensada, atuando principalmente nos seguintes temas: gaas, quantum-well wires, semicondutores, mbe e coulomb blockade regime.

Tem publicado mais de 200 trabalhos científicos em periódicos e anais de congressos científicos internacionais e nacionais.

- **Luiz Felipe Alvahydo de Ulhoa Canto:** Possui graduação em Engenharia Eletronica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1968), mestrado em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1973) e doutorado em Doctor Of Phylosophy - University of Oxford (1976). Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física Nuclear, atuando principalmente nos seguintes temas: heavy ion reactions, fusion, breakup, weakly bound nuclei.
- **Aurea Rosas Vasconcellos:** Possui graduação em Física pela Universidade de São Paulo(1964), doutorado em Física pela Universidade Estadual de Campinas(1976) e pós-doutorado pela University of California(1978). Atualmente é PROFESSOR MS-5 da Universidade Estadual de Campinas, Professor Visitante da Universitat Autonoma de Barcelona, Professor Visitante da Universidade de Liegé e Professor Visitante da Universidade de Girona. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física da Matéria Condensada. Atuando principalmente nos seguintes temas:Líquido de Fermi, Magnetoplasma, Semicondutores.
- **Adalberto Fazzio:** (Sorocaba, 6 de outubro de 1950) é um físico, pesquisador e professor universitário brasileiro. Comendador e grande oficial da Ordem Nacional do Mérito Científico e membro titular da Academia Brasileira de Ciências, Adalberto é professor titular e livre-docente do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Foi reitor da Universidade Federal do ABC de 2008 a 2010, diretor do Laboratório Nacional de Nanotecnologia do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) de 2017 a 2021, e atualmente ocupa o cargo de diretor da Ilum Escola de Ciência/CNPEM.
- **Nadia Ayad:** é uma cientista brasileira formada em engenharia de materiais pelo Instituto Militar de Engenharia (IME), atualmente cursando o doutorado na Universidade da Califórnia. Em 2016, ganhou o prêmio internacional Global Graphene Challenge Competition. Criou um sistema inovador de dessalinização da água.
- **Bárbara Cruvinel:** é uma estudante de Ph. D. de Física na Universidade de Columbia, trabalha no laboratório do Professor David DeMille em física atômica,

molecular e óptica, é ativista por direitos imigratórios de estudantes e membra da Coalizão de Físicos pela Redução de Ameaça Nuclear.

- **Sônia Guimarães:** Física e professora do ITA, foi a primeira mulher negra doutora em física no Brasil. Ela é ativista contra o racismo e a discriminação de gênero.

- **Gabriela Saldanha:** Doutora em Astrofísica pela UFRGS, estuda a formação e evolução de galáxias. Em 2023, foi eleita para a Academia Brasileira de Ciências.

- **Neusa Amato:** Pioneira da física de partículas no Brasil. Nascida em 29 de agosto de 1926, filha de pais de origem libanesa, veio com um mês de vida para a cidade do Rio de Janeiro. Estimulada por seu professor de física do secundário, prestou vestibular para a disciplina na Faculdade Nacional de Filosofia (FNF) da Universidade do Brasil. Aprovada, bacharelou-se em Física em 1945 e licenciou-se em 1946. Em 1950, a convite do Prof. César Lattes, começou como pesquisadora voluntária e sem remuneração no CBPF. A partir daquele momento foi iniciada uma colaboração de pesquisa com a Prof<sup>a</sup>. Elisa Frota Pessôa, que resultou na publicação, naquele mesmo ano, do primeiro trabalho de pesquisa inteiramente realizado no CBPF: "Sobre a desintegração do méson pesado positivo". Juntamente com Mario B. Aragão e Pessôa, produziu em 1953 o primeiro trabalho, cujos autores assinaram como filiados ao CBPF: A new radioactive method for marking mosquitoes .Neusa trabalhou, até o final de sua carreira inteiramente desenvolvida no CBPF, com a detecção de raios cósmicos de altas energias. A cientista teve 116 trabalhos publicados.

## 3.4 Teórico Educacional – David Alsubel

A teoria proposta por Ausubel de aprendizagem significativa oferece uma estrutura fundamental para práticas educacionais refletidas. As ideias apresentadas por ele foram fundamentais na construção de um ambiente que promove compreensão e aplicação do conhecimento (Costa Júnior *et al.*, 2023).

Segundo os autores, ao discutirem a forma como os professores podem aprimorar e transmitir o conhecimento aos alunos, a abordagem criada por Ausubel trouxe uma revolução na forma como os educandos percebem seu papel.

Graças a essa metodologia, os educadores agora dispõem de melhores recursos para direcionar o ensino em ambientes de educação on line, salas de aula virtuais e mesmo em aulas tradicionais.

Com essa abordagem pedagógica, a qualidade de aprendizado dos alunos ao redor do mundo tem avançado, visto que podem assimilar os conhecimentos em sintonia com seu nível de aprendizado e experiência individuais. Com a implementação dessa metodologia, os educadores se deparam com vastas oportunidades para promover interações mais intensas e significativas com os alunos, bem como um melhor entendimento do conteúdo pelos alunos.

A aprendizagem significativa propõe uma abordagem única em relação à educação, oferecendo aos educadores uma nova forma de repensar em compartilhar com seus alunos os conhecimentos e habilidades de maneira mais eficiente.

Isso implica em sugerir que os educadores construam currículos com base nos conhecimentos prévios dos alunos e utilizem uma metodologia de ensino que foquem em estabelecer ligações mais significativas entre os conteúdos e incentivem os alunos a participarem ativamente das suas próprias descobertas.

Além disso, as teorias apresentadas oferecem aos educadores uma abordagem alternativa para o desenvolvimento profissional contínuo, indo além dos métodos tradicionais. Desta forma a Teoria de Ausubel se destaca como uma das abordagens de aprendizagem mais conhecidas e aplicadas na educação.

### 3.4.1 A Teoria de Alsubel

Segundo David Ausubel, autor dessa teoria, a Aprendizagem Significativa é uma estratégia promissora para ambientes formais de ensino, baseando-se na interação de novos conhecimentos de maneira não aleatória e não literal, com

conhecimentos prévios relevantes (Ausubel, 2002). Na Teoria de Ausubel, a ênfase reside no conhecimento prévio do aluno como fator primordial para a aprendizagem, destacando-se entre os diversos elementos envolvidos no processo (Moreira, 2012).

As teorias de Ausubel priorizam os aspectos cognitivos e acadêmicos da aprendizagem, embora tenham sido alvo de críticas por sua suposta falta de consideração de outras dimensões do aprendizado. Coube a Novak, colaborador de Ausubel, expandir tais pressupostos e imprimir uma abordagem mais humanizada à teoria original (Farias, 2022).

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, o aprendizado eficiente ocorre quando o indivíduo consegue estabelecer conexões pertinentes entre os novos conhecimentos e o que já possui. Assim, compreender e aplicar as novas informações são cruciais para que a aprendizagem seja realmente significativa.

Os fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel estão baseados em três componentes primordiais: aprendizagem com significado, conhecimento prévio e inferência. Desse modo, a aprendizagem com significado se ressalta na capacidade de estabelecer ligações relevantes entre os novos dados e o conhecimento previamente adquirido.

O conhecimento prévio corresponde às informações adquiridas por uma pessoa por meio de suas experiências passadas, enquanto a inferência diz respeito ao processo de dedução a partir das novas informações.

De acordo com Ausubel, a aprendizagem com significado ocorre quando alguém consegue atribuir significado à nova informação e integrá-la ao seu conhecimento prévio. Esse tipo de aprendizado requer a participação ativa do indivíduo no processo educacional, sendo essencial que ele seja capaz de analisar e sintetizar as novas informações para estabelecer conexões relevantes.

Além disso, a aprendizagem significativa demanda que o indivíduo tenha habilidade para desenvolver conceitos e ideias a partir de novas informações. Conforme Ausubel (2002) em sua teoria sobre aprendizagem significativa, o conhecimento é concebido como um sistema integrado, no qual os conceitos são organizados de forma estruturada. O ser humano opera de maneira lógica para categorizar e organizar informações de acordo com padrões específicos.

A teoria de Ausubel (2002) destaca a importância da estrutura cognitiva existente em um indivíduo, ou seja, a organização, estabilidade e clareza do

conhecimento em uma área específica, é o principal fator que influencia a assimilação e retenção de novos materiais de forma significativa.

O autor ressalta a importância de estabelecer vínculos entre novas ideias e o conhecimento prévio do aluno antes de apresentar novos conteúdos. Esse conceito é exemplificado pela estratégia do "organizador avançado" proposta por Ausubel, segundo a visão de Costa Júnior *et al.* (2023).

Na perspectiva da aprendizagem significativa, o estudante utiliza os conhecimentos prévios, conhecidos como subsunções, para relacionar as novas informações à sua estrutura cognitiva. Conforme Moreira (2008a, p. 16), a aprendizagem significativa não ocorre sem essa base de conhecimento prévio. Durante essa fase de conexão, ocorre a interação entre o conhecimento prévio do aluno e um novo conceito, o que resulta na aprendizagem significativa.

Os novos conceitos são assimilados à estrutura cognitiva já existente, o que impulsiona uma metamorfose e amplia os conhecimentos para níveis mais profundos e complexos para futuras ancoragens.

Assim sendo, a Aprendizagem Significativa representa um método educativo onde o aluno, atuando como um sujeito biopsicossocial ativo no processo, revela interesse em adquirir novos conhecimentos. Ele é capaz de compreender, refletir e dar novos significados aos conceitos a partir do seu repertório prévio. Essa ação resulta na modificação dos significados já existentes pelo processo de organizar e integrar os conceitos antigos com os novos na sua estrutura cognitiva, tornando-os relevantes. Consequentemente, tais novos aprendizados são aplicados em outras situações enfrentadas pelo indivíduo.

Segundo Pelizzari *et al.* (2002), na visão de Ausubel, existem dois requisitos para que a aprendizagem seja considerada significativa: o primeiro está relacionado à disposição do aluno em querer aprender; o segundo está ligado à relevância do conteúdo que será estudado.

Dessa forma, podemos afirmar que os indivíduos demonstram interesse e capacidade de aprender através de uma estrutura cognitiva interna baseada em conhecimentos conceituais, sendo que a complexidade está mais relacionada às conexões estabelecidas entre esses conceitos do que ao número de conceitos presentes (Pelizzari *et al.*, 2002).

### 3.4.2 A Aprendizagem Significativa em sala de Aula

A utilização da aprendizagem significativa possibilita criar vínculos e dar sentido a informações de forma relevante para o nosso cotidiano. Esse processo ocorre quando as pessoas conseguem relacionar novas informações ou materiais estudados a conhecimentos previamente armazenados em sua memória de longo prazo.

Na sala de aula, isso significa proporcionar aos alunos oportunidades para estabelecer conexões significativas através da experiência e reflexão sobre o que já sabem. Os educadores devem dar aos alunos a chance de se envolver ativamente com o conteúdo, ajudando-os a conectar com situações do mundo real e a aprofundar a compreensão dos conhecimentos adquiridos.

Dessa forma, é possível criar experiências de aprendizagem na sala de aula que tenham impacto significativo no cotidiano dos estudantes.

Conforme Pontes (2021), é essencial que o educador crie ambientes propícios para a aprendizagem, nos quais os alunos se envolvam plenamente no processo e sintam-se motivados a assimilar novos saberes.

A aprendizagem significativa não acontece de imediato, mas sim por meio de um processo gradual, partindo do aprendizado mecânico (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Novak, 1981; Moreira; Masini, 2006. Assim, os conhecimentos vão se tornando mais claros, estáveis e complexos na estrutura cognitiva (Moreira, 2008a).

Nesse sentido, o sucesso da aprendizagem significativa também depende do engajamento do aluno no processo educacional. É fundamental que o estudante assuma uma postura ativa, dedicando esforço mental para atribuir novos significados aos conhecimentos prévios e reorganizá-los em sua estrutura cognitiva (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Ausubel, 2003).

Independentemente disso, ainda que o ensino seja baseado na exposição, é possível para o aluno desempenhar um papel ativo no processo de aprendizagem, contanto que se envolva fisicamente e/ou mentalmente nas atividades em sala de aula (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Assim, cabe ao professor planejar situações didáticas que estimulem a atividade cognitiva do aluno, como a interação, de forma a permitir que ele conecte o conhecimento de maneira não arbitrária e não literal (substantiva) com outros saberes aos quais já está habituado (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Novak, 1981; Ausubel, 2003).

Ao desenvolver as estratégias pedagógicas, não é o suficiente para o professor levar em consideração apenas os conhecimentos prévios dos alunos; é também imprescindível que ele leve em conta o nível de desenvolvimento cognitivo de cada estudante. Isso porque a capacidade de criar significados e abstrair depende não só dos conhecimentos prévios e do ambiente social, mas também do estágio cognitivo de cada aluno (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Novak, 1981; Ausubel, 2003).

A aprendizagem significativa resulta na incorporação de novos significados na estrutura cognitiva de maneira interativa, hierárquica e organizada, levando em conta as particularidades pessoais presentes no sistema cognitivo de cada aluno. Esse processo é caracterizado como uma interação entre o conhecimento prévio e o novo.

Neste procedimento, no qual novas informações ganham importância e são incorporadas à estrutura cognitiva do indivíduo, e o conhecimento prévio se torna mais sólido, mais elaborado e com maior capacidade de conectar-se a novos conhecimentos. É relevante destacar que, nesse processo de interação, ambos os tipos de conhecimento (o novo e o prévio) sofrem alterações.

Os profissionais da área educacional devem ter em mente que as contribuições dos processos de aquisição de conhecimento e retenção de conteúdos, conforme propostos pela Teoria de David Ausubel, podem ser aplicadas em estratégias de ensino que facilitem o aprendizado de forma substancial, permitindo assim que os estudantes desenvolvam autonomia na assimilação dos conceitos e suas trajetórias.

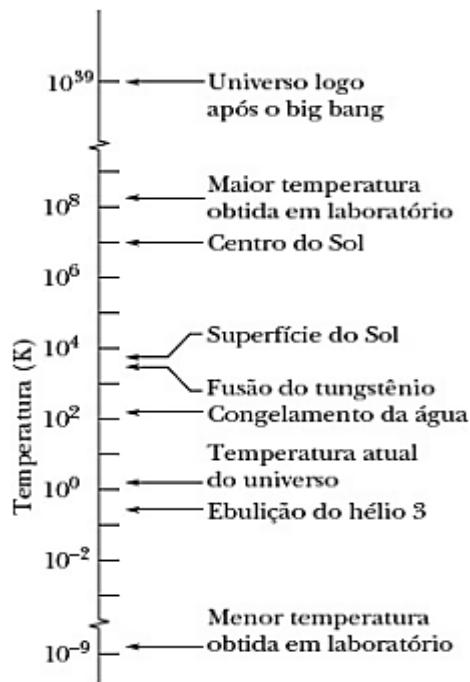
### **3.5 Conteúdo de Física estudado durante a aplicação do Produto Educacional: Termologia**

#### **3.5.1 Temperatura**

A temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do SI. Os físicos medem a temperatura na escala Kelvin, cuja unidade é o kelvin (K). Embora não exista um limite superior para a temperatura de um corpo, existe um limite inferior; essa temperatura limite é tomada como o zero da escala Kelvin de temperatura. A temperatura ambiente está em torno de 290 kelvins (290 K). A Fig. 1 mostra a temperatura em kelvins de alguns objetos estudados pelos físicos. Quando o universo começou, há 13,7 bilhões de anos, sua temperatura era da ordem de  $10^{39}$  K. Ao se expandir, o universo esfriou e hoje a temperatura média é de aproximadamente 3 K. Aqui na Terra, a temperatura é um pouco mais alta porque vivemos nas vizinhanças

de uma estrela. Se não fosse o Sol, também estariámos a 3 K (ou melhor, não existiríamos).

**Figura 1.** As temperaturas de alguns objetos na escala Kelvin.



Fonte: Halliday & Resnick Fundamentos de Física.

### 3.5.2 A Lei Zero da Termodinâmica

As propriedades de muitos objetos mudam consideravelmente quando são submetidos a uma variação de temperatura. Eis alguns exemplos: quando a temperatura aumenta, o volume de um líquido aumenta; uma barra de metal fica um pouco mais comprida; a resistência elétrica de um fio aumenta e o mesmo acontece com a pressão de um gás confinado. Quaisquer dessas mudanças podem ser usadas como base de um instrumento que nos ajude a compreender o conceito de temperatura. Um engenheiro habilidoso poderia construí-lo usando quaisquer das propriedades mencionadas no parágrafo anterior. O instrumento dispõe de um mostrador digital e tem as seguintes características: quando é aquecido (com um bico de Bunsen, digamos), o número do mostrador aumenta; quando é colocado em uma geladeira, o número diminui. O instrumento não está calibrado e os números não têm (ainda) um significado físico. Esse aparelho é um termoscópio, mas não é (ainda) um termômetro. Suponha que o termoscópio (que vamos chamar de corpo T) seja posto em contato com outro corpo (corpo A). O sistema inteiro está contido em uma caixa feita de material isolante. Os números mostrados pelo termoscópio variam até, finalmente, se estabilizarem (digamos que a leitura final seja "137,04"). Vamos supor,

na verdade, que todas as propriedades mensuráveis do corpo T e do corpo A tenham assumido, após certo tempo, um valor constante. Quando isso acontece, dizemos que os dois corpos estão em equilíbrio térmico. Embora as leituras mostradas para o corpo T não tenham sido calibradas, concluímos que os corpos T e A estão à mesma temperatura (desconhecida).

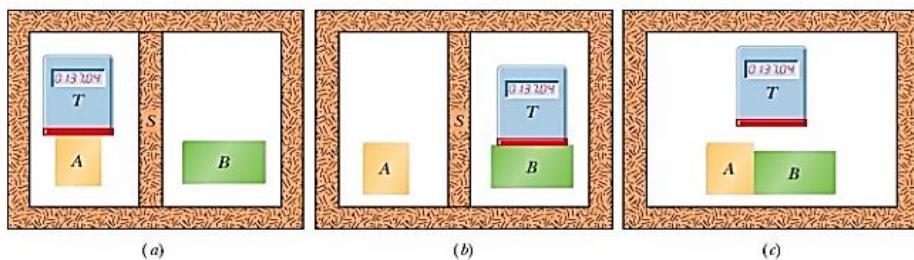
Suponha que, em seguida, o corpo T seja posto em contato com o corpo B (Fig. 2b) e a leitura do termoscópio seja a mesma quando os dois corpos atingem o equilíbrio térmico. Isso significa que os corpos T e B estão à mesma temperatura (ainda desconhecida). Se colocarmos os corpos A e B em contato (Fig. 2c), eles já estarão em equilíbrio térmico? Experimentalmente, verificamos que sim.

O fato experimental ilustrado na Fig. 2 é expresso pela lei zero da termodinâmica:

Em uma linguagem menos formal, o que a lei zero nos diz é o seguinte: “Todo corpo possui uma propriedade chamada temperatura. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas temperaturas são iguais, e vice-versa.” Podemos agora transformar nosso termoscópio (o terceiro corpo T) em um termômetro, confiantes de que suas leituras têm um significado físico. Tudo que precisamos fazer é calibrá-lo.

Na figura 2 o corpo T (um termoscópio) e o corpo A estão em equilíbrio térmico. (O corpo S é um isolante térmico). (b) O corpo T e o corpo B também estão em equilíbrio térmico e produzem a mesma leitura do termoscópio. (c) Se (a) e (b) são verdadeiros, a lei zero da termodinâmica estabelece que o corpo A e o corpo B também estão em equilíbrio térmico.

**Figura 2.** Equilíbrio Térmico.



Fonte: Halliday & Resnick Fundamentos de Física,

A lei zero, considerada uma descoberta tardia, foi formulada apenas na década de 1930, muito depois de a primeira e a segunda leis da termodinâmica terem sido descobertas e numeradas. Como o conceito de temperatura é fundamental para as duas leis, a lei que estabelece a temperatura como um conceito válido deve ter uma numeração menor; por isso o zero.

### 3.5.3 Medida da Temperatura

Vamos primeiro definir e medir temperaturas na escala Kelvin para, em seguida, calibrar um termoscópio e transformá-lo em um termômetro.

### 3.5.4 O Ponto Triplo da Água

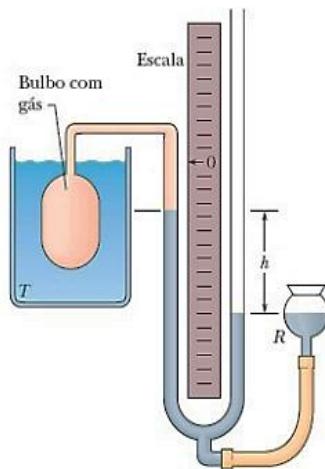
Para criar uma escala de temperatura, escolhemos um fenômeno térmico reprodutível e, arbitrariamente, atribuímos a ele uma temperatura. Poderíamos, por exemplo, escolher o ponto de fusão do gelo ou o ponto de ebulição da água, mas, por questões técnicas, optamos pelo ponto triplo da água. A água, o gelo e o vapor d'água podem coexistir, em equilíbrio térmico, para apenas um conjunto de valores de pressão e temperatura. Por acordo internacional, foi atribuído ao ponto triplo da água o valor de 273,16 K como a temperatura-padrão para a calibração dos termômetros, ou seja,

$$T_3 = 273,16 \text{ K (temperatura do ponto triplo)}, \quad (1)$$

em que o índice 3 significa “ponto triplo”. O acordo também estabelece o valor do kelvin como  $1/273,16$  da diferença entre o zero absoluto e a temperatura do ponto triplo da água.

Note que não usamos o símbolo de grau ao expressar temperaturas na escala Kelvin. Escrevemos 300 K (e não  $300^\circ$  K) e devemos ler a temperatura como “300 kelvins” (e não como “300 graus kelvin”). Os prefixos usados para as outras unidades do SI podem ser usados; assim, 3,5 mK significa 0,0035 K. Não há nomenclaturas distintas para temperaturas na escala Kelvin e diferenças de temperatura, de modo que podemos escrever “a temperatura de fusão do enxofre é 717,8 K” e “a temperatura do líquido sofreu um aumento de 8,5 K”. Para medir a temperatura de um líquido podemos usar um termômetro de gás a volume constante, conforme apresenta a figura 3 a seguir:

**Figura 3.** Um termômetro de gás a volume constante.



Fonte: Halliday & Resnick Fundamentos de Física.

### 3.5.5 As Escalas Celsius e Fahrenheit

Até agora, consideramos apenas a escala Kelvin, usada principalmente pelos cientistas. Em quase todos os países do mundo, a escala Celsius (chamada antigamente de escala centígrada) é a escala mais usada no dia a dia. As temperaturas na escala Celsius são medidas em graus, e um grau Celsius tem o mesmo valor numérico que um kelvin. Entretanto, o zero da escala Celsius está em um valor mais conveniente que o zero absoluto. Se  $T_C$  representa uma temperatura em graus Celsius e  $T$  a mesma temperatura em kelvins,

$$T_C = T - 273,15^\circ. \quad (2)$$

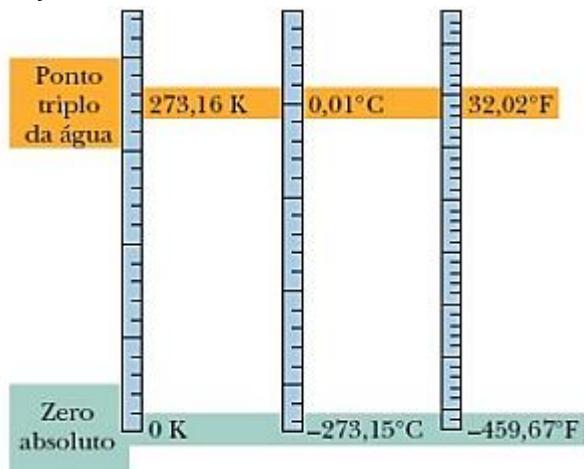
Quando expressamos temperaturas na escala Celsius, usamos o símbolo de grau. Assim, escrevemos  $20,00^\circ\text{C}$  (que se lê como “20,00 graus Celsius”) para uma temperatura na escala Celsius, mas  $293,15\text{ K}$  (que se lê como “293,15 kelvins”) para a mesma temperatura na escala Kelvin. A escala Fahrenheit, a mais comum nos Estados Unidos, utiliza um grau menor que o grau Celsius e um zero de temperatura diferente. A relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit é

$$T_F = \frac{9}{5} T_C + 32^\circ, \quad (3)$$

em que  $T_F$  é a temperatura em graus Fahrenheit. A conversão entre as duas escalas pode ser feita com facilidade a partir de dois pontos de referência (pontos de congelamento e de ebulição da água). As escalas Kelvin, Celsius e Fahrenheit são

comparadas na Fig. 4. A posição do símbolo de grau em relação às letras C e F é usada para distinguir medidas e graus nas duas escalas. Assim,  $0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$

**Figura 4.** Comparação entre as escalas Kelvin, Celsius e Fahrenheit de temperatura.



Fonte: Halliday & Resnick Fundamentos de Física.

### 3.5.6 Dilatação Térmica

Às vezes, para conseguir desatarraxar a tampa metálica de um pote de vidro, basta colocar o pote debaixo de uma torneira de água quente. Tanto o metal da tampa quanto o vidro do pote se dilatam quando a água quente fornece energia aos átomos. (Com a energia adicional, os átomos se afastam mais uns dos outros, atingindo um novo ponto de equilíbrio com as forças elásticas interatômicas que mantêm os átomos unidos em um sólido.) Entretanto, como os átomos do metal se afastam mais uns dos outros que os átomos do vidro, a tampa se dilata mais do que o pote e, portanto, fica frouxa.

A dilatação térmica dos materiais com o aumento de temperatura deve ser levada em conta em muitas situações da vida prática. Quando uma ponte está sujeita a grandes variações de temperatura ao longo do ano, por exemplo, ela é dividida em trechos separados por juntas de dilatação para que o concreto possa se expandir nos dias quentes sem que a ponte se deforme. O material usado nas obturações dentárias deve ter as mesmas propriedades de dilatação térmica que o dente para que o paciente possa beber um café quente ou tomar um sorvete sem sofrer consequências desagradáveis. Quando o jato supersônico Concorde (Fig. 5) foi construído, o projeto teve que levar em conta a dilatação térmica da fuselagem provocada pelo atrito com o ar durante o voo.

As propriedades de dilatação térmica de alguns materiais podem ter aplicações práticas. Alguns termômetros e termostatos utilizam a diferença na dilatação dos componentes de uma tira bimetálica (Fig. 6). Os termômetros clínicos e meteorológicos se baseiam no fato de que líquidos como o mercúrio e o álcool se dilatam mais do que os tubos de vidro que os contêm.

Quando um Concorde voava mais depressa que a velocidade do som, a dilatação térmica produzida pelo atrito com o ar aumentava o comprimento da aeronave de 12,5 cm. (A temperatura aumentava para 128°C no nariz e 90°C na cauda. Era possível sentir com a mão o aquecimento das janelas).

**Figura 5.** Avião Concorde, dilatação térmica.



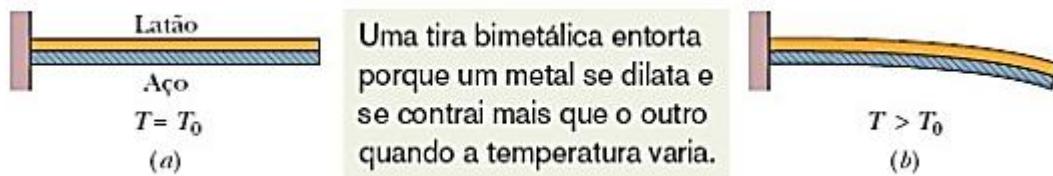
Fonte: Halliday & Resnick Fundamentos de Física.

### 5.6.1 Dilatação Linear

Se a temperatura de uma barra metálica de comprimento  $L$  aumenta de um valor  $\Delta T$ , o comprimento aumenta de um valor

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T, \quad (4)$$

**Figura 6.** Lâmina bimetálica, dilatação térmica.



Fonte: Halliday & Resnick Fundamentos de Física.

em que  $\alpha$  é uma constante chamada coeficiente de dilatação linear. A unidade do coeficiente  $\alpha$  é o  $C^{-1}$  ou  $K^{-1}$ . Embora  $\alpha$  varie ligeiramente com a temperatura, na

maioria dos casos pode ser considerado constante para um dado material. A dilatação térmica de um sólido é como a ampliação de uma fotografia, exceto pelo fato de que ocorre em três dimensões. A Fig. 6b mostra a dilatação térmica (exagerada) de uma régua de aço. A Eq. 4 se aplica a todas as dimensões lineares da régua, como as arestas, a espessura, as diagonais e os diâmetros de uma circunferência desenhada na régua e de um furo circular aberto na régua. Se o disco retirado do furo se ajusta perfeitamente ao furo, continua a se ajustar se sofrer o mesmo aumento de temperatura que a régua.

### 5.6.2 Dilatação Volumétrica

Se todas as dimensões de um sólido aumentam com a temperatura, é evidente que o volume do sólido também aumenta. No caso dos líquidos, a dilatação volumétrica é a única que faz sentido. Se a temperatura de um sólido ou de um líquido cujo volume é  $V$  aumenta de um valor  $\Delta T$ , o aumento de volume correspondente é

$$\Delta V = V \cdot \beta \cdot \Delta T, \quad (5)$$

em que  $\beta$  é o coeficiente de dilatação volumétrica do sólido ou do líquido. Os coeficientes de dilatação volumétrica e de dilatação linear de um sólido estão relacionados pela equação

$$\beta = 3\alpha. \quad (6)$$

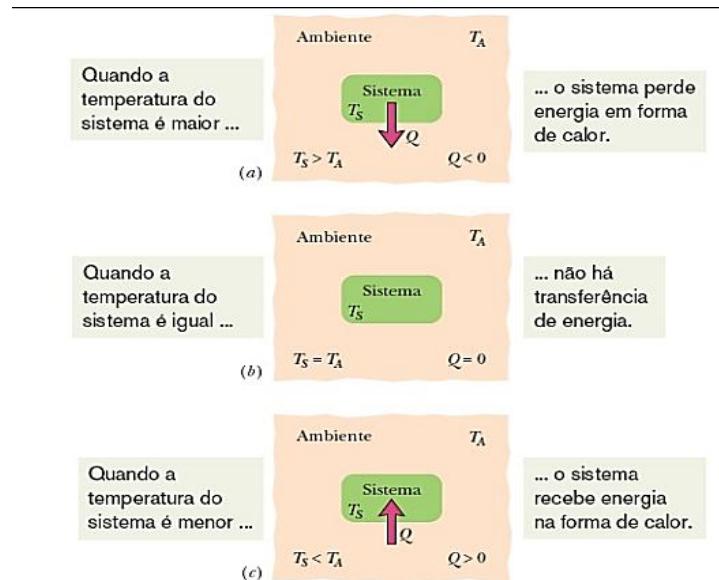
O líquido mais comum, a água, não se comporta como os outros líquidos. Acima de 4°C, a água se dilata quando a temperatura aumenta, como era de se esperar. Entre 0 e 4°C, porém, a água se contrai quando a temperatura aumenta. Assim, por volta de 4°C, a massa específica da água passa por um máximo. Esse comportamento da água é a razão pela qual os lagos congelam de cima para baixo e não o contrário. Quando a água da superfície é resfriada a partir de, digamos, 10°C, ela fica mais densa (mais “pesada”) que a água mais abaixo e afunda. Para temperaturas menores que 4°C, porém, um resfriamento adicional faz com que a água que está na superfície fique menos densa (mais “leve”) que a água mais abaixo e, portanto, essa água permanece na superfície até congelar. Assim, a água da superfície congela enquanto a água mais abaixo permanece líquida. Se os lagos congelassem de baixo para cima, o gelo assim formado não derreteria totalmente no verão, pois estaria isolado pela água mais acima. Após alguns anos, muitos mares e lagos nas zonas temperadas da

Terra permaneceriam congelados o ano inteiro, o que tornaria impossível a vida aquática.

### 3.5.7 Temperatura e Calor

Se você pega uma lata de refrigerante na geladeira e a deixa na mesa da cozinha, a temperatura do refrigerante aumenta, a princípio rapidamente e depois mais devagar, até que se torne igual à do ambiente (ou seja, até que os dois estejam em equilíbrio térmico). Da mesma forma, a temperatura de uma xícara de café quente deixada na mesa diminui até se tornar igual à temperatura ambiente. Generalizando essa situação, descrevemos o refrigerante ou o café como um sistema (à temperatura  $TS$ ) e as partes relevantes da cozinha como o ambiente (à temperatura  $TA$ ) em que se encontra o sistema. O que observamos é que, se  $TS$  não é igual a  $TA$ ,  $TS$  varia ( $TA$  também pode variar um pouco) até que as duas temperaturas se igualem e o equilíbrio térmico seja estabelecido. Essa variação de temperatura se deve a uma mudança da energia térmica do sistema por causa da troca de energia entre o sistema e o ambiente. (Lembre-se de que a energia térmica é uma energia interna que consiste na energia cinética e na energia potencial associadas aos movimentos aleatórios dos átomos, moléculas e outros corpos microscópicos que existem no interior de um objeto.) A energia transferida é chamada de calor e simbolizada pela letra  $Q$ . O calor é positivo se a energia é transferida do ambiente para a energia térmica do sistema (dizemos que o calor é absorvido pelo sistema). O calor é negativo se a energia é transferida da energia térmica do sistema para o ambiente (dizemos que o calor é cedido ou perdido pelo sistema).

Essa transferência de energia está ilustrada na Fig. 7. Na situação da Fig. 7a, na qual  $TS > TA$ , a energia é transferida do sistema para o ambiente, de modo que  $Q$  é negativo. Na Fig. 7b, em que  $TS = TA$ , não há transferência de energia,  $Q$  é zero e, portanto, não há calor cedido nem absorvido. Na Fig. 7c, na qual  $TS < TA$ , a transferência é do ambiente para o sistema e  $Q$  é positivo

**Figura 7.** Trocas de calor.

Fonte: Halliday & Resnick Fundamentos de Física,

Chegamos, portanto, à seguinte definição de calor:

Calor é a energia trocada entre um sistema e o ambiente devido a uma diferença de temperatura.

Unidades: Antes que os cientistas percebessem que o calor é energia transferida, o calor era medido em termos da capacidade de aumentar a temperatura da água. Assim, a caloria (cal) foi definida como a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de 1 g de água de 14,5°C para 15,5°C. No sistema inglês, a unidade de calor era a British thermal unit (Btu), definida como a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de 1 libra de água de 638F para 648F. Em 1948, a comunidade científica decidiu que, uma vez que o calor (como o trabalho) é energia transferida, a unidade de calor do SI deveria ser a mesma da energia, ou seja, o joule. A caloria é hoje definida como igual a 4,1868 J (exatamente), sem nenhuma referência ao aquecimento da água. [A “caloria” usada pelos nutricionistas, às vezes chamada de Caloria (Cal), é equivalente a uma quilocaloria (1 kcal).] As relações entre as unidades de calor são as seguintes:

$$1 \text{ cal} = 3,968 \times 10^{-3} \text{ Btu} = 4,1868 \text{ J.} \quad (7)$$

### 3.5.8 A Absorção de Calor por sólidos e líquidos: Capacidade Térmica

A capacidade térmica  $C$  de um objeto é a constante de proporcionalidade entre o calor  $Q$  recebido ou cedido pelo objeto e a variação de temperatura  $\Delta T$  do objeto, ou seja,

$$Q = C \cdot \Delta T = C (T_f - T_i), \quad (8)$$

em que  $T_i$  e  $T_f$  são as temperaturas inicial e final do objeto, respectivamente. A capacidade térmica  $C$  é medida em unidades de energia por grau ou energia por kelvin. A capacidade térmica  $C$  de uma pedra de mármore, por exemplo, pode ser 179 cal/C°, que também podemos escrever como 179 cal/K ou como 749 J/K.

A palavra “capacidade” nesse contexto pode ser enganadora, pois sugere uma analogia com a capacidade que um balde possui de conter certa quantidade de água. A analogia é falsa; você não deve pensar que um objeto “contém” calor ou possui uma capacidade limitada de absorver calor. É possível transferir uma quantidade ilimitada de calor para um objeto, contanto que uma diferença de temperatura seja mantida. É claro, porém, que o objeto pode fundir ou se vaporizar no processo.

### 3.5.9 Calor Específico

Dois objetos feitos do mesmo material (mármore, digamos) têm uma capacidade térmica que é proporcional à massa. Assim, é conveniente definir a “capacidade térmica por unidade de massa”, ou calor específico  $c$ , que se refere, não a um objeto, mas a uma massa unitária do material de que é feito o objeto. Nesse caso, a Eq. 8 se torna

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T. \quad (9)$$

Experimentalmente, podemos observar que a capacidade térmica de uma pedra de mármore tem o valor de 179 cal/C° (ou 749 J/K) ou outro valor qualquer, mas o calor específico do mármore (nessa pedra ou em qualquer outro objeto feito de mármore) é sempre 0,21 cal/g · C° (ou 880 J/kg · K). De acordo com as definições de caloria e Btu, o calor específico da água é

$$c = 1 \text{ cal/g.C}^\circ = 1 \text{ Btu/lb.F}^\circ = 4186,8 \text{ J/Kg.K} \quad (10).$$

### 5.9.1 Calor Específico Molar

Em muitas circunstâncias, a unidade mais conveniente para especificar a quantidade de uma substância é o mol, definido da seguinte forma: 1 mol =  $6,02 \times 10^{23}$  unidades elementares de qualquer substância. Assim, 1 mol de alumínio significa  $6,02 \times 10^{23}$  átomos de Al (o átomo é a unidade elementar) e 1 mol de óxido de alumínio significa  $6,02 \times 10^{23}$  fórmulas moleculares de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (a fórmula molecular é a unidade elementar do composto). Quando a quantidade de uma substância é expressa em mols, o calor específico deve ser expresso na forma de quantidade de calor por mol (e não por unidade de massa); nesse caso, é chamado de calor específico molar.

### 3.5.10 Calor de Transformação

Quando o calor é transferido para uma amostra sólida ou líquida, nem sempre a temperatura da amostra aumenta. Em vez disso, a amostra pode mudar de fase (ou de estado). A matéria pode existir em três estados principais. No estado sólido, os átomos ou moléculas do material formam uma estrutura rígida por meio da atração mútua. No estado líquido, os átomos ou moléculas têm mais energia e maior mobilidade. Formam aglomerados transitórios, mas o material não tem uma estrutura rígida e pode escoar em um cano ou se acomodar à forma de um recipiente. No estado gasoso, os átomos ou moléculas têm uma energia ainda maior, não interagem, a não ser por meio de choques de curta duração, e ocupam todo o volume de um recipiente.

**Fusão:** Fundir um sólido significa fazê-lo passar do estado sólido para o estado líquido. O processo requer energia porque os átomos ou moléculas do sólido devem ser liberados de uma estrutura rígida. A fusão de um cubo de gelo para formar água é um bom exemplo. Solidificar um líquido é o inverso de fundir e exige a retirada de energia do líquido para que os átomos ou moléculas voltem a formar a estrutura rígida de um sólido.

**Vaporização:** Vaporizar um líquido significa fazê-lo passar do estado líquido para o estado gasoso. Esse processo, como o de fusão, requer energia porque os átomos ou moléculas devem ser liberados de aglomerados. Ferver a água para transformá-la em vapor é um bom exemplo. Condensar um gás é o inverso de vaporizar e exige a retirada de energia para que os átomos ou moléculas voltem a se aglomerar. A quantidade de energia por unidade de massa que deve ser transferida na forma de calor para que uma amostra mude totalmente de fase é chamada de calor

de transformação e representada pela letra L. Assim, quando uma amostra de massa m sofre uma mudança de fase, a energia total transferida é

$$Q = L \cdot m. \quad (11)$$

Quando a mudança é da fase líquida para a fase gasosa (caso em que a amostra absorve calor) ou da fase gasosa para a fase líquida (caso em que a amostra libera calor), o calor de transformação é chamado de calor de vaporização e representado pelo símbolo LV. Para a água à temperatura normal de vaporização ou condensação,

$$LV = 539 \text{ cal/g} = 40,7 \text{ kJ/mol} = 2256 \text{ kJ/kg.} \quad (12)$$

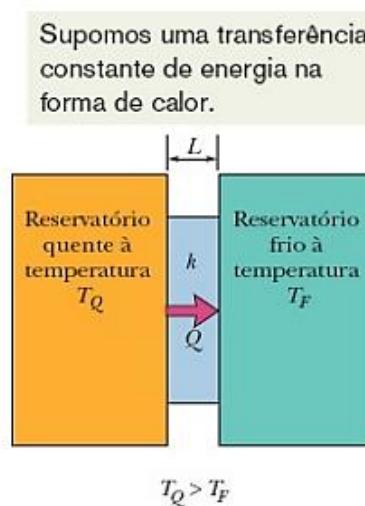
Quando a mudança é da fase sólida para a fase líquida (caso em que a amostra absorve calor) ou da fase líquida para a fase sólida (caso em que a amostra libera calor), o calor de transformação é chamado de calor de fusão e representado pelo símbolo LF. Para a água à temperatura normal de solidificação ou de fusão,

$$LF = 79,5 \text{ cal/g} = 6,01 \text{ kJ/mol} = 333 \text{ kJ/kg.} \quad (13)$$

### 3.5.11 Mecanismos de Transferência de Calor

Já discutimos a transferência de energia na forma de calor, mas ainda não falamos do modo como essa transferência ocorre. Existem três mecanismos de transferência de calor: condução, convecção e radiação.

**Figura 8.** Condução de calor.



Fonte: Halliday & Resnick Fundamentos de Física.

### 3.5.11.1 Condução

Se você deixa no fogo, por algum tempo, uma panela com cabo de metal, o cabo da panela fica tão quente que pode queimar sua mão. A energia é transferida da panela para o cabo por condução. Os elétrons e átomos da panela vibram intensamente por causa da alta temperatura a que estão expostos. Essas vibrações, e a energia associada, são transferidas para o cabo por colisões entre os átomos. Dessa forma, uma região de temperatura crescente se propaga em direção ao cabo. Considere uma placa de área  $A$  e de espessura  $L$ , cujos lados são mantidos a temperaturas  $T_Q$  e  $T_F$  por uma fonte quente e uma fonte fria, como na Fig. 8. Seja  $Q$  a energia transferida na forma de calor através da placa, do lado quente para o lado frio, em um intervalo de tempo  $t$ . As experiências mostram que a taxa de condução  $P_{\text{cond}}$  (a energia transferida por unidade de tempo) é dada por

$$P_{\text{cond}} = \frac{Q}{t} = kA = \frac{T_Q - T_F}{L}, \quad (14)$$

em que  $k$ , a condutividade térmica, é uma constante que depende do material de que é feita a placa. Um material que transfere facilmente energia por condução é um bom condutor de calor e tem um alto valor de  $k$ .

### 3.5.11.2 Convecção

Quando olhamos para a chama de uma vela ou de um fósforo, vemos a energia térmica ser transportada para cima por convecção. Esse tipo de transferência de energia acontece quando um fluido, como ar ou água, entra em contato com um objeto cuja temperatura é maior que a do fluido. A temperatura da parte do fluido que está em contato com o objeto quente aumenta, e (na maioria dos casos) essa parte do fluido se expande, ficando menos densa. Como o fluido expandido é mais leve do que o fluido que o cerca, que está mais frio, a força de empuxo o faz subir. O fluido mais frio escoa para tomar o lugar do fluido mais quente que sobe, e o processo pode continuar indefinidamente. A convecção está presente em muitos processos naturais. A convecção atmosférica desempenha um papel fundamental na formação de padrões climáticos globais e nas variações do tempo a curto prazo. Tanto os pilotos de asa-delta como os pássaros usam térmicas (correntes de convecção de ar quente) para se manterem por mais tempo no ar. Grandes transferências de energia ocorrem nos oceanos pelo mesmo processo. Finalmente, no Sol, a energia térmica produzida por reações de fusão nuclear é transportada do centro para a superfície através de

gigantescas células de convecção, nas quais o gás mais quente sobe pela parte central da célula e o gás mais frio desce pelos lados.

### 3.5.11.3 Radiação

Um sistema e o ambiente também podem trocar energia através de ondas eletromagnéticas (a luz visível é um tipo de onda eletromagnética). As ondas eletromagnéticas que transferem calor são muitas vezes chamadas de radiação térmica para distingui-las dos sinais eletromagnéticos (como, por exemplo, os das transmissões de televisão) e da radiação nuclear (ondas e partículas emitidas por núcleos atômicos). (Radiação, no sentido mais geral, é sinônimo de emissão.) Quando você se aproxima de uma fogueira, você é aquecido pela radiação térmica proveniente do fogo, ou seja, sua energia térmica aumenta ao mesmo tempo em que a energia térmica do fogo diminui. Não é necessária a existência de um meio material para que o calor seja transferido por radiação. O calor do Sol, por exemplo, chega até nós através do vácuo. A taxa  $P_{\text{rad}}$  com a qual um objeto emite energia por radiação eletromagnética depende da área  $A$  da superfície do objeto e da temperatura  $T$  dessa área (em kelvins) e é dada por

$$P_{\text{rad}} = \sigma \epsilon A T^4, \quad (15)$$

em que  $\sigma = 5,6704 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$  é uma constante física conhecida como constante de Stefan-Boltzmann, em homenagem a Josef Stefan (que descobriu a Eq. 15 experimentalmente em 1879) e Ludwig Boltzmann (que a deduziu teoricamente logo depois). O símbolo  $\epsilon$  representa a emissividade da superfície do objeto, que tem um valor entre 0 e 1, dependendo da composição da superfície. Uma superfície com a emissão máxima de 1,0 é chamada de radiador de corpo negro, mas uma superfície como essa é um limite ideal e não existe na natureza. Note que a temperatura da Eq. 15 deve estar em kelvins para que uma temperatura de zero absoluto corresponda à ausência de radiação. Note também que todo objeto cuja temperatura está acima de 0 K (como o leitor, por exemplo) emite radiação térmica.

A taxa  $P_{\text{abs}}$  com a qual um objeto absorve energia da radiação térmica do ambiente, que supomos estar a uma temperatura uniforme  $T_{\text{amb}}$  (em kelvins), é dada por

$$P_{\text{rad}} = \sigma \epsilon A T_{\text{amb}}^4. \quad (16)$$

A emissividade  $\epsilon$  que aparece na Eq. 16 é a mesma da Eq. 15. Um radiador de corpo negro ideal, com  $\epsilon = 1$ , absorve toda a energia eletromagnética que recebe (em vez de refletir ou espalhar parte da radiação). Como um objeto irradia energia para o ambiente enquanto está absorvendo energia do ambiente, a taxa líquida  $P_{\text{líq}}$  de troca de energia com o ambiente por radiação térmica é dada por

$$P_{\text{líq}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{rad}}, \quad (17)$$

$P_{\text{líq}}$  é positiva, se o corpo absorve energia, e negativa, se o corpo perde energia por radiação.

## 4 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Com o objetivo de aprimorar as condições do Ensino de Física, bem como criar e divulgar novos meios e metodologias de aprendizagem para os professores do ensino básico, o programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) requer, obrigatoriamente, a elaboração de um produto educacional.

Atendendo a esta expectativa, elaborou-se um produto educacional que consiste em um aplicativo móvel, o qual nomeou-se *Biografia da Física*, no qual o estudante pode explorar as biografias de físicos estudados no Ensino Médio.

A motivação para construção desse aplicativo reside no entendimento que biografias de físicos notáveis podem inspirar os alunos, mostrando que a ciência é feita por pessoas reais com paixões, desafios e perseverança. Essas histórias podem motivar os estudantes a se dedicarem aos estudos científicos e a perseguirem suas próprias paixões.

Acredita-se, também, que ao aprender sobre físicos famosos os estudantes têm a oportunidade de entender o contexto histórico em que esses cientistas viveram e trabalharam e isso ajuda a conectar os conceitos científicos com as circunstâncias sociais, políticas e culturais da época.

O aplicativo Biografia da Física é uma plataforma educacional desenvolvida em *Kotlin* usando o *Android Studio*, que tem como objetivo oferecer aos alunos uma ferramenta digital que permita que permita uma forma mais dinâmica de estudar física, dando aos mesmos a oportunidade de aprender mais sobre a história da física, bem como testar seus conhecimentos através de *quizzes* interativos. O aplicativo é dividido em duas abas principais: "Games" e "Biografias".

A aba "Games" do aplicativo Biografia da Física oferece *quizzes* interativos sobre as contribuições dos físicos. O *Quiz Generator* seleciona perguntas de física de uma base de dados, apresentando-as aos usuários em um formato de pergunta e opções de resposta. Os usuários podem selecionar suas respostas e receber *feedback* imediato sobre sua precisão.

Esta aba, conforme vemos nas figuras 09, 10, 11 e 12, é dividida em quatro blocos: Mecânica; Física Moderna; Termologia, Óptica e Ondulatória; Eletricidade, Magnetismo e Eletromagnetismo.

No bloco de Mecânica existem 09 quizzes sobre as biografias de: Arquimedes; Galileu Galilei; Isaac Newton; James Prescott Joule; Johannes Kepler; Blaise Pascal e Simon Stevin.

No bloco de Física Moderna existem 11 quizzes sobre as biografias de: Niels Bohr; Albert Einstein; Max Planck; Louis de Broglie; Stefan Josef; Edwin Powell Hubble; Werner Heisenberg e Erwin Schrodinger.

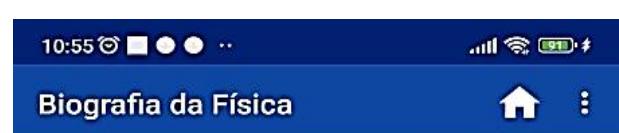
No bloco de Termologia, Óptica e Ondulatória existem 10 quizzes sobre as biografias de: Anders Celsius; Daniel Gabriel Fahrenheit; Lord Kelvin; Fourier; Clapeyron; Sadi Carnot; Heinrich Hertz; Christian Huygens e Doppler.

No bloco de Eletricidade, Magnetismo e Eletromagnetismo existem 13 quizzes sobre as biografias de: Benjamun Franklin; Coulomb; Michael Faraday; Alessandro Volta; James Watt; Ampère; Georg Simon Ohm; Nicola Tesla; Pierre Curie; Marie Curie; Lenz e Maxwell. As figuras 09, 10, 11 e 12 apresentam imagens da interface do aplicativo na aba game

**Figura 09:** App Biografia da Física.



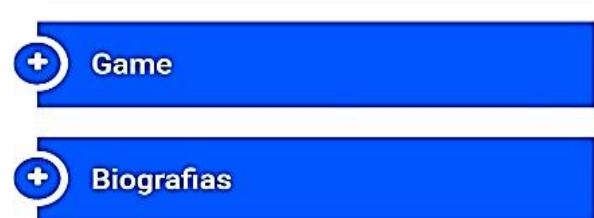
**Figura 10:** App Biografia da Física.



## Biografia da Física

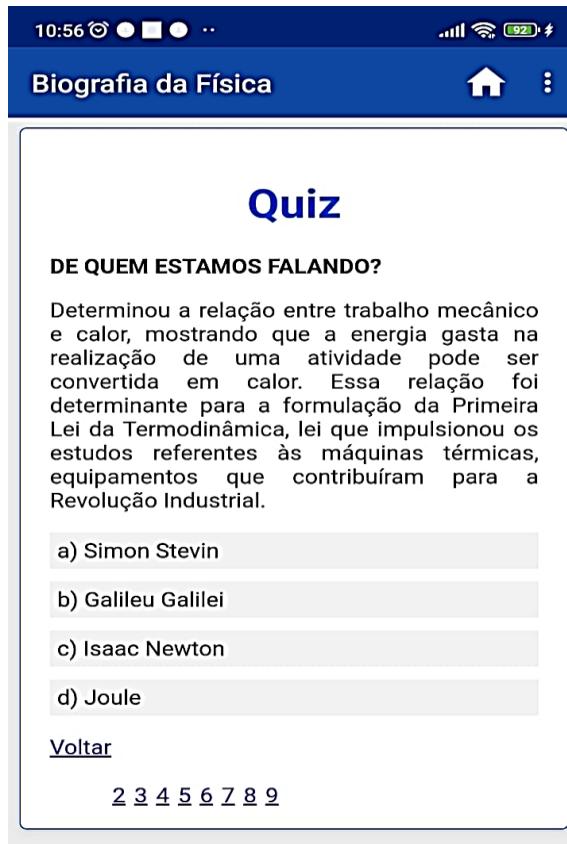
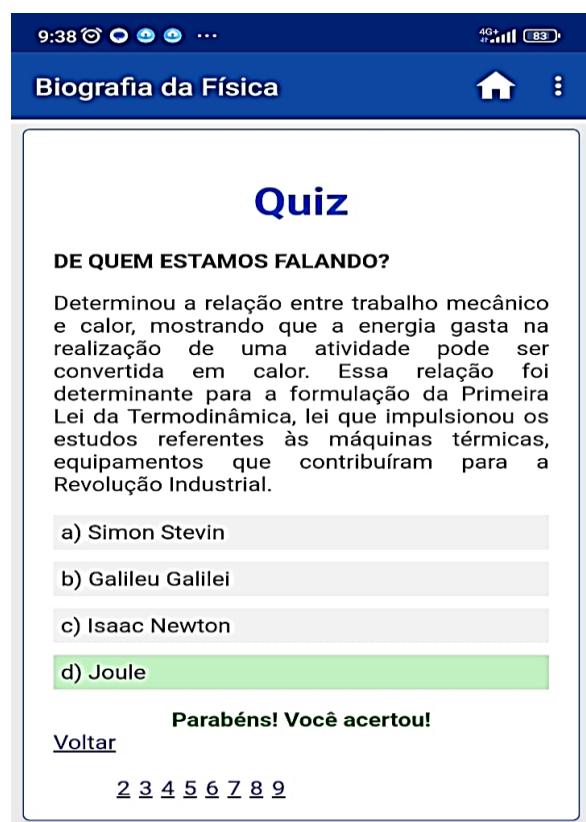


## Biografia da Física



Fonte: Próprio Autor, 2024.

Fonte: Próprio Autor, 2024.

**Figura 11:** App Biografia da Física.**Figura 12:** App Biografia da Física.

Fonte: Próprio Autor, 2024.

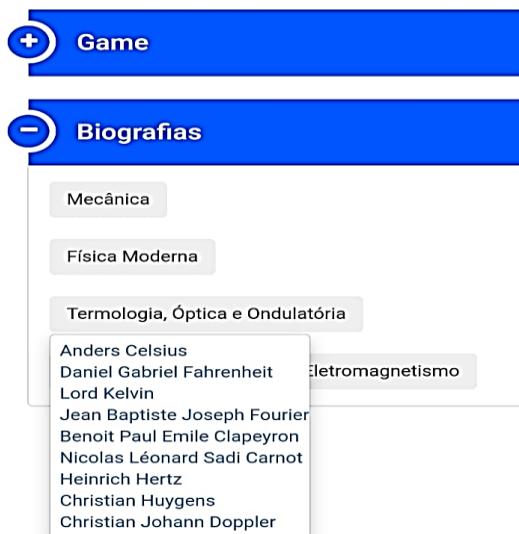
A aba "Biografias" apresenta uma lista de físicos famosos e suas biografias. As biografias são armazenadas em um banco de dados interno usando a biblioteca *Room*, permitindo acesso e carregamento rápido. Os usuários podem rolar pela lista para encontrar físicos específicos e clicar em seus nomes para acessar suas biografias completas em uma *WebView*. A *WebView* também oferece suporte para navegação externa, permitindo que os usuários acessem informações adicionais através de links.

A figura 13 mostra a interface do aplicativo e as biografias presentes no bloco de Termologia, Óptica e Ondulatória; a figura 14 apresenta as biografias presentes no bloco de Física Moderna; a figura 16 mostra as biografias presentes no bloco de Eletricidade, Magnetismos e Eletromagnetismo e a figura 17 mostra as biografias do bloco de Mecânica.

**Figura 13:** App Biografia da Física.



## Biografia da Física



Fonte: Próprio Autor, 2024.

**Figura 14:** App Biografia da Física.



## Biografia da Física



Fonte: Próprio Autor, 2024.

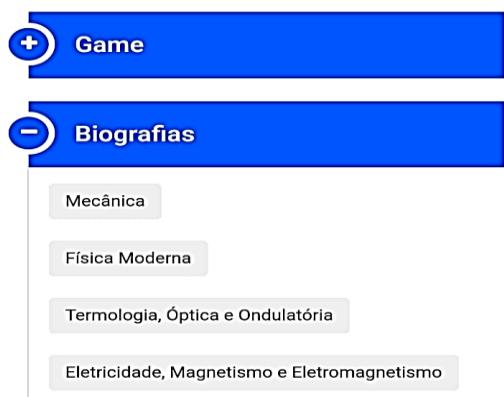
**Figura 16:** App Biografia da Física.



**Figura 15:** App Biografia da Física.



## Biografia da Física



Fonte: Próprio Autor, 2024.

## Biografia da Física



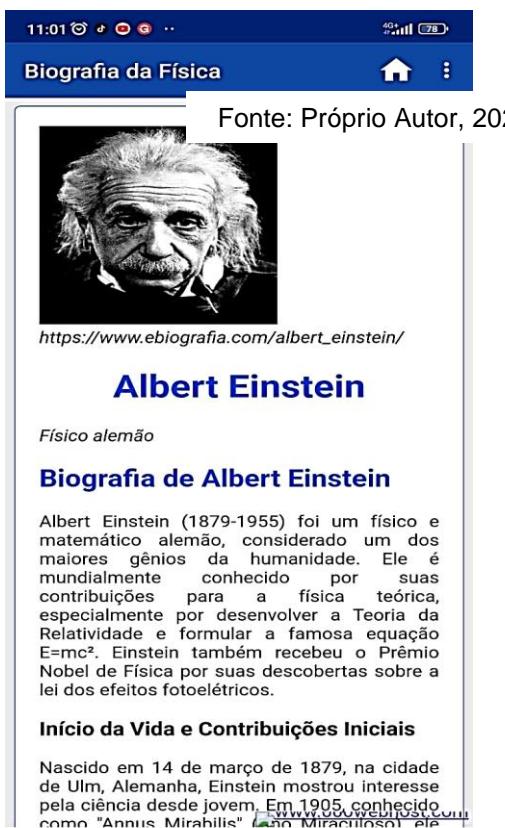
Fonte: Próprio Autor, 2024.

**Figura 17:** App Biografia da Física.

Fonte: Próprio Autor, 2024.

**Figura 18:** App Biografia da Física.

Fonte: Próprio Autor, 2024.

**Figura 19:** App Biografia da Física.

Fonte: Próprio Autor, 2024.

A figura 18 apresentou a biografia de Isaac Newton que está presente no aplicativo no bloco de Mecânica e a figura 19 mostrou a biografia de Albert Einstein.

O aplicativo pode ser baixado da nuvem através do link:  
[https://drive.google.com/file/d/1F8O8BjUps3mem2tMORL\\_IcrasygKxOT0/view?usp=drivesdk](https://drive.google.com/file/d/1F8O8BjUps3mem2tMORL_IcrasygKxOT0/view?usp=drivesdk)

O vídeo com tutorial de instalação e uso pode ser visualizado em:  
[https://youtu.be/wkaJk2jUWBM?si=u-qOj3\\_a3Ef6HxbT](https://youtu.be/wkaJk2jUWBM?si=u-qOj3_a3Ef6HxbT)

## 5 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional foi aplicado na Escola Estadual CEJA Professora Cota Sampaio, código INEP: 22010513, localizada na rua Alirio Oliveira e Silva, nº 400, bairro Floresta, CEP: 64260-000 no município de Piripiri-PI, município do interior do estado do Piauí, localizado na Região Nordeste do Brasil. Segundo dados do IBGE é 4<sup>a</sup> cidade mais populosa do estado do Piauí, sendo considerada uma cidade média e que figura entre as cinco cidades mais importantes do estado.

A escola oferece Ensino Fundamental anos finais e Ensino Médio, nas modalidades Ensino Regular e EJA, nos turnos manhã, tarde e noite. A escola fornece alimentação escolar para os alunos, possui água filtrada, água da rede pública, energia da rede pública, fossa séptica, lixo destinado a coleta periódica e acesso à *internet*. Quanto a estrutura física a escola possui 06 salas de aulas, 01 cozinha, banheiros adequados a alunos com deficiência, 01 sala de secretaria, 01 despensa, 01 quadra poliesportiva e pátio coberto. Quanto aos equipamentos a escola possui TV, antena parabólica e projetor multimídia (Datashow).

A escola tem um ambiente escolar muito acolhedor, existe um bom relacionamento entre todos os envolvidos no dia-a-dia da escola. As salas de aulas são bem amplas e confortáveis, possuindo ar-condicionados e boa iluminação. A gestão da escola é participativa, sempre escutam as reivindicações dos professores, servidores e alunos e tentam dentro do possível resolver as demandas para o bom funcionamento das atividades.

A turma escolhida foi a VI Etapa que é formado por 24 alunos do turno noturno que residem nos bairros Floresta e Recreio da cidade de Piripiri-PI. Os alunos possuem idade entre 20 e 62 anos. Os alunos concluíram o Ensino Fundamental e estão concluindo o Ensino Médio na modalidade EJA.

No dia 1º de março de 2024, comunicou-se aos alunos o interesse em aplicar o produto educacional naquela turma, iniciou-se apresentando o programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física explicando que é um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores do Ensino Médio e Fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na área de Física.

Após foi apresentado o produto educacional informando os objetivos geral e específicos com a utilização na respectiva turma de EJA e também o cronograma previsto:

Tabela 1 – Cronograma de aplicação do produto educacional

Data	Nº de Horas aula	Tópico	Recurso
07/03/24	02	Aplicação do pré-teste	Questionários impressos em papel A4
14/03/24	02	Instalação do aplicativo nos smartphones Android dos alunos	Aplicativo Biografia da Física.
15/03/2024 a 05/06/2024		Período em que será trabalhado as biografias dos Físicos presentes nos conteúdos do Ensino Médio.	Ao final de cada aula será reservado 10 minutos para debatermos as biografias que estão no aplicativo móvel.
06/06/24	02	Aplicação da gincana	Datashow e computador (com emulador de Android instalado) para reproduzir o aplicativo Biografia da Física e transmitir no quadro.
13/06/24	02	Aplicação do pós-teste	Questionários impressos em papel A4

Dos 24 alunos pertencentes a turma, 20 aceitaram participar da pesquisa e no dia 7 de março de 2024 aplicou-se o pré-teste, que resultou na entrega de 04 questionários contendo questões a respeito das biografias dos físicos que estão presentes no Ensino Médio bem como nas áreas de Mecânica, Termologia, Ondulatória, Óptica, Eletricidade, Magnetismo e Física Moderna.

Os alunos da turma sentiram uma onda de nervosismo quando foi anunciado a aplicação do teste. Todos ficaram em silêncio e com olhares ansiosos refletindo a tensão que tomou conta de todos. Foi explicado que eles só precisariam responder o que soubessem e que poderiam deixar sem responder o que não soubessem. O barulho de papel sendo distribuído ecoou na sala, aumentando a expectativa. Os alunos mostraram-se tensos, mas ao mesmo tempo havia em seus olhares muita vontade de participar. Com o teste à frente, a concentração e a determinação tomaram conta de seus rostos. Foi dado o sinal, e os alunos começaram a responder às questões. As figuras 20 e 21 são registros do momento de aplicação do pré-teste.

**Figura 20:** Aplicação do pré-teste.



**Figura 21:** Aplicação do pré-teste.



Fonte: Próprio Autor, 2024.

Explicou-se a eles que não precisavam ter medo nem vergonha de responderem de acordo com os conhecimentos que já possuíam. Explicou-se que a dúvida e a indagação são importantes para o aperfeiçoamento dos conhecimentos e a construção dos saberes. Explicou-se também que o professor seria um parceiro que iria orientá-los e ajuda-los, dedicando-se para que cada um supere suas dificuldades

e possam aprender a lidar com as tecnologias e aprender os conteúdos propostos. Com este pré-teste obteve-se um panorama do conhecimento prévio dos estudantes

Utilizou-se as 02 aulas do dia 14 de março de 2024 para fazer a instalação do aplicativo nos smartphones dos estudantes e orientá-los sobre como utilizá-lo, criou-se também um grupo no WhatsApp para ajudar os alunos a estudarem as biografias. Durante a instalação do aplicativo, os alunos manifestaram uma série de dúvidas e incertezas. Muitos deles trocaram olhares confusos, buscando orientação.

"O que é isso?", perguntou um aluno.

"Como faço para continuar?", questionou outro.

"Eu não consigo encontrar o botão de instalar", disse um terceiro.

Percebeu-se as dificuldades e buscou-se solucionar, explicando passo a passo o processo de instalação. No entanto, as dúvidas persistiram.

"O que é essa opção?", perguntou um aluno.

"Por que está pedindo permissão?", questionou outro.

Foi esclarecido cada dúvida, garantindo que todos entendessem o processo. Com o tempo, a instalação foi concluída com sucesso e os alunos puderam começar a explorar o aplicativo. A experiência demonstrou a importância de orientação clara e suporte durante o processo de instalação do aplicativo. Percebeu-se também que o docente precisa atender o desafio de oferecer suporte a cada aluno, solucionando cada dúvida que o impede de avançar.

Durante o período de 15 de março a 05 de junho de 2024, reservou-se os últimos 10 minutos de cada aula para apresentar e explicar a vida e contribuições dos físicos presentes no aplicativo, reforçando o estudo dos alunos e retirando suas dúvidas.

Além das aulas presenciais sobre as biografias, também foi utilizado um grupo no *WhatsApp* com o objetivo de estimular os alunos a estudarem em seus momentos livres. Algumas curiosidades a respeito da vida de um determinado físico eram postadas e eles deveriam descobrir de qual físico se tratava, sendo que em sala de aula iríamos debater mais sobre a biografia do físico em questão. A figura 22 é um registro de uma das aulas sobre a biografia dos físicos.

**Figura 22:** Aula apresentação das biografias.



Fonte: Próprio Autor, 2024.

Durante o período de aplicação do produto educacional, os corredores da escola ganharam vida com conversas animadas. Alunos compartilhavam suas estratégias para vencer a gincana, trocando ideias sobre os desafios e rindo dos momentos mais engraçados. No grupo de *WhatsApp*, a agitação era ainda maior. As mensagens dos alunos variavam entre fotos dos momentos mais memoráveis, comentários sobre como a vida de muitos cientistas haviam sido difíceis e, claro, brincadeiras amistosas sobre quem iria carregar a equipe até a vitória. Recebia-se também, dos alunos, mensagens diretas no *WhatsApp* agradecendo pela oportunidade de aprender de uma maneira tão envolvente e diferente. Sabia-se que o impacto ia além da sala de aula, a gincana e o produto educacional estavam unindo a comunidade escolar.

Após este período de preparação dos estudantes, foi realizado a “Gincana Biografia da Física” na quinta-feira dia 06 de junho de 2024, reservou-se 02 aulas para sua aplicação. A aplicação desta gincana em sala de aula foi um sucesso! A turma foi orientada sobre as regras do jogo:

- ✓ A turma seria dividida em 02 grupos de 10 alunos (grupo 01 e grupo 02);
- ✓ Cada integrante do grupo teria que responder somente 01 *quiz* presente no aplicativo Biografia da Física;

- ✓ Quando a resposta estava correta o grupo ganhava 1 ponto;
- ✓ Quando a resposta estava errada o grupo não pontuava;
- ✓ Cada grupo enviaria um aluno para responder um *quiz* presente no aplicativo Biografia da Física e os demais teriam que ficar em silêncio, caso alguém do grupo ajudasse, o ponto iria para o grupo adversário.
- ✓ Todos os alunos teriam que participar.

Ao fim da gincana tivemos o “grupo 01” como vencedor e os alunos saíram da sala de aula com sorrisos nos rostos. Foi conversado com a equipe que não conseguiu vencer, explicou-se a eles que perder uma competição faz parte do grande jogo da vida e que a participação deles também tinha sido importante para a pesquisa. Explicou-se também que eles tinham todas as condições de ganhar em uma próxima competição. Estes apesar de tristes parabenizaram os colegas da equipe vencedora. As figuras 23, 24, 25 e 26 são registros da gincana realizada em sala de aula.

**Figura 23: aplicação da gincana.**



**Figura 24: aplicação da gincana.**



Fonte: Próprio Autor, 2024.

**Figura 25: aplicação da gincana.****Figura 26: aplicação da gincana.**

Fonte: Próprio Autor, 2024.

No dia 13 de junho foi realizado a aplicação do pós-teste, sendo utilizado 02 aulas, este pós-teste são os mesmos 04 questionários aplicados no pré-teste afim de verificar o nível de aprendizagem dos participantes a respeito das biografias estudadas. A figura 27 é um registro do dia de aplicação do pós-teste.

**Figura 27: aplicação do pós-teste**

Fonte: Próprio Autor, 2024.

Os alunos demonstraram entusiasmo e confiança ao iniciar o pós-teste. Muitos expressaram sua satisfação em poder demonstrar seu conhecimento adquirido e a atmosfera na sala de aula foi de concentração e motivação.

"Eu estava nervoso no pré-teste, mas agora me sinto mais seguro." Disse um aluno.

"Aprendi muito e estou feliz em ter podido demonstrar." Comentou outro aluno ao terminar de responder.

"O pós-teste foi divertido, pois pude ver meu progresso." Disse um terceiro aluno.

A aplicação do pós-teste foi bem recebida pelos alunos, que se sentiram motivados e confiantes em suas capacidades. Os alunos ficaram muito ansiosos para saberem como se saíram no pós-teste, o professor explicou que a análise dos dados pode ser um processo demorado, isso ocorre porque envolve várias etapas como a coleta, limpeza, transformação e interpretação dos dados. Cada uma dessas fases é essencial para garantir a qualidade e a precisão dos resultados. No fim, a turma foi reunida para refletir sobre a experiência. Os alunos compartilharam o quanto tinham aprendido e o quanto divertido havia sido. Para todos os envolvidos o sucesso foi mais do que uma melhoria nas notas, foi o entusiasmo e o crescimento dos alunos.

## 6 RESULTADOS

A coleta de dados foi realizada através de 04 questionários aplicados na turma, em duas etapas, 04 de pré-teste e mais 04 de pós-teste. Os resultados encontrados serão apresentados através de gráficos elaborados a partir das respostas coletadas com os alunos.

Após a aplicação dos questionários os resultados foram considerados positivos visto a grande aceitação do estudo das biografias da Física através da gamificação em dispositivos móveis.

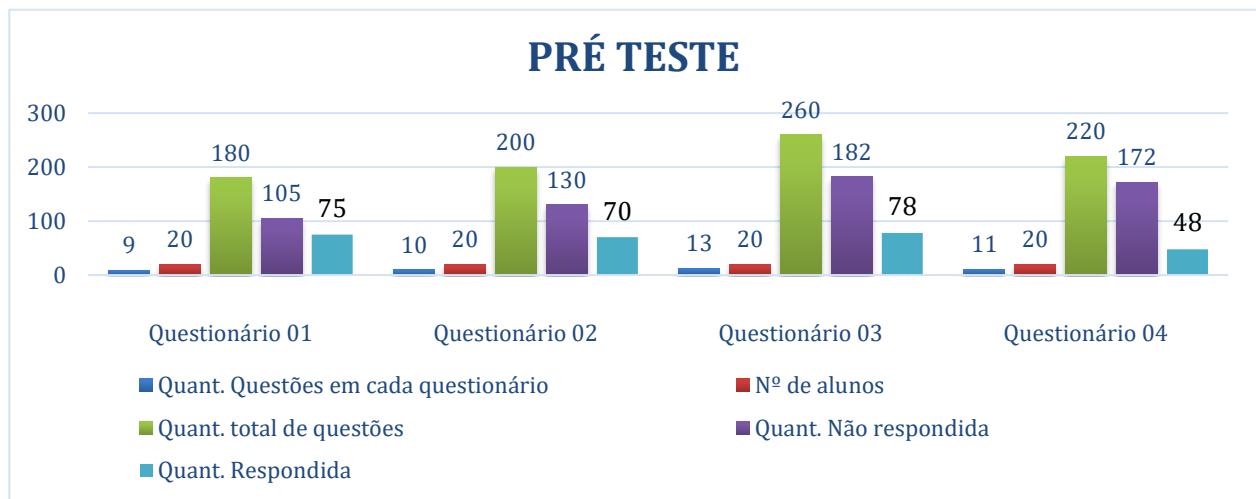
Para a realização do Pré-Teste os alunos foram orientados a não marcar nenhuma alternativa caso não soubessem a resposta, os resultados analisados estão na tabela 02 e nos gráficos 01, 02 e 03.

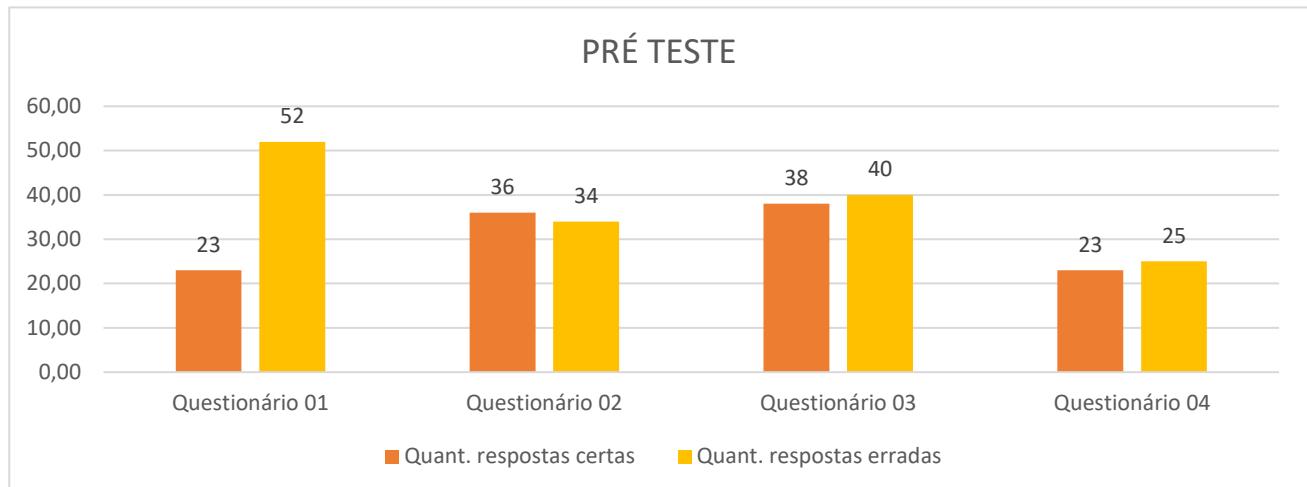
**Tabela 02 – Pré-Teste**

Pré-teste	Quant. questões de cada questionário	Nº de alunos	Quant. total de questões	Quant. não respondida	Não respondida (%)	Quant. respostas certas	Resposta certa (%)	Quant. respostas erradas	Resposta errada(%)
Questionário 01	09	20	180	105	58,33%	23	12,78%	52	28,89%
Questionário 02	10	20	200	130	65%	36	18%	34	17%
Questionário 03	13	20	260	182	70%	38	14,62%	40	15,38%
Questionário 04	11	20	220	172	78,18%	23	10,45%	25	11,36%

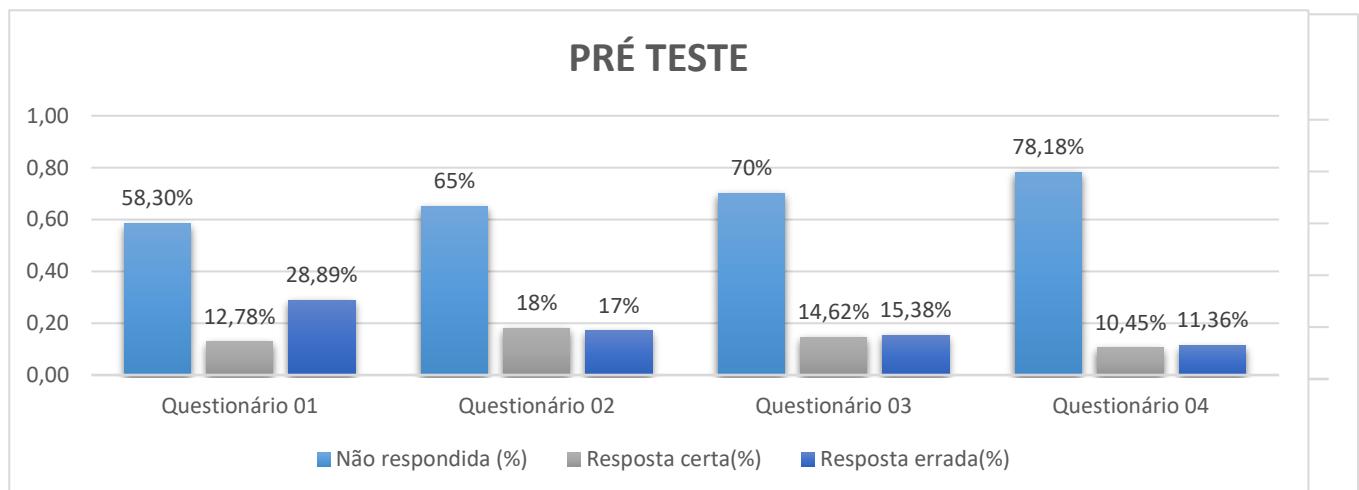
Fonte: Próprio Autor, 2024

**Gráfico 01 - Pré Teste**



**Gráfico 02 - Pré Teste**

Fonte: Próprio Autor, 2024

**Gráfico 03 - Pré Teste**

Fonte: Próprio Autor, 2024

Analizando os gráficos do pré-teste, observa-se:

Apenas 75 questões respondidas (41,6% do total) no questionário 01 e destas apenas 23 estavam corretas. Apenas 70 questões respondidas (35% do total) no questionário 02 e destas apenas 36 estavam corretas. Observando o questionário 03, apenas 78 questões respondidas (30% do total) e destas apenas 38 estavam corretas. No questionário 04, apenas 48 questões respondidas (21,8% do total) e destas somente 23 estavam corretas. Média de questões não respondidas acima de 60% em cada questionário, com exceção do questionário 01; baixa porcentagem de acerto das

questões respondidas; porcentagem de erro é maior que a de acerto nos questionários 01, 03 e 04.

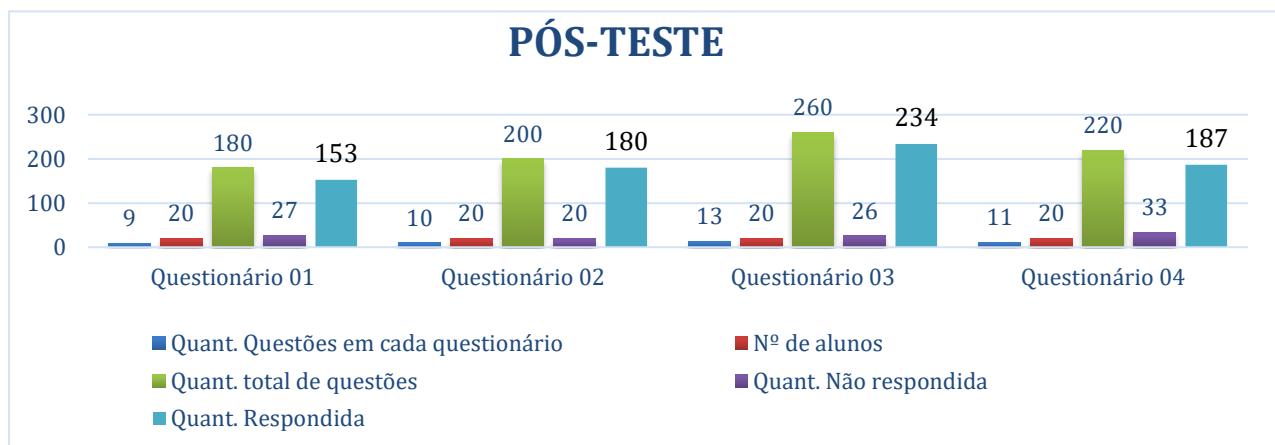
A aplicação dos questionários Pós-Teste, ocorreram após a gincana e estudo dos alunos e estes foram novamente orientados a não marcar nenhuma alternativa caso não soubessem a resposta, os resultados analisados estão na tabela 03 e nos gráficos 04, 05 e 06.

**Tabela 03 – Pós-Teste**

Pré-teste	Quant. questões de cada questionário	Nº de alunos	Quant. total de questões	Quant. não respondida	Não respondida (%)	Quant. respostas certas	Resposta certa (%)	Quant. respostas erradas	Resposta errada(%)
Questionário 01	09	20	180	27	15%	144	80%	9	5%
Questionário 02	10	20	200	20	10%	140	70%	40	20%
Questionário 03	13	20	260	26	10%	156	60%	78	30%
Questionário 04	11	20	220	33	15%	143	65%	44	20%

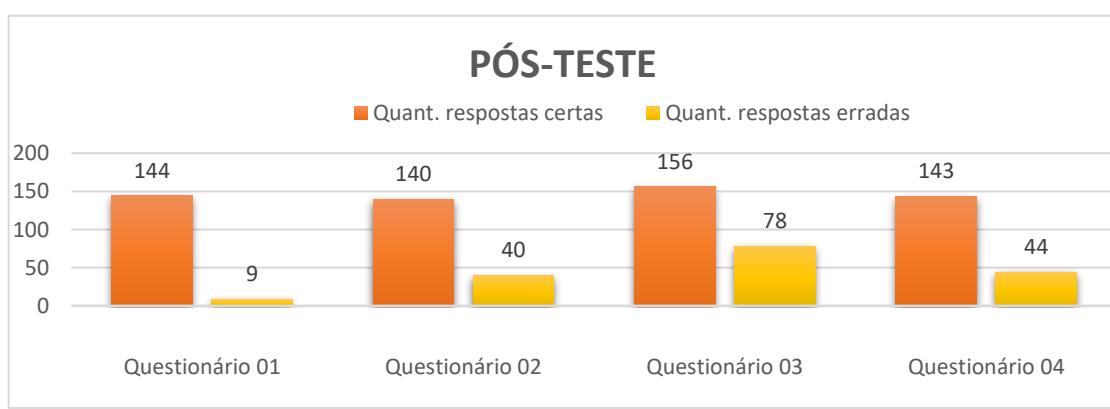
Fonte: Próprio Autor, 2024

**Gráfico 04 – Pós-Teste**

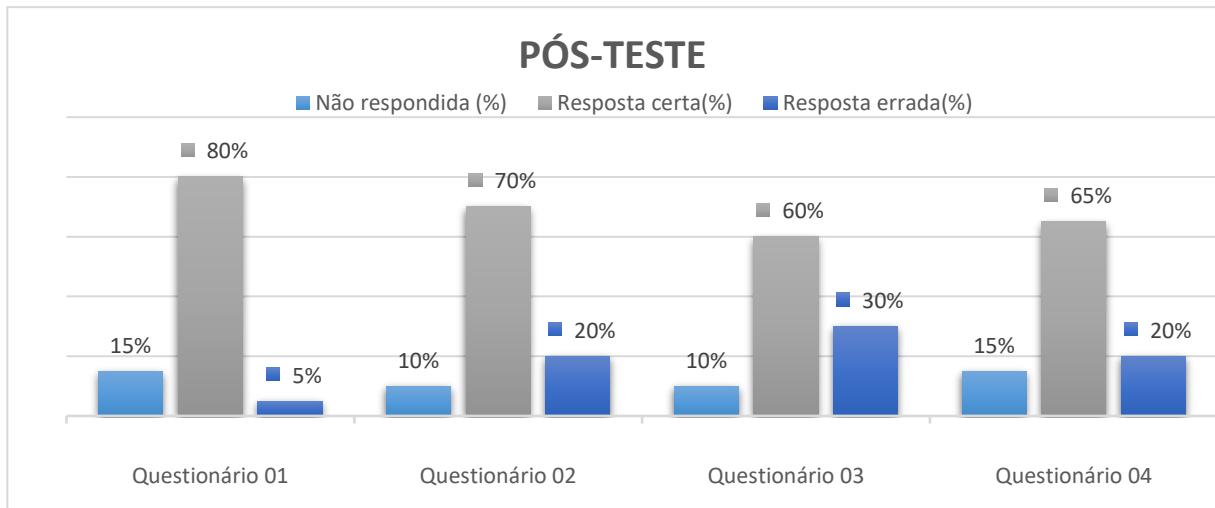


Fonte: Próprio Autor, 2024

**Gráfico 05 – Pós-Teste**



Fonte: Próprio Autor, 2024

**Gráfico 06 – Pós-Teste**

Fonte: Próprio Autor, 2024

Analizando os gráficos do pós-teste, observa-se:

Questões respondidas 153 no questionário 01 (85% do total) e 144 estavam corretas, o que representa 80% de acerto em relação ao total de questões. No questionário 02 foram respondidas 180 questões (90% do total) e destas 140 estavam corretas, o que representa 70% de acerto em relação ao total de questões. Observando o questionário 03, tivemos 234 questões respondidas (90% do total) e destas 156 estavam corretas, o que representa 60% de acerto em relação ao total de questões. No questionário 04 observamos que 187 questões foram respondidas (85% do total) e destas 143 estavam corretas o que representa 65% de acerto em relação ao total de questões. O pós-teste revelou um desempenho excepcional dos alunos, com: Média de questões respondidas acima de 85% das questões em cada questionário; média de acerto em cada questionário acima de 60% e média de erro em cada questionário abaixo de 30%.

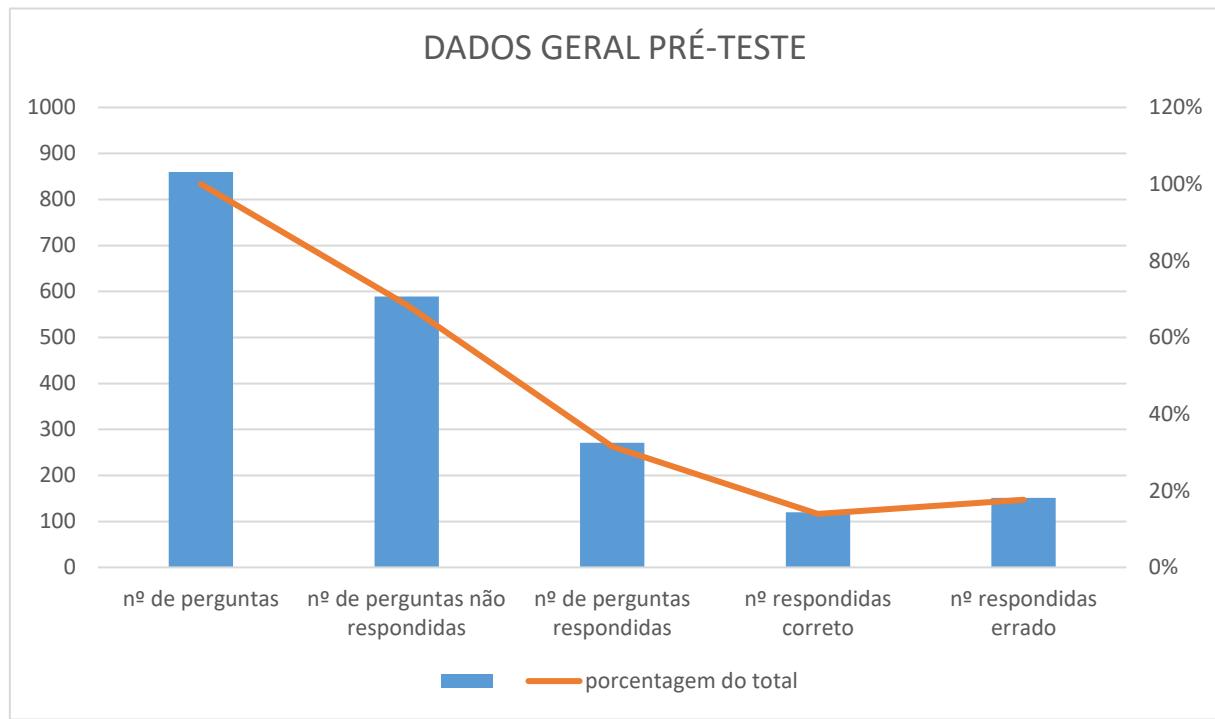
Esses resultados comprovam a eficácia do plano de ensino e da abordagem e ferramentas educacionais utilizadas. Os alunos demonstraram uma compreensão mais profunda da vida e contribuição dos físicos e habilidades de análise e resolução de problemas desenvolvidas. A melhoria significativa em relação ao pré-teste é um indicativo claro do sucesso do processo de ensino-aprendizagem.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se neste trabalho aplicar um *game* voltado para estudantes do Ensino Médio, baseada e estruturada nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, na perspectiva de Moreira (2011), valendo-se para isso de um *game* de perguntas e respostas entre os estudantes. Foi abordado a história de vida dos Físicos famosos presentes nos conteúdos do Ensino Médio.

Cada um dos 20 alunos participantes recebeu 04 questionários contendo 43 questões totalizando um número de 860 perguntas a serem respondidas. Foi explicado aos discentes que as perguntas que eles não soubessem poderiam deixar em branco. Obteve-se os seguintes resultados para o pré-teste: 589 questões não respondidas (ou seja 68,5%). 271 questões respondidas (ou seja 31,5%). 120 questões respondidas correto, o que representa 44,3 % das respondidas e 151 questões respondidas errado o que representa 55,7% das respondidas. Considerando todas as 860 perguntas, 120 respondidas corretamente representa 13,95% de acerto, estes dados podem ser vistos no gráfico a seguir:

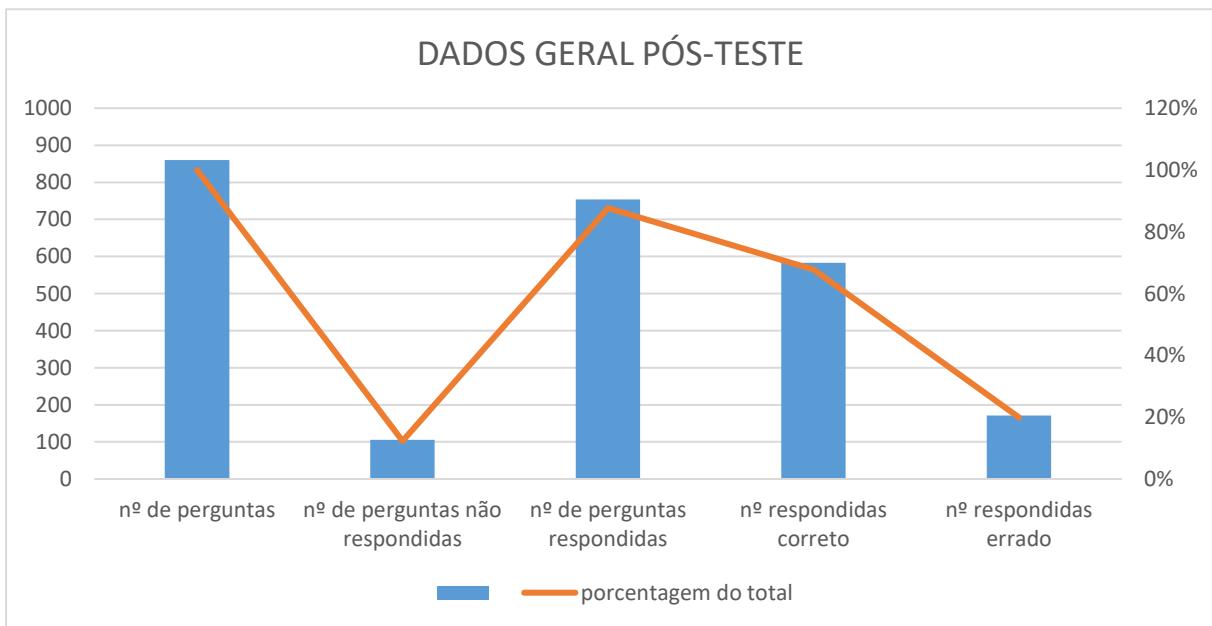
**Gráfico 07 – DADOS CONSOLIDADOS PRÉ-TESTE**



Fonte: Próprio Autor, 2024

Ao analisarmos os resultados do pós-teste, obteve-se os seguintes dados: 106 questões não foram respondidas (ou seja 12,3%), visto que os discentes novamente foram orientados a não responderem se não soubessem. 754 questões respondidas (ou seja 87,7%). 583 questões respondidas correto, o que representa 77,3 % das respondidas e 171 questões respondidas errado o que representa 22,7% das respondidas. Analisando todas as 860 perguntas, 583 respondidas corretamente representa 67,8% de acerto. estes dados podem ser vistos no gráfico a seguir:

**Gráfico 08 – DADOS CONSOLIDADOS PÓS-TESTE**



Fonte: Próprio Autor, 2024

Esta pesquisa proporcionou uma oportunidade única para ensinar e aprender sobre físicos famosos e a história da Física através de biografias detalhadas e quizzes interativos. Com sua interface intuitiva e recursos tecnológicos avançados, o aplicativo proporcionou uma experiência de usuário envolvente e educativa. A combinação de *Kotlin*, *Android Studio* e as diversas bibliotecas utilizadas garantiram que o aplicativo é robusto, eficiente e moderno. O Biografia da Física é uma ferramenta valiosa para estudantes, entusiastas da Física e qualquer pessoa interessada em conhecer mais sobre os cientistas que moldaram nosso entendimento do mundo físico.

Diante do exposto pode-se afirmar que a aplicação do produto educacional cumpriu com os objetivos que propõe a BNCC com relação a Ludicidade no ensino de Física do Ensino Médio: I desenvolver habilidades cognitivas, socioemocionais e

motoras. II estimular a criatividade, imaginação e resolução de problemas. III promover a interação social, cooperação e comunicação.

A Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel foi colocada em prática durante a aplicação deste produto educacional e mostrou-se bastante eficaz. Os alunos relacionaram as histórias de vida dos físicos com suas próprias experiências e conhecimentos prévios, além de compreenderem o contexto histórico e social envolvido. Observou-se que os alunos conseguiram conectar os fatos da vida dos cientistas com eventos históricos ou características sociais do período. Os alunos fizeram conexões entre os desafios e conquistas dos cientistas e suas próprias vivências ou aspirações. Os alunos conseguiram vencer seus medos de errar e encarar o desafio de responder com os conhecimentos que já possuíam (conhecimentos prévios). Constatou-se que conseguiram após estudar as biografias melhorar seus conhecimentos, ou seja, tornaram-se participativos e entenderam que devem ser autores principais na busca do seu próprio saber, buscando sempre ajuda de seus educadores que devem sanar as dúvidas e orientá-los, mostrando as formas possíveis de se adquirir, confrontar, aperfeiçoar e construir novos conhecimentos para compreensão e explicação do mundo e seus fenômenos.

Finalmente, enfatizamos que a formação e o aprimoramento proporcionados pelo Mestrado Profissional aos docentes de Física são essenciais para modernizar e aplicar a prática pedagógica em sala de aula, auxiliando em um processo de ensino-aprendizagem mais eficaz e relevante para todos os participantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. A. DE. **Contribuição para o estudo do uso de aplicativos de smartphone no ensino de Física.** Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2015.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Paralelo, 2003.
- ARAÚJO, R. P. de. **As dificuldades na aprendizagem de física no ensino médio da Escola Estadual Dep. Alberto de Moura Monteiro.** 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Angical do Piauí, 2015.
- ALVES, F. **Gamification: Como criar experiências de aprendizagem engajadoras.** DVS Editora, v. 3, f. 100, 2015.
- ASEVEDO, L. L.; SILVA, P. N. **Um modelo adaptativo para dispositivos móveis no ensino de cálculo.** Artigo apresentado no XI ENEM: Encontro Nacional de Educação Matemática, Curitiba, PR, 18-21 de julho, 2013.
- BORDIN, G. D.; FRANÇA, I. H.; BEZERRA JÚNIOR, A. G. Desenvolvimento e utilização de um aplicativo móvel brasileiro para vídeo análise: Vídeo analisando. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, 2022.
- BORUCHOVITCH, E., BZUNEK, J. A. (Orgs.), (2010). **Aprendizagem: Processos Psicológicos e o Contexto Social na Escola.** Petrópolis: Vozes. Original publicado em 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.
- CARVALHO, R. **O que é a gamificação e como ela funciona?** Edools. 2016.
- CIARAMITARO, B. (org). **Mobile technology consumption: opportunities and challenges**, IGI Global, Hershey, 2012.
- COLL, C.; MONEREO, C. **Psicología da educación virtual: aprender e ensinar com as tecnologías da información e da comunicación.** Porto Alegre: Artmed, 2010.
- COSTA, R., FURTADO, M. E PINHEIRO, W. Dispositivos móveis: desafios para o marketing, Obra Digital: **Revista de Comunicación**, n. 2, p. 6-13, 2012.

COSTA JÚNIOR, J. F.; LIMA, P. P. de .; ARCANJO, C. F. .; SOUSA, F. F. de .; SANTOS, M. M. de O. .; LEME, M. .; GOMES, N. C. . Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. **Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, [S. I.], v. 5, p. 51–68, 2023. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/70>. Acesso em: 17.07.24.

DÖRNER, R., GÖBEL, S., EFFELSBERG, W., & WIEMEYER, J. **Serious Games: Foundations, Concepts and Practice**. New York: Springer, 2016.

ECO, U. **Como se faz uma tese**. São Paulo: Perspectiva, 2020.

ELGAZZAR, K., MARTIN, P., E HASSANEIN, H. Mobile web services: state of the art and challenges, **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, vol. 5, n. 3, p. 173-188, 2014.

ESTEVAM, R. S. et al. Produção e avaliação de um aplicativo móvel para ensino de química ambiental. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 17, n. 38, p. 22-33, 2021.

FARDO, MARCELO LUÍS. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. Dissertação. Mestrado em Educação. Universidade de Caxias do Sul, p.106, 2014.

FEITOR, C. D. C., SILVA, M. P. **Perspectivas sobre a adoção de estratégias de BYOD em uma instituição de ensino superior**. XVI SEMEAD: Seminários em Administração, São Paulo, SP, 2013.

FERRARINI, R., SAHEB, D., TORRES, P. L. Metodologias ativas e tecnologias digitais. **Revista Educação em Questão**, v. 57, n. 52, 2019.

FERREIRA, A. J. S. et al. A utilização do aplicativo “física interativa” no ensino de Física. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. 1-9, 2021.

FRANÇA, V. M. Fatores favoráveis à aceitação de aplicativos móveis: um estudo com alunos de uma instituição pública de ensino. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão** v. 11, n. 1, p. 120-132, 2016.

GALVÃO, E. C. F., PÜSCHEL, V. A. A. Aplicativo multimídia em plataforma móvel para o ensino da mensuração da pressão venosa central, **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 46, n. spe, p. 107-115, 2012.

GRANDO, A.; TAROUCO, L. **O uso de jogos Educacionais do Tipo RPG na Educação**. 2008. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14403>> Acesso em: 04.03.24.

HALLIDAY, DAVID, 1916-2010, **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica** / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi – 10. Ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2016 iL; 28cm.

KISHIMOTO, M. T. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 2011.

KOCHAN, KEITY ALESANDRA; STACHESKI, GEISON CARLOS. **Dificuldades de aprendizagem em física**. Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso. 2020. Centro Universitário Internacional Uninter. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/1128> Acesso em: 04.07.24.

LEITE, B. S. APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS NO ENSINO DE ASTROQUÍMICA. Universidade Federal de Pernambuco. **Revista Debates em Ensino de Química**, 2017.

LIAO, C. W.; CHEN, C. H.; SHIH, S. J. The interactivity of video and collaboration for learning achievement, intrinsic motivation, cognitive load, and behavior patterns in a digital game-based learning environment. **Computers e Education**, v. 133, p. 43–55, 2019.

MANTOVANI, C. M. C. A. **Info-entretenimento na telefonia celular: informação, mobilidade e interação social em um novo espaço de fluxos**. Dissertação de Mestrado em Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2006.

MAYRINK, E. D., M. M., **O que fazer com os alunos que apresentam dificuldades de aprendizagem?** Reportagem do dia: 04 de outubro de 2012. Disponível em: <https://gestaoescolar.org.br/conteudo/1259/o-que-fazer-com-os-alunos-que-apresentam-dificuldades-de-aprendizagem>. Acesso em: 04.07.24.

MEDEIROS, A. F. C.; SOUSA, T. H. J. O.; BEZERRA, E. P.; SILVA, J. C. EASY-SRA: Um sistema de resposta à audiência para avaliação contínua, **Revista Renote**, v. 10, n. 3, p.1-10, 2012.

MORAES, D. A. F. & LIMA, C. M. A inter-relação do jovem adulto com os artefatos digitais na vida cotidiana: apropriações e implicações sociais, culturais e educacionais. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 17, n. 47, p. 32-49, 2019.

MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel**. IN: MASINI, Elcie F. Salzano; MOREIRA, Marcos Antônio (Org.). Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor, 2008a.

MOREIRA, M. A. La Teoria del Aprendizaje Significativo Crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporanea. **Revista Iberoamericana Educacion**, v. 31, n. 5, p. 9-20, 2012.

NICHELE, A.; SCHLEMMER, E. **Mobile Learning em Química: uma análise acerca dos aplicativos disponíveis para tablets**. Encontro de debates sobre o Ensino de Química, v. 1, n. 33, p. 1–8, 2013.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

NONNENMACHER, R. F. **Estudo do comportamento do consumidor de aplicativos móveis.** Monografia de graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, 2012.

OLIVEIRA, L. R.; MEDINA, R. D. M. (2007), **Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis: uma nova abordagem que contribui para a educação.** Disponível: em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/4aLeandro.pdf>> Acesso em: 04.03.24.

OLIVEIRA, H. S. de.; LIMA, M. de F. W. P. Utilização da Plataforma Khan Academy na Resolução de Exercícios de Matemática. **Scientia Indústria**, v. 5, n. 2, p. 66-72, 2017.

OLIVEIRA, H. C.; ROSSI, C. M. S. Desenvolvimento de um aplicativo com experiências e recursos para o ensino de física na educação básica. **Caderno de Física da UEFS**, v. 17, n. 1, p. 1501.1-1501.16, 2019.

PESSOTI, VICTOR BRITO. **O uso do RPG como ferramenta de ensino de História.** Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Fernando Pessoa. 95fl. Faculdade de Ciências Humanas e Sociais Porto, 2018.

PETERLICEAN, A. B.Y.O.T. in the Romanian higher education background. **Procedia Technology**, v. 12, p. 643-645, 2014.

PONTES, E. A. S. A Práxis do Professor de Matemática por Intermédio dos Processos Básicos e das Dimensões da Aprendizagem de Knud Illeris. **Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 2, p. 78-88, 2021.

REIS, H. M. **Concepção de um software de geometria interativa utilizando interfaces gestuais para dispositivos móveis.** Mestrado em Ciências de Computação e Matemática, Universidade de São Paulo-USP, São Carlos, SP, 2014.

REZENDE, BRUNO AMARANTE COUTO; MESQUITA, VÂNIA DOS SANTOS. **O uso de gamificação no ensino: uma revisão sistemática da literatura.** SBC – Proceedings of SB Games, p. 1004-1007, 2017.

SALAMI, A. D. G.; SILVA, E. R.; TISOTT, P. B.; DIAS, D. T. de A.; BOCCHESI, P. **Gamificação: a Proposição de um Modelo para Aplicação nas Empresas.** Caxias Do Sul, 2018. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucsppga/xviiimostrappga/paper/viewFile/6017/2019>> Acesso em 04.03.24.

SANTANA, W. K. F., CABRAL, A. A. & DA NÓBREGA, M. B. Novas tecnologias de informação e comunicação e o caso específico do blog: contribuição para o sistema educacional escolar. **Esferas**, v.13, 2019.

SANTOS, E. **O lúdico no processo ensino-aprendizagem. Fórum de Educação e Diversidade.** 2010. Disponível em: <[http://need.unemat.br/4\\_forum/artigos/elia.pdf](http://need.unemat.br/4_forum/artigos/elia.pdf)> Acesso em 04.03.24.

SENA, C. G.; FERNANDES, G. W. R. Tecnologias móveis: uma proposta didática de física para o uso do aplicativo “física lab resistores”. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 352-376, 2018.

SILVA, P. M., DIAS, G. A.; SENA JUNIOR, M. R. A importância da cultura na adoção tecnológica, o caso do Technology Acceptance Model -TAM, **Encontros Biblio**, v. 13, n. 26, 2008.

SILVA, M. S. C. D.; LEITE, Q. S. S.; LEITE, B. S. O vídeo como ferramenta para o aprendizado de química: um estudo de caso no sertão pernambucano. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, p. 1-15, 2016.

SOUZA, M. I. F., TORRES, T. Z., E AMARAL, S. F. **Bibliotecas digitais e dispositivos móveis: acesso a novos espaços de aprendizagem**. Artigo apresentado no XXIV Congresso Brasileiro de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação, Alagoas, 2011.

TIMBANE, S. A., AXT, M., & ALVES, E. (2015) **O celular na escola: vilão ou aliado**. Nuevas Ideas en Informática Educativa. TISE. p. 768-773. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/lelic/files\\_gerenciador\\_de\\_arquivos/artigo/2015/56/1452711749\\_o\\_celular\\_na\\_escola\\_vilao\\_ou\\_aliado.pdf](http://www.ufrgs.br/lelic/files_gerenciador_de_arquivos/artigo/2015/56/1452711749_o_celular_na_escola_vilao_ou_aliado.pdf)> Acesso em: 04.03.24.

## **ANEXOS**



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** APRENDIZAGEM DA HISTÓRIA DA FÍSICA ATRAVÉS DE GAMES: A IMPORTÂNCIA DOS APLICATIVOS MÓVEIS

**Pesquisador:** AURELINO RODRIGUES DE BRITO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 77482123.9.0000.5209

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 6.679.573

#### Apresentação do Projeto:

A pesquisa de Mestrado será conduzida na Unidade Escolar Prof. Neném Cavalcante, no município de Piripiri, estado do Piauí. O público-alvo da pesquisa será composto por 20 estudantes do Ensino Médio na modalidade EJA. Este estudo será fundamentado nas bases metodológicas da aprendizagem significativa de David Ausubel. Além disso, a pesquisa utilizará métodos qualitativos, incluindo entrevistas, observações e análise de

questionários, para compreender as perspectivas e conhecimentos prévios dos estudantes. A realização desta pesquisa visa contribuir para o avanço do conhecimento na área educacional, proporcionando subsídios relevantes para aprimorar as práticas pedagógicas e promover uma educação significativa e inclusiva. Adicionalmente, respeitar-se-ão todas as normas éticas e regulamentações aplicáveis à pesquisa com seres humanos, assegurando o anonimato e a privacidade dos participantes, bem como o consentimento informado de todos os envolvidos.

#### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo Primário:**

Desenvolver um aplicativo móvel digital para alunos do Ensino Médio objetivando motivar e dinamizar as aulas de Física, através de um aplicativo envolvendo a biografia dos principais físicos.

**Objetivo Secundário:**

**Endereço:** Rua Olavo Bilac, 2335

**Bairro:** Centro/Sul

**CEP:** 64.001-280

**UF:** PI

**Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3221-6658

**Fax:** (86)3221-4749

**E-mail:** comitedeeticauespi@uespi.br



Continuação do Parecer: 6.679.573

Investigar a importância dos aplicativos móveis no cenário educacional;  
Identificar as dificuldades encontradas pelos alunos na aprendizagem da história da Física;  
Aplicar um game para o ensino de Física constando as principais figuras dessa área científica

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Cansaço ou aborrecimento ao responder questionários; Constrangimento ao se expor durante a realização de testes de qualquer natureza; Risco de exposição e perda da confidencialidade. Medidas para a redução dos riscos: Limitar o acesso aos dados; Evitar informações que identificam o participante e Codificar registros.

Benefícios:

Proporcionar o aumento do conhecimento dos alunos sobre os assuntos abordados. Aplicativo gratuito para o aluno, onde ele poderá estudar em sua comunidade com amigos e familiares

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa viável e de grande alcance social.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foram apresentados:

- Folha de Rosto preenchida, assinada, carimbada e datada.
- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em linguagem clara e objetiva com todos os aspectos metodológicos a serem executados e/ou Termo de Assentimento (para menor de idade ou incapaz);
- Declaração da Instituição e Infra-estrutura em papel timbrado da instituição, carimbada, datada e assinada;
- Projeto de pesquisa na íntegra (word/pdf);
- Instrumento de coleta de dados EM ARQUIVO SEPARADO(questionário/entrevista/formulário/roteiro);

Apesar de não constar os riscos de forma completa e a forma de assistência no projeto, o pesquisador citar de forma clara e corretamente tanto no TCLE quanto no TALE.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

De acordo com a análise, conforme a Resolução CNS/MS Nº466/12 e seus complementares, o presente projeto de pesquisa apresenta o parecer APROVADO por se apresentar dentro das normas de eticidade vigentes. Apresentar/Enviar o RELATÓRIO FINAL no prazo de até 30 dias após o encerramento do cronograma previsto para a execução do projeto de pesquisa.

**Endereço:** Rua Olavo Bilac, 2335

**Bairro:** Centro/Sul

**CEP:** 64.001-280

**UF:** PI

**Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3221-6658

**Fax:** (86)3221-4749

**E-mail:** comitedeeticauespi@uespi.br



Continuação do Parecer: 6.679.573

**Considerações Finais a critério do CEP:**

De acordo com a análise, conforme a Resolução Nº466/12 (CNS/MS) e seus complementares, o presente projeto de pesquisa apresenta o parecer APROVADO por se apresentar dentro das normas de eticidade vigentes.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJECTO_2204088.pdf	15/02/2024 08:15:47		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_infraestrutura.pdf	15/02/2024 08:15:27	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	15/02/2024 08:13:30	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
Outros	TALE.pdf	08/02/2024 18:45:45	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	08/02/2024 18:45:18	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhadoBrochuraInvestigador.docx	08/02/2024 18:44:44	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
Outros	ColetaDeDados.docx	08/02/2024 18:44:22	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	08/02/2024 18:44:07	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_pesquisadores.pdf	08/02/2024 18:43:47	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	08/02/2024 18:39:28	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJECTO_2204088.pdf	04/11/2023 20:20:33		Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_pesquisador_assinado.pdf	04/11/2023 20:19:23	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
TCLE / Termos de	tcle_assinado.pdf	04/11/2023	AURELINO	Aceito

**Endereço:** Rua Olavo Bilac, 2335

**Bairro:** Centro/Sul

**CEP:** 64.001-280

**UF:** PI

**Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3221-6658

**Fax:** (86)3221-4749

**E-mail:** comitedeeticauespi@uespi.br



Continuação do Parecer: 6.679.573

Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_assinado.pdf	20:14:29	RODRIGUES DE BRITO	Aceito
Folha de Rosto	AURELINO.pdf	04/11/2023 14:17:05	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito
Folha de Rosto	AURELINO.pdf	04/11/2023 14:17:05	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Recusado
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_BIOGRAFIA_DA_FISICA_AURE LINO_R_BRITO.pdf	28/08/2023 20:41:11	AURELINO RODRIGUES DE BRITO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

TERESINA, 01 de Março de 2024

---

Assinado por:  
**LUCIANA SARAIVA E SILVA**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Olavo Bilac, 2335

**Bairro:** Centro/Sul

**CEP:** 64.001-280

**UF:** PI

**Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3221-6658

**Fax:** (86)3221-4749

**E-mail:** comitedeeticauespi@uespi.br

## APÊNDICES



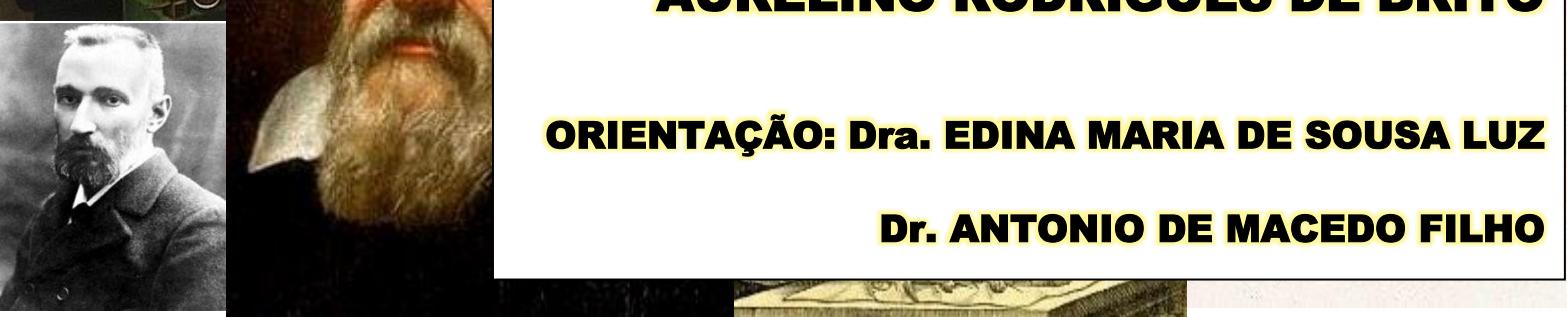
# APLICATIVO: BIOGRAFIA DA FÍSICA



**AURELINO RODRIGUES DE BRITO**

**ORIENTAÇÃO: Dra. EDINA MARIA DE SOUSA LUZ**

**Dr. ANTONIO DE MACEDO FILHO**





Aurelino Rodrigues de Brito

## APLICATIVO: BIOGRAFIA DA FÍSICA

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: APRENDIZAGEM DA HISTÓRIA DA FÍSICA ATRAVÉS DE GAMES: A IMPORTÂNCIA DOS APLICATIVOS MÓVEIS, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 66 – UESPI/PI Piripiri-PI, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):  
Professora Dra. Edina Maria de Sousa Luz  
Professor Dr. Antonio de Macedo Filho

Piripiri-PI  
2024

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por me iluminar durante esta árdua jornada acadêmica e por estar ao meu lado em todos os dias de minha vida.

A minha esposa Maria Camila Fontinele da Silva, pelo apoio, incentivo e compreensão de minhas ausências em determinados momentos, te amo. Aos amigos que me apoiaram mesmo nos momentos mais difíceis.

A meus orientadores Edina Maria de Sousa Luz e Antonio de Macedo Filho, pela dedicação profissional, paciência e compreensão.

A UESPI e aos professores que ministraram as disciplinas do curso, por dedicarem seu tempo e esforços para a formação de bons educadores, cobrando quando necessário e, sendo compreensivos quando preciso.

Aos meus amigos do curso por todos os momentos em que passamos juntos, alegres, tristes, apreensivos e risonhos. Espero que continuemos nossa relação de amizade mesmo após o fim curso.

Agradeço também a CAPES, pois o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>5</b>
<b>3. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>6</b>
3.1 Tecnologias Utilizadas: .....	6
3.1.1. <i>Kotlin</i> : .....	6
3.1.2. <i>Android Studio</i> :.....	6
3.1.3. <i>Navigation Component</i> :.....	6
3.1.4. <i>RecyclerView</i> :.....	6
3.1.5. <i>Quiz Generator</i> :.....	7
3.1.6. <i>Room Database</i> : .....	7
3.1.7. <i>WebView</i> : .....	7
3.1.8. <i>Material Design</i> : .....	7
3.2. Funcionalidades do Aplicativo: .....	7
3.2.1. <i>Games</i> :.....	7
3.2.2. Biografias: .....	9
<b>4. SUGESTÃO DE ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>11</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>12</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>12</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>13</b>

## APRESENTAÇÃO

Caro leitor e leitora,

Com o objetivo de aprimorar as condições do Ensino de Física, o programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) requer, obrigatoriamente, a elaboração de um produto educacional, com o objetivo de criar e divulgar novos meios e metodologias de aprendizagem para os professores do ensino básico. Atendendo a esta expectativa, este material explora as biografias dos físicos estudados no ensino médio.

O aplicativo Biografia da Física é uma plataforma educacional desenvolvida em *Kotlin* usando o *Android Studio*, que tem como objetivo oferecer aos alunos a oportunidade de aprender mais sobre a história da física, bem como testar seus conhecimentos através de *quizzes* interativos. O aplicativo é dividido em duas abas principais: "Games" e "Biografias".

O aplicativo pode ser baixado da nuvem através do link:  
[https://drive.google.com/file/d/1F8O8BjUps3mem2tMORL\\_lcrasygKxOT0/view?usp=drivesdk](https://drive.google.com/file/d/1F8O8BjUps3mem2tMORL_lcrasygKxOT0/view?usp=drivesdk)

Acredita-se que ao aprender sobre a vida de físicos famosos, os estudantes têm a oportunidade de entender o contexto histórico em que esses cientistas viveram e trabalharam e isso ajuda a conectar os conceitos científicos com as circunstâncias sociais, políticas e culturais da época.

Biografias de físicos notáveis podem inspirar os alunos, mostrando que a ciência é feita por pessoas reais com paixões, desafios e perseverança. Essas histórias podem motivar os estudantes a se dedicarem aos estudos científicos e a perseguirem suas próprias paixões.

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de aplicativos móveis no ensino de Física pode auxiliar na compreensão de conceitos básicos e no desenvolvimento de habilidades e capacidades para a resolução de problemas de forma significativa. Pretende-se, com esse trabalho, utilizar um game que trate das biografias de físicos importantes, bem como suas descobertas nas áreas de Mecânica, Termologia, Óptica, Ondulatória, Eletricidade, Eletromagnetismo e Física Moderna.

Estamos vivenciando uma realidade na qual a geração jovem é considerada como nativos digitais, a chamada geração Z, devido ao ambiente tecnológico que os rodeia. Os jogos em rede, os aplicativos e o acesso à internet encontram-se presentes na rotina diária desse público. Dessa forma, esse novo contexto tem impulsionado a utilização de aplicativos com fins educacionais (ESTEVAM *et al.*, 2021).

As ferramentas lúdicas voltadas para à didática educacional pode auxiliar os professores no processo da construção de conhecimentos relacionados às mais diversas áreas de ensino, desde que esteja integrada a metodologias fundamentadas no “processo de socialização, criatividade, planejamento estratégico e desenvolvimento cognitivo dos alunos, permitindo que o processo de construção do conhecimento seja desenvolvido de forma descontraída” (ESTEVAM *et al.*, 2021, p. 23).

Neste cenário, o emprego de instrumentos lúdicos no ensino de Física, como por exemplo, os jogos, acabam suscitando nos alunos a procura em superar as suas limitações em relação aos conhecimentos, proporcionando-lhes satisfação à medida em que essas vão sendo transpostas, tornando a aprendizagem mais dinâmica e divertida.

Percebe-se que o uso de aplicativos móveis pode ser uma atividade que possibilita um grande entusiasmo enquanto exige a compreensão do conteúdo. Então, acredita-se que o pensamento lógico e a inteligência são estimulados, assim como também contribuem para o desenvolvimento cognitivo, físico e social dos estudantes (LIAO *et al.*, 2019).

Estudos indicam que o ensino realizado através da ludicidade, em associação aos conhecimentos científicos, viabiliza um processo de aprendizagem prazeroso e eficiente. Todavia, muitos professores apontam para a falta de recursos didáticos digitais de qualidade e a falta de capacitação docente, referenciando o fato de não possuírem, em sua formação inicial, didáticas relativas ao uso das tecnologias modernas (BORDIN *et al.*, 2022).

Por sua vez, a Física é uma disciplina abrangente e, desse modo os seus conteúdos podem ser trabalhados de modo multidisciplinar, ou seja, podem ser associados à Química, à

Biologia e outras áreas, o que, se transforma em uma ferramenta essencial para a solidificação e compreensão dos fenômenos físicos (BORDIN *et al.*, 2022).

O aplicativo “BIOGRAFIA DA FÍSICA” se destina a professores do Ensino Médio, com objetivo motivar e dinamizar as aulas de Física, ajudando os alunos a conhecerem a história de vida dos principais físicos presentes na grade de conteúdos do Ensino Médio e também aplicar um game para o ensino de física constando as principais figuras dessa área científica.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o advento da internet as informações fluem de forma extremamente rápida permitindo que vários conteúdos digitais possam ser compartilhados. Tal fato permite que instrumentos de aprendizagem possam ser utilizados vislumbrando o favorecimento do ensino aprendizagem.

Diante desta perspectiva, a utilização de aplicativos móveis no ensino de Física contribui para uma aprendizagem significativa, visto que o professor pode construir, junto com seus alunos, novos modos de ensinar e de aprender. Neste contexto, a escola deixa de lado a ideia de simples transmissora de conteúdos e passa a ser um local no qual o cerne de tudo é o aprendizado (FERREIRA *et al.*, 2021).

Percebe-se que a experimentação em aula propicia à interação, observação dos alunos dos conceitos teóricos explicados em sala e entendimento dos objetivos de alguns assuntos estudados e de suas finalidades”, auxiliando na compreensão de conceitos básicos e no desenvolvimento de habilidades e capacidades para a resolução de problemas (OLIVEIRA e ROSSI, 2019, p. 1501.3).

O ensino de Física, por várias vezes é fornecido por meio de situações descontextualizadas que acarretam em desinteresse e dificuldades dos alunos relacionados com a aplicação do conhecimento físico para descrever, ler e interpretar a realidade. No entanto, observa-se que “há uma crítica crescente ao ensino muito focado na aprendizagem mecânica, na preparação para as provas”, sendo esse o motivo pelo qual são apresentadas alternativas para que a aprendizagem em Física seja significativa (BORDIN, *et al.* 2022, p. 1).

A maioria das aulas de Física encontram-se baseadas em resolução de lista de exercícios, leitura e livro didático, bem longe de aplicar novas práticas que relacionem o

conteúdo trabalhado com o dia-a-dia dos alunos. Neste universo, inserem-se os aplicativos móveis como sendo uma inovação no ensino de Física (SENA e FERNANDES, 2018).

Desta maneira, ressalta-se que os aplicativos móveis podem ser considerados programas educativos projetados com a colaboração de profissionais de diversas áreas e voltados para a contextualização do processo de ensino aprendizagem. Em contrapartida, verifica-se a necessidade de que os docentes estejam preparados para desenvolver metodologias de ensino com diversos recursos digitais (SENA e FERNANDES, 2018).

### **3. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

#### **3.1 Tecnologias Utilizadas:**

##### *3.1.1. Kotlin:*

*Kotlin* é a linguagem de programação utilizada para desenvolver o aplicativo Biografia da Física. *Kotlin* é uma linguagem moderna, interoperável com o Java e oferece vantagens como segurança de tipo, *null safety* e sintaxe concisa, facilitando o desenvolvimento de aplicativos *Android* robustos e eficientes.

##### *3.1.2. Android Studio:*

O *Android Studio* é a IDE (Integrated Development Environment) oficial do *Android* e foi a ferramenta utilizada para desenvolver o aplicativo Biografia da Física. O *Android Studio* oferece uma variedade de recursos para facilitar o desenvolvimento, incluindo ferramentas de depuração, *layout* editor, emulador e integração com o SDK do *Android*.

##### *3.1.3. Navigation Component:*

O *Navigation Component* é um conjunto de bibliotecas que facilita a navegação entre diferentes destinos (fragmentos e atividades) em um aplicativo *Android*. Ele foi utilizado para criar a navegação entre as duas abas principais do aplicativo, "Games" e "Biografias", garantindo uma experiência de usuário fluida e consistente.

##### *3.1.4. RecyclerView:*

O *RecyclerView* é uma *View* avançada no *Android* que permite a exibição eficiente de grandes conjuntos de dados em listas ou grades. Foi utilizado na aba "Biografias" para exibir a lista de físicos famosos com suas respectivas biografias, proporcionando uma interface amigável e responsiva para os usuários navearem pelas informações.

### 3.1.5. *Quiz Generator*:

Para a funcionalidade de *quizzes* de física na aba "Games", um sistema de geração de *quizzes* foi desenvolvido. Ele seleciona perguntas de um banco de dados contendo questões de física, apresentando-as aos alunos de forma interativa.

### 3.1.6. *Room Database*:

O *Room* é uma biblioteca de persistência do *Android* que fornece uma camada de abstração sobre o *SQLite*. Foi utilizado para criar e gerenciar o banco de dados interno do aplicativo que armazena as biografias dos físicos famosos.

### 3.1.7. *WebView*:

A *WebView* é uma *View* que permite exibir páginas web no aplicativo. Foi utilizada para exibir as biografias dos físicos famosos em formato HTML, permitindo que os usuários acessem informações adicionais por meio de links e referências externas.

### 3.1.8. *Material Design*:

O aplicativo Biografia da Física adota o *Material Design*, uma diretriz de *design* do Google que oferece uma experiência de usuário visualmente atraente e consistente. O uso de componentes do *Material Design*, como botões, *cards* e ícones, proporciona uma aparência moderna e intuitiva ao aplicativo.

## 3.2. Funcionalidades do Aplicativo:

### 3.2.1. *Games*:

A aba "Games" do aplicativo Biografia da Física oferece *quizzes* interativos sobre as contribuições dos físicos. O *Quiz Generator* seleciona perguntas de física de uma base de dados, apresentando-as aos usuários em um formato de pergunta e opções de resposta. Os usuários podem selecionar suas respostas e receber feedback imediato sobre sua precisão.

Esta aba é dividida em quatro blocos: Mecânica; Física Moderna; Termologia, Óptica e Ondulatória; Eletricidade, Magnetismo e Eletromagnetismo.

No bloco de Mecânica existem 09 *quizzes* sobre as biografias de: Arquimedes; Galileu Galilei; Isaac Newton; James Prescott Joule; Johannes Kepler; Blaise Pascal e Simon Stevin.

No bloco de Física Moderna existem 11 *quizzes* sobre as biografias de: Niels Bohr; Albert Einstein; Max Planck; Louis de Broglie; Stefan Josef; Edwin Powell Hubble; Werner Heisenberg e Erwin Schrodinger.

No bloco de Termologia, Óptica e Ondulatória existem 10 *quizzes* sobre as biografias de: Anders Celsius; Daniel Gabriel Fahrenheit; Lord Kelvin; Fourier; Clapeyron; Sadi Carnot; Heinrich Hertz; Christian Huygens e Doppler.

No bloco de Eletricidade, Magnetismo e Eletromagnetismo existem 13 *quizzes* sobre as biografias de: Benjamun Franklin; Coulomb; Michael Faraday; Alessandro Volta; James Watt; Ampère; Georg Simon Ohm; Nicola Tesla; Pierre Curie; Marie Curie; Lenz e Maxwell.



## Biografia da Física



## Biografia da Física



10:56 ☀ 0 100% 92% ⚡

Biografia da Física Home ⋮

## Quiz

**DE QUEM ESTAMOS FALANDO?**

Determinou a relação entre trabalho mecânico e calor, mostrando que a energia gasta na realização de uma atividade pode ser convertida em calor. Essa relação foi determinante para a formulação da Primeira Lei da Termodinâmica, lei que impulsionou os estudos referentes às máquinas térmicas, equipamentos que contribuíram para a Revolução Industrial.

a) Simon Stevin  
b) Galileu Galilei  
c) Isaac Newton  
d) Joule

[Voltar](#)

2 3 4 5 6 7 8 9

9:38 ☀ 0 100% 83% ⚡

Biografia da Física Home ⋮

## Quiz

**DE QUEM ESTAMOS FALANDO?**

Determinou a relação entre trabalho mecânico e calor, mostrando que a energia gasta na realização de uma atividade pode ser convertida em calor. Essa relação foi determinante para a formulação da Primeira Lei da Termodinâmica, lei que impulsionou os estudos referentes às máquinas térmicas, equipamentos que contribuíram para a Revolução Industrial.

a) Simon Stevin  
b) Galileu Galilei  
c) Isaac Newton  
d) Joule

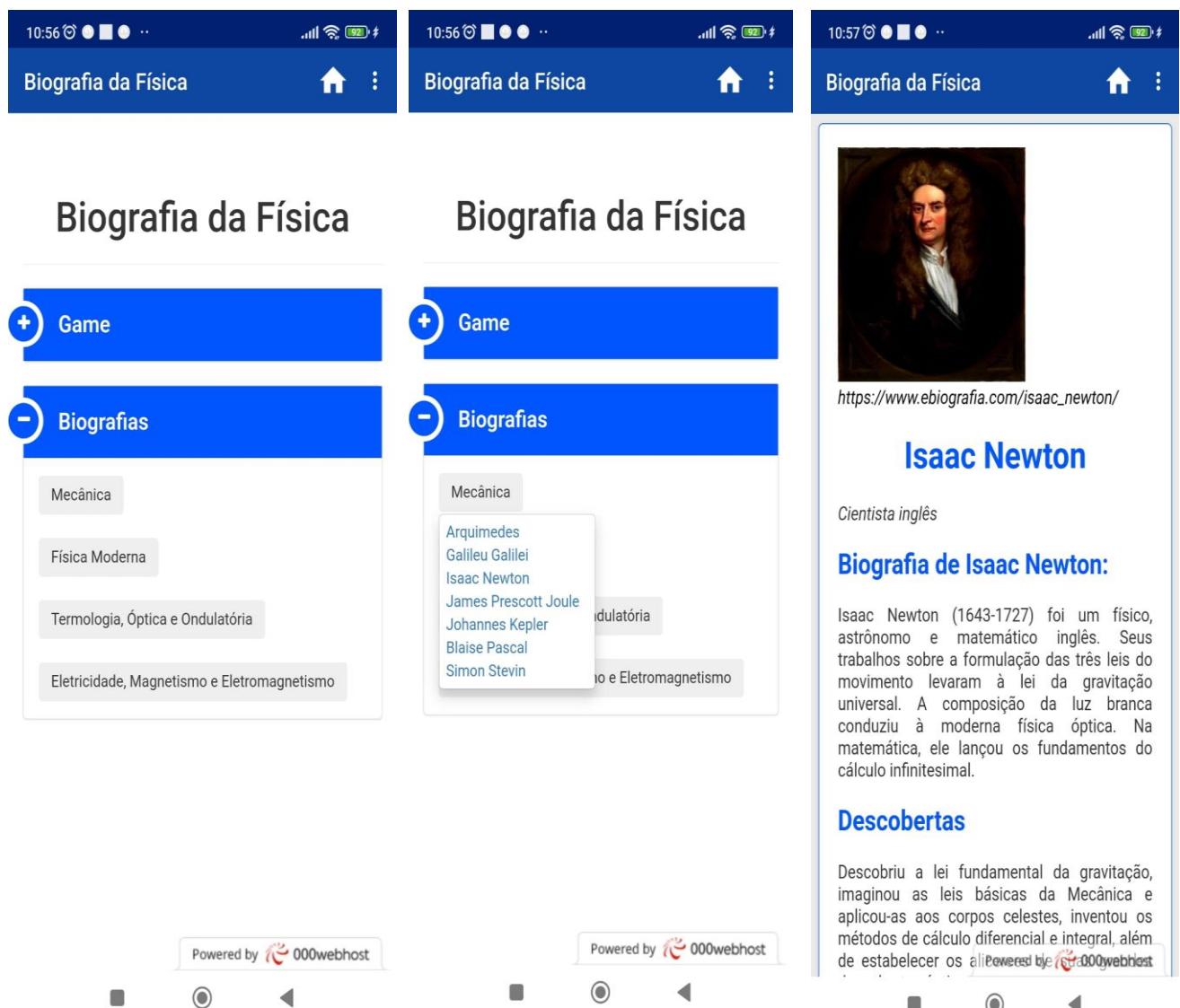
**Parabéns! Você acertou!**

[Voltar](#)

2 3 4 5 6 7 8 9

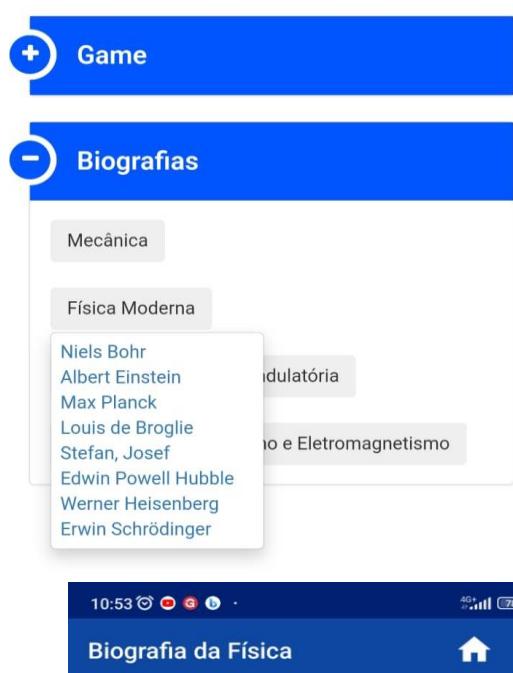
### 3.2.2. Biografias:

A aba "Biografias" apresenta uma lista de físicos famosos e suas biografias. As biografias são armazenadas em um banco de dados interno usando a biblioteca *Room*, permitindo acesso e carregamento rápido. Os usuários podem rolar pela lista para encontrar físicos específicos e clicar em seus nomes para acessar suas biografias completas em uma *WebView*. A *WebView* também oferece suporte para navegação externa, permitindo que os usuários acessem informações adicionais através de *links*.

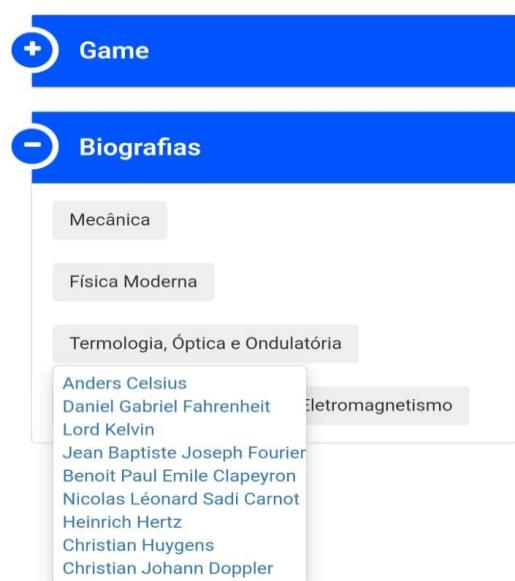




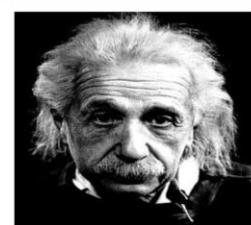
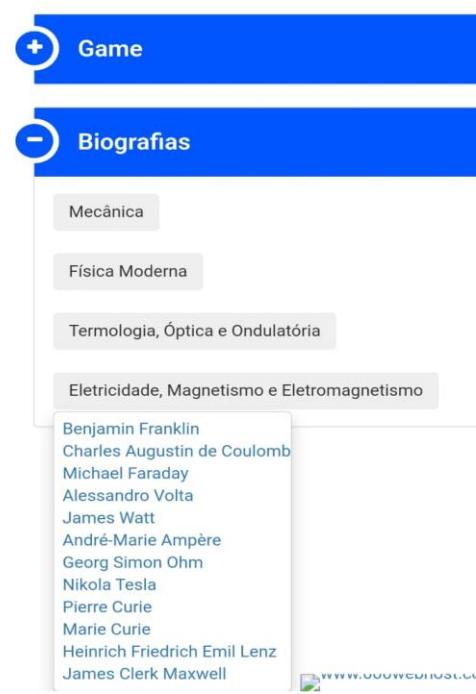
## Biografia da Física



## Biografia da Física



## Biografia da Física



[https://www.ebiografia.com/albert\\_einstein/](https://www.ebiografia.com/albert_einstein/)

### Albert Einstein

Físico alemão

#### Biografia de Albert Einstein

Albert Einstein (1879-1955) foi um físico e matemático alemão, considerado um dos maiores gênios da humanidade. Ele é mundialmente conhecido por suas contribuições para a física teórica, especialmente por desenvolver a Teoria da Relatividade e formular a famosa equação  $E=mc^2$ . Einstein também recebeu o Prêmio Nobel de Física por suas descobertas sobre a lei dos efeitos fotoelétricos.

#### Início da Vida e Contribuições Iniciais

Nascido em 14 de março de 1879, na cidade de Ulm, Alemanha, Einstein mostrou interesse pela ciência desde jovem. Em 1905, conhecido como "Anus Mirabilis", [www.ebiografia.com/albert\\_einstein/](http://www.ebiografia.com/albert_einstein/)

Confira o vídeo tutorial de como instalar e usar o aplicativo:  
[https://youtu.be/wkaJk2jUWBM?si=u-qOi3\\_a3Ef6HxbT](https://youtu.be/wkaJk2jUWBM?si=u-qOi3_a3Ef6HxbT)

## 4. SUGESTÃO DE ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O primeiro passo antes da aplicação do produto educacional é verificar qual o nível de conhecimento a turma tem sobre o assunto. O professor irá aplicar um pré-teste com 04 questionários contendo perguntas a respeito das contribuições dos físicos, isto antes dos alunos terem acesso ao aplicativo, para verificar o nível de conhecimento prévio deles.

Depois desta etapa o professor terá um panorama do conhecimento dos estudantes. Assim o aplicativo será repassado para os alunos que deverão estudar as biografias para responder *quizzes* envolvendo o assunto.

Após o tempo necessário para os alunos estudarem as biografias, o professor organizará uma gincana, dividindo a turma em dois ou três grupos a fim de criar uma competição entre os mesmos, os quais deverão acertar as respostas dos *quizzes* constantes nesse game.

Por fim, será aplicado os mesmos 04 questionários que eles responderam no início das aulas, a fim de verificar o quanto eles realmente aprenderam a respeito dos conteúdos trabalhados.

Tabela 1 – Roteiro de aplicação do produto educacional

Nº de Horas aula	Tópico	Recurso
02	Aplicação do pré-teste	Questionários impressos em papel A4
02	Instalação do aplicativo nos <i>smartphones Android</i> dos alunos	Aplicativo Biografia da Física.
03	Aplicação da gincana	Datashow e computador (com emulador de <i>Android</i> instalado) para reproduzir o aplicativo Biografia da Física e transmitir no quadro.
02	Aplicação do pós-teste	Questionários impressos em papel A4

O aplicativo “BIOGRAFIA DA FÍSICA” foi construído por um profissional de tecnologia da informação, foi gasto um valor de R\$ 700,00 (setecentos reais) para sua aquisição. Todos os custos necessários para a criação e aplicação deste produto educacional foi com recursos próprios do autor.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto educacional proporciona aos professores do ensino médio e aos alunos uma oportunidade única para ensinar e aprender sobre físicos famosos e a história da física através de biografias detalhadas e *quizzes* interativos. Com sua interface intuitiva e recursos tecnológicos avançados, o aplicativo proporciona uma experiência de usuário envolvente e educativa. A combinação de *Kotlin*, *Android Studio* e as diversas bibliotecas utilizadas garantem que o aplicativo seja robusto, eficiente e moderno. O Biografia da Física é uma ferramenta valiosa para estudantes, entusiastas da física e qualquer pessoa interessada em conhecer mais sobre os cientistas que moldaram nosso entendimento do mundo físico.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORDIN, G. D.; FRANÇA, I. H.; BEZERRA JÚNIOR, A. G. Desenvolvimento e utilização de um aplicativo móvel brasileiro para videoanálise: Videoanalisando. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, 2022.

ECO, U. **Como se faz uma tese**. São Paulo: Perspectiva, 2020.

ESTEVAM, R. S. et al. Produção e avaliação de um aplicativo móvel para ensino de química ambiental. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 17, n. 38, p. 22-33, 2021.

FERREIRA, A. J. S. et al. A utilização do aplicativo “física interativa” no ensino de Física. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. 1-9, 2021.

LIAO, C. W.; CHEN, C. H.; SHIH, S. J. *The interactivity of video and collaboration for learning achievement, intrinsic motivation, cognitive load, and behavior patterns in a digital game-based learning environment*. **Computers e Education**, v. 133, p. 43–55, 2019.

OLIVEIRA, H. C.; ROSSI, C. M. S. Desenvolvimento de um aplicativo com experiências e recursos para o ensino de física na educação básica. **Caderno de Física da UEFS**, v. 17, n. 1, p. 1501.1-1501.16, 2019.

SENA, C. G.; FERNANDES, G. W. R. Tecnologias móveis: uma proposta didática de física para o uso do aplicativo “física lab resistores”. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 352-376, 2018.

## APÊNDICE

## QUESTIONÁRIO 1 – MECÂNICA

### DE QUEM ESTAMOS FALANDO?

**1.** Físico, matemático e inventor grego, viveu nos anos 287–212 a.C, contribuiu na invenção da “alavanca” e explicou as forças que agem no interior de líquidos e gases, área de estudo da Hidrostática.

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| <b>a) Isaac Newton</b>   | <b>b) Nikola Tesla</b> |
| <b>c) Jhannes Kepler</b> | <b>d) Arquimedes</b>   |

**2.** Matemático, físico, astrônomo e filósofo italiano, contestou a teoria de Aristóteles de que a Terra era o centro de todos os movimentos celestes; com sua luneta, mostrou que Júpiter também era um centro astral com quatro satélites girando à sua volta e descobriu os anéis de Saturno.

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| <b>a) Isaac Newton</b>   | <b>b) Galileu Galilei</b> |
| <b>c) Jhannes Kepler</b> | <b>d) Arquimedes</b>      |

**3.** Matemático, físico, astrônomo e filósofo italiano, criticou abertamente as “leis do movimento” enunciadas por Aristóteles, que afirmavam que “um corpo leve cai mais devagar do que um pesado”, e formulou que: “Dois corpos caindo a um só tempo de alturas iguais tocarão o solo no mesmo instante, apesar da diferença de peso”.

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| <b>a) Isaac Newton</b>   | <b>b) Galileu Galilei</b> |
| <b>c) Jhannes Kepler</b> | <b>d) Arquimedes</b>      |

**4.** Físico, astrônomo e matemático inglês. Seus trabalhos sobre a formulação das três leis do movimento levaram à lei da gravitação universal.

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| <b>a) Isaac Newton</b>   | <b>b) Nikola Tesla</b> |
| <b>c) Jhannes Kepler</b> | <b>d) Arquimedes</b>   |

**5.** Formulou a Lei da Inércia na qual afirma: “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele.”

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| <b>a) Isaac Newton</b>   | <b>b) Nikola Tesla</b> |
| <b>c) Jhannes Kepler</b> | <b>d) Arquimedes</b>   |

**6.** Determinou a relação entre trabalho mecânico e calor, mostrando que a energia gasta na realização de uma atividade pode ser convertida em calor. Essa relação foi determinante para a formulação da Primeira Lei da Termodinâmica, lei que impulsionou

nou os estudos referentes às máquinas térmicas, equipamentos que contribuíram para a Revolução Industrial.

- a) Simon Stevin**  
**c) Isaac Newton**

- b) Galileu Galilei**  
**d) Joule**

**7.** Matemático e astrônomo alemão, foi responsável pela elaboração das “Leis do Movimento Planetário”:

*A primeira lei afirma que os planetas do sistema solar giram ao redor do sol e descreve órbitas elípticas, aproximadamente circulares.*

*A segunda lei demonstra que a velocidade do movimento se adapta à posição do planeta na curva elíptica de modo uniforme, ainda que não constante.*

*A terceira lei estabelece uma proporção fixa entre o raio da órbita e o tempo que o planeta leva para descrevê-la.*

- a) Isaac Newton**  
**c) Jhannes Kepler**

- b) Nikola Telas**  
**d) Joule**

**8.** Inventou uma pequena máquina de calcular, a primeira calculadora manual que se conhece, mantida atualmente no Conservatório de Artes e Medidas de Paris. Em sua homenagem foi nomeada a unidade padrão de pressão no Sistema Internacional de Unidades (SI).

- a) Isaac Newton**  
**c) Pascal**

- b) Nikola Telas**  
**d) Joule**

**9.** Engenheiro, físico e matemático que nasceu em 1548 em Bruges na Bélgica, formulou: Princípios de estática, uma espécie de continuação dos trabalhos de Arquimedes (teoria da alavanca, centro de gravidade dos corpos, etc., e o teorema dos planos inclinados), Aplicações de estática e Princípios de hidrostática, uma notável contribuição ao estudo da hidrostática, entre outros assuntos, tratando sobre o deslocamento de corpos mergulhados em água e a explicação do paradoxo da hidrostática - pressão independente da forma do recipiente.

- a) Isaac Newton**  
**c) Stevin**

- b) Nikola Telas**  
**d) Joule**

**GABARITO****QUESTIONÁRIO 1 – MECÂNICA**

01 – ***d) Arquimedes***

02 – ***b) Galileu Galilei***

03 – ***b) Galileu Galilei***

04 – ***a) Isaac Newton***

05 – ***a) Isaac Newton***

06 – ***d) Joule***

07 – ***c) Jhannes Kepler***

08 – ***c) Pascal***

09 – ***c) Stevin***

**QUESTIONÁRIO 2 – TERMOLOGIA, ÓPTICA E ONDULATÓRIA**  
**DE QUEM ESTAMOS FALANDO?**

1\_. Nasceu no dia 27 de novembro de 1701 na cidade de Uppsala, Suécia, apesar de seus estudos em astronomia, sua maior contribuição foi a criação do termômetro centígrado. Para criar sua escala, este físico marcou em um termômetro a temperatura de fusão de ebulição da água, e as atribuiu os valores de 0 e 100, respectivamente

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| <b>a) Celsius</b> | <b>b) Fahrenheit</b> |
| <b>c) Doppler</b> | <b>d) Huygens</b>    |

2\_. Físico alemão, o inventor do "termômetro por dilatação do mercúrio". A técnica que adotou para criar o termômetro de mercúrio é a mesma usada até hoje. Criou a escala termométrica, cujo ponto mínimo ( $0^{\circ}$ ) determinou utilizando uma mistura de água, gelo pilado, sal e amônia. O ponto máximo é a ebulição da água,  $212^{\circ}$ , e a temperatura de fusão do gelo, à pressão de uma atmosfera, corresponde a  $32^{\circ}$ .

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| <b>a) Celsius</b> | <b>b) Fahrenheit</b> |
| <b>c) Doppler</b> | <b>d) Huygens</b>    |

3\_. Matemático e físico britânico, nasceu em 1824 e morreu em 1907, foi o criador do "zero absoluto" para a grandeza temperatura.

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| <b>a) Celsius</b> | <b>b) Fahrenheit</b> |
| <b>c) Doppler</b> | <b>d) Kelvin</b>     |

4\_. Foi um matemático francês conhecido principalmente pela sua contribuição à análise matemática do fluxo de calor.

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| <b>a) Clapeyron</b> | <b>b) Carnot</b> |
| <b>c) Fourier</b>   | <b>d) Hertz</b>  |

5\_. Nasceu em 26 de fevereiro de 1799 em Paris, França, foi um físico e engenheiro civil. Ele teve uma notória contribuição para a termodinâmica, onde formulou de forma clara e concisa a rigorosa equação dos gases perfeitos, relacionando assim o volume do gás, a temperatura, a pressão, o calor latente de compressão, o de dilatação, e o de vaporização, que interferem no equilíbrio técnico do sistema.

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| <b>a) Clapeyron</b> | <b>b) Carnot</b> |
| <b>c) Fourier</b>   | <b>d) Hertz</b>  |

6\_. Nasceu em 01 de junho de 1796, em Paris. Possuía interesse em várias áreas, como matemática, reforma tributária, desenvolvimento industrial e, até mesmo, belas artes. Chegou à conclusão de que calor é trabalho, cuja forma foi alterada. Porém, para que ocorra a conversão entre calor e trabalho, existem algumas restrições para as máquinas térmicas, as quais foram enunciadas por ele, em 1824: “para haver conversão contínua de calor em trabalho, um sistema deve realizar ciclos entre fontes quentes e frias, continuamente. Em cada ciclo, é retirada uma certa quantidade de calor da fonte quente (energia útil), que é parcialmente convertida em trabalho, sendo o restante rejeitado para a fonte fria (energia dissipada)”.



7\_. Físico alemão responsável pelo descobrimento da forma de produção das ondas eletromagnéticas.



**8.** Dedicou-se a estudar as ondas eletromagnéticas e percebeu que elas possuíam a mesma velocidade de propagação da luz, mas com comprimento de onda muito maior. Além disso, o cientista detectou a refração, reflexão e polarização, todos fenômenos característicos das ondas. As descobertas dele abriram caminho para o desenvolvimento das tecnologias de radares, rádio e televisão. Como homenagem ao físico, a unidade de medida adotada pelo Sistema Internacional de Unidades (SI) para a frequência das ondas é em seu nome e significa oscilações por segundo.



**9.** Foi um matemático, físico e astrônomo holandês, nascido em Haia, Holanda, em 14 de abril de 1629. Pesquisou sobre o comportamento dos líquidos puros, resistência do ar e o polimento e na montagem de associação de lentes. Na mecânica enunciou o princípio da força centrífuga e a notável lei do pêndulo. Atribui-se a este inventor as criações, entre outras, do relógio de pêndulo (1657) e do manômetro para medição de pressão dos gases (1661).

**10\_**. Matemático austríaco, nasceu em 1803, Salzburgo. Este cientista observou que o comprimento de uma onda sonora produzida por uma fonte em movimento se altera. Quando a fonte está se aproximando do observador, o comprimento de onda diminui, com isso o som fica mais agudo; quando ela se afasta, ele se torna maior e o som mais grave.

- a) Clapeyron      b) Doppler  
c) Huygens      d) Hertz

**GABARITO****QUESTIONÁRIO 2 – TERMOLOGIA, ÓPTICA E ONDULATÓRIA**

01 – **a) Celsius**

02 – **b) Fahrenheit**

03 – **d) Kelvin**

04 – **c) Fourier**

05 – **a) Clapeyron**

06 – **b) Carnot**

07 – **d) Hertz**

08 – **d) Hertz**

09 – **c) Huygens**

10 – **b) Doppler**

# QUESTIONÁRIO 3 – ELETRICIDADE, MAGNETISMO E ELETROMAGNETISMO

## DE QUEM ESTAMOS FALANDO?

**1.** Como cientista, investigou e interpretou o fenômeno elétrico da carga positiva e negativa, estudo que levou mais tarde à invenção do para-raios.

- a) Alessandro Volta**      **b) Benjamin Franklin**  
**c) Coulomb**      **d) Faraday**

**2.** Formulou a lei que leva seu nome e descreve a interação eletrostática entre dois corpos eletricamente carregados. Inventou a balança de torção.

- a) Alessandro Volta**      **b) Benjamin Franklin**  
**c) Coulomb**      **d) Faraday**

3\_. Foi um físico e químico inglês. Em 29 de agosto de 1831 descobriu a indução eletromagnética. Foi o pai do motor elétrico e do gerador elétrico. É de sua autoria os termos técnicos usados na eletrólise como: *eletrodo, eletrólito e íon*.

- a) Alessandro Volta**      **b) Benjamin Franklin**  
**c) Coulomb**      **d) Faraday**

4\_. Foi um físico italiano, o inventor da pilha voltaica. Em sua homenagem o Congresso dos Eletricistas deu o nome de "volt" à unidade de força eletromotriz.

- a) Alessandro Volta**      **b) Benjamin Franklin**  
**c) Coulomb**      **d) Faraday**

5\_. Foi um importante físico, cientista e matemático francês. Em sua homenagem, a unidade de intensidade da corrente elétrica, no Sistema Internacional de Unidades, recebeu seu nome.



**6.** Foi um engenheiro mecânico e matemático escocês. Aperfeiçoou a máquina a vapor inaugurando “a era do vapor na Revolução Industrial na Inglaterra”. Seu nome foi dado à unidade de potência de energia no SI.



7\_. Foi um físico e matemático alemão que definiu o novo conceito de resistência elétrica. Ele demonstrou que, em um circuito, a corrente é diretamente proporcional

à força eletromotriz total do circuito e inversamente proporcional à resistência total do mesmo:  $I=E/R$  ou  $E=RI$ .

- a) James Watt**  
**c) Ohm**

- b) Tesla**  
**d) Ampère**

**8.** Foi um inventor, austro-húngaro, nascido em Smiljan (Império Austro-húngaro), na atual Croácia, que deixou importantes contribuições para o desenvolvimento das tecnologias mais importantes dos últimos séculos, como da transmissão via rádio, da robótica, do controle remoto, do radar, da física teórica e nuclear e da ciência computacional. A intensidade de campo magnético no SI recebe seu nome em sua homenagem.

- a) James Watt**  
**c) Ohm**

- b) Tesla**  
**d) Ampère**

**9.** Foi um físico francês, pioneiro no estudo da cristalografia, magnetismo, piezeletricidade e radioatividade.

- a) Maxwell**  
**c) Pierre Curi**

- b) Lenz**  
**d) Ampère**

**10.** Junto com sua esposa, a física Marie Curie, conduziu estudos sobre os sais de urânio e descobriu um novo elemento químico, que chamou de rádio. Em 1903, o casal ganhou o Prêmio Nobel de Física.

- a) Maxwell**  
**c) Pierre Curi**

- b) Lenz**  
**d) Ampère**

**11.** Físico russo, pesquisou sobre a condutividade de vários materiais sujeitos a correntes elétricas, o efeito da temperatura sobre os materiais e recebeu crédito pela descoberta da reversibilidade das máquinas elétricas.

- a) Maxwell**  
**c) Pierre Curi**

- b) Lenz**  
**d) Ampère**

**12.** Em 1833, Ele teve uma lei nomeada em sua honra a qual estabelece que ao impulsionar um polo de uma barra de ímã permanente através de uma bobina de fio metálico, por exemplo, uma corrente elétrica é induzida na bobina que, por sua vez, configura um campo magnético ao redor da bobina, tornando-a um ímã.

- a) Maxwell**  
**c) Pierre Curi**

- b) Lenz**  
**d) Ampère**

**13\_**. Foi um físico e matemático escocês. Estabeleceu a relação entre eletricidade, magnetismo e luz. Suas equações foram a chave para a construção do primeiro transmissor e receptor de rádio, para compreensão do radar e das micro-ondas.

- a) Maxwell**
- b) Lenz**
- c) Pierre Curi**
- d) Ampère**

**GABARITO****QUESTIONÁRIO 3 – ELETRICIDADE, MAGNETISMO E ELETROMAGNETISMO**

01 – **b) Benjamin Franklin**

02 – **c) Coulomb**

03 – **d) Faraday**

04 – **a) Alessandro Volta**

05 – **d) Ampère**

06 – **a) James Watt**

07 – **c) Ohm**

08 – **b) Tesla**

09 – **c) Pierre Curie**

10 – **c) Pierre Curie**

11 – **b) Lenz**

12 – **b) Lenz**

13 – **a) Maxwell**

**QUESTIONÁRIO 4 – FÍSICA MODERNA**  
**DE QUEM ESTAMOS FALANDO?**

**1.** Foi um físico dinamarquês. Estabeleceu o modelo atômico que lhe valeu o Prêmio Nobel de Física em 1922. Apresentou a ideia de que os elétrons giram ao redor do núcleo em órbitas determinadas, mas quando a eletricidade passa através do átomo, o elétron pula para a órbita maior e seguinte, voltando depois para a órbita usual.

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>a) Niels Bohr</b> | <b>b) Albert Einstein</b>  |
| <b>c) Max Planck</b> | <b>d) Louis de Broglie</b> |

**2.** Foi um físico e matemático alemão. Entrou para o rol dos maiores gênios da humanidade ao desenvolver a Teoria da Relatividade.

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>a) Niels Bohr</b> | <b>b) Albert Einstein</b>  |
| <b>c) Max Planck</b> | <b>d) Louis de Broglie</b> |

**3.** Estabeleceu a relação entre massa e energia e formulou a equação que se tornou a mais famosa do mundo:  $E = mc^2$ .

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>a) Niels Bohr</b> | <b>b) Albert Einstein</b>  |
| <b>c) Max Planck</b> | <b>d) Louis de Broglie</b> |

**4.** Foi um físico alemão. Considerado o criador da "teoria da física quântica".

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>a) Niels Bohr</b> | <b>b) Albert Einstein</b>  |
| <b>c) Max Planck</b> | <b>d) Louis de Broglie</b> |

**5.** Era especialista na teoria da Termodinâmica, que é o ramo da física que estuda as relações de calor, temperatura, trabalho e energia. A luz e o calor têm relação entre si, como se pode ver quando se toca uma lâmpada elétrica acesa. E é sabido que a cor da luz serve de base à medição de temperaturas superiores às registradas nos termômetros. Quanto mais próxima do branco é a cor, maior é a temperatura.

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>a) Niels Bohr</b> | <b>b) Albert Einstein</b>  |
| <b>c) Max Planck</b> | <b>d) Louis de Broglie</b> |

**6.** Sua teoria dizia: "A radiação é absorvida ou emitida por um corpo aquecido não sob a forma de ondas, mas por meio de "pacotinhos" de energia". A esses pacotes de energia ele deu o nome de "quantum", passando a ideia de unidade mínima, indivisível, uma vez que seria uma unidade definida de energia proporcional à frequência da radiação.

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>a) Niels Bohr</b> | <b>b) Albert Einstein</b>  |
| <b>c) Max Planck</b> | <b>d) Louis de Broglie</b> |

**7.** Físico francês que formulou a mecânica ondulatória. Defendeu sua tese de doutorado na Sorbonne, *Recherches sur la théorie des quanta* (1924), resultado de uma pesquisa sobre a teoria dos quanta, formulação que marcou o surgimento da mecânica ondulatória, o movimento ondulatório das partículas, associando os princípios da mecânica clássica aos da óptica e, assim, possibilitando a invenção do microscópio eletrônico (1927).

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>a) Niels Bohr</b> | <b>b) Albert Einstein</b>  |
| <b>c) Max Planck</b> | <b>d) Louis de Broglie</b> |

**8.** Físico austríaco, descobriu a lei de Stefan-Boltzmann sobre a radiação térmica emitida pelos corpos emissores ideais ("corpos negros").

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| <b>a) Hubble</b>     | <b>b) Stefan, Josef</b> |
| <b>c) Heisenberg</b> | <b>d) Schrödinger</b>   |

**9.** Uma das principais contribuições deste Físico para a ciência foi a comprovação de que haviam outras galáxias além da Via-Láctea. Em 1924, ao estimar que Andrômeda se encontrava há cerca de 900 mil anos-luz da terra, ele comprovou que Andrômeda estava além dos limites da Via-Láctea (embora o valor real seja 2,54 milhões anos-luz).

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| <b>a) Hubble</b>     | <b>b) Stefan, Josef</b> |
| <b>c) Heisenberg</b> | <b>d) Schrödinger</b>   |

**10.** Físico alemão que em 1927 começou a ensinar física na Universidade de Leipzig, onde enunciou o Princípio da Incerteza. Para ele, é impossível conhecer simultaneamente a posição e o momento de uma partícula com certeza. Quanto maior for a precisão com que se conhece uma delas, menor será a precisão com que se pode conhecer a outra.

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| <b>a) Hubble</b>     | <b>b) Stefan, Josef</b> |
| <b>c) Heisenberg</b> | <b>d) Schrödinger</b>   |

**11.** Em 1924 a partir de uma proposição formulada por Louis de Broglie, segundo a qual as partículas da matéria têm natureza dual, ele desenvolveu a teoria que demonstrava o comportamento desse sistema por meio da equação da propagação, ou equação da onda. As soluções da equação de onda são funções de onda que só estão relacionadas com a ocorrência provável de eventos físicos, ou seja, retornam uma probabilidade de o evento ocorrer ou não.

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| <b>a) Hubble</b>     | <b>b) Stefan, Josef</b> |
| <b>c) Heisenberg</b> | <b>d) Schrödinger</b>   |

**GABARITO****QUESTIONÁRIO 4 – FÍSICA MODERNA**

01 – **a) Niels Bohr**

02 – **b) Albert Einstein**

03 – **b) Albert Einstein**

04 – **c) Max Planck**

05 – **c) Max Planck**

06 – **c) Max Planck**

07 – **d) Louis de Broglie**

08 – **b) Stefan, Josef**

09 – **a) Hubble**

10 – **c) Heisenberg**

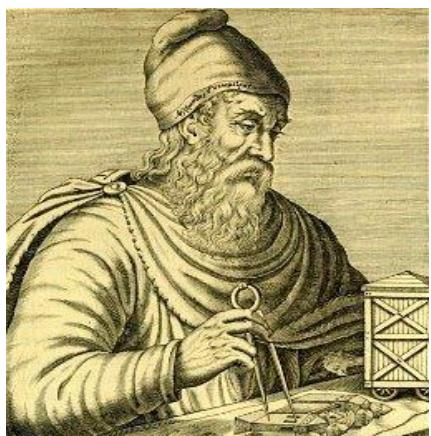
11 – **d) Schrödinger**

## BIOGRAFIAS INSERIDAS NO APlicativo:

---

### MECÂNICA

---



**Arquimedes**  
Físico grego

#### Biografia de Arquimedes:

Arquimedes (287–212 a.C.) foi um físico, matemático e inventor grego. A "Espiral de Arquimedes" e a "Alavanca" são algumas de suas criações. Desenvolveu a ideia de "gravidade específica", denominada de "Princípio de Arquimedes".

Arquimedes nasceu na colônia grega de Siracusa, na Sicília, Itália, por volta de 287 a. C., Filho de Fídias, um astrônomo grego, que costumava reunir em sua casa a elite de filósofos e

homens da ciência, para trocarem ideias sobre seus trabalhos. Nessa época, reinava Hieron II, que tinha certo grau de parentesco com a família de Arquimedes.

#### Descobertas e Invenções de Arquimedes

Ao voltar para sua cidade, Arquimedes resolveu colocar em prática uma série de projetos. Chegou à ideia da "gravidade específica", denominada de "Princípio de Arquimedes", no qual afirmou "Qualquer corpo mais denso que um fluido, ao ser mergulhado neste, perderá peso correspondente ao volume de fluido deslocado". Após a descoberta, saiu correndo pela rua gritando: Eureka! Eureka!

Seu enunciado, que a partir de então se tornou conhecido com o nome de "Princípio de Arquimedes", veio permitir um entendimento bem melhor do comportamento dos líquidos e constitui um dos principais fundamentos da hidrostática.

Arquimedes inventou um dispositivo em espiral para elevar água, "Parafuso de Arquimedes", que consiste numa espécie de mola espiral, ajustada dentro de um cilindro, que ao girar, a água vai subindo no cilindro.

Arquimedes tinha especial orgulho de seu trabalho relativo à esfera e o cilindro. Desenvolveu as fórmulas da área da superfície e do volume da esfera, assim como as fórmulas para os cilindros nos quais a esfera pudesse se ajustar. Arquimedes mostrou que a esfera é a mais eficiente das figuras sólidas.

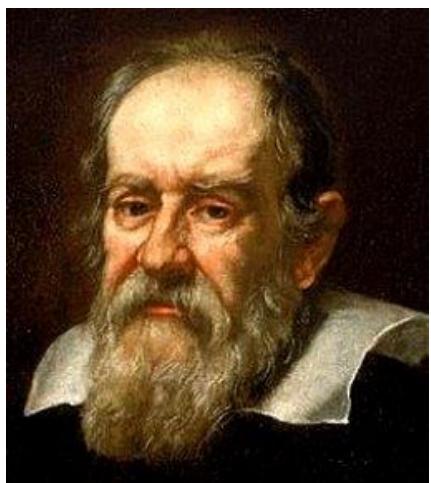
Geometria parece ter sido o assunto que mais o atraía, tanto que, quando perguntado o que deveriam mandar gravar em seu túmulo, o sábio determinou que fosse uma esfera e um cilindro.

Certo dia, o rei mandou chamar Arquimedes para construir um sistema para mover uma monumental trirreme (embarcação grega) e lançá-la ao mar. Para surpresa sua, o sábio se propôs a realizar a tarefa com uma frase que entrou para a história:

*“Dai-me uma alavanca e um ponto de apoio e eu moverei o mundo”*

O inventor criou um sistema de roldanas de grande capacidade e por meios de cabos o ligou à embarcação e com ele executou a proeza considerada impossível: arrastou a trirreme e logo ela estava na água.

---



**Galileu Galilei**  
Físico italiano

#### Biografia

Galileu Galilei (1564-1642) foi um matemático, físico astrônomo e filósofo italiano. Fundamentou cientificamente a Teoria Heliocêntrica de Copérnico. Desmitificou lendas, estabeleceu princípios e causou uma renovação na história da Ciência.

Galileu Galilei nasceu em Pisa, Itália, no dia 15 de fevereiro de 1564. Era filho de Vincenzo Galilei, um comerciante de lã, e de Giulia Ammannati. Ainda criança, Galileu revelou capacidades raras.

Interessado em artes, realizou excelentes pinturas e, com grande habilidade manual, fabricava brinquedos e engenhocas. Tocava órgão e cítara. Estimulado pelo pai, entrou na Universidade de Pisa a fim de estudar Medicina.

#### Teorias e Realizações

Descobriu e enunciou as leis que regem o movimento pendular.  
Idealizou e desenhou um relógio preciso utilizando o pêndulo.

Criticou abertamente as “leis do movimento” enunciadas por Aristóteles, que afirmavam que “um corpo leve cai mais devagar do que um pesado”, e formulou que: “Dois corpos caindo a um só tempo de alturas iguais tocarão o solo no mesmo instante, apesar da diferença de peso”.

Inventou o termômetro.

Construiu uma luneta telescópica.

Contestou a teoria de Aristóteles de que a Terra era o centro de todos os movimentos celestes. Com sua luneta, mostrou que Júpiter também era um centro astral com quatro satélites girando à sua volta.

Descobriu os anéis de Saturno.

Fundamentou cientificamente a Teoria Heliocêntrica de Nicolau Copérnico.

### Conflito com a Igreja e morte

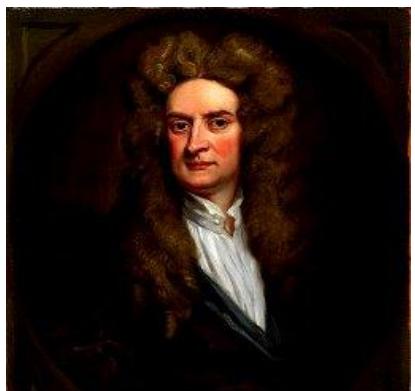
Galileu Galilei passou a vida inteira em conflito aberto com o poder religioso, que controlava rigorosamente a ciência do seu tempo. Mergulhado no mundo da física e da astronomia, desmistificou lendas, negou teorias e estabeleceu novos princípios.

Foi obrigado pelas autoridades da Inquisição, que defendiam as leis de Aristóteles e renegavam sua brilhante explicação e ampliação da teoria heliocêntrica de Copérnico, a renegar publicamente as verdades científicas que descobrira e desenvolvera, sob a ameaça de pena de morte.

Impedido de prosseguir os estudos sobre o sistema de Copérnico, ele recolheu-se a seu castelo, em Arcetri, nos arredores de Florença, onde se dedicou a comprovar novos métodos de pesquisa científica baseados na experimentação.

Galileu Galilei morreu cego em Arcetri, Itália, no dia 8 de janeiro de 1642. Em 31 de outubro de 1992 a Igreja Católica, através do papa João Paulo II, reconheceu o erro cometido.

---



**Isaac Newton**  
**Cientista inglês**  
**Biografia**

Isaac Newton (1643-1727) foi um físico, astrônomo e matemático inglês. Seus trabalhos sobre a formulação das três leis do movimento levaram à lei da gravitação universal. A composição da luz branca conduziu à moderna física óptica. Na matemática ele lançou os fundamentos do cálculo infinitesimal.

### Descobertas

*Descobriu a lei fundamental da gravitação, imaginou as leis básicas da Mecânica e aplicou-as aos corpos celestes, inventou os métodos de cálculo diferencial e integral, além de estabelecer os alicerces de suas grandes descobertas ópticas.*

### Lei da Gravitação Universal

Em 1666, Newton foi o único a perceber a lei que seria básica para a compreensão de vários fenômenos – antes inexplicáveis – que ocorriam no universo.

Ao cair da árvore, a mais célebre maçã da história da ciência motivou em Newton a ideia de gravitação universal. “Por que caiu a maçã?” partindo dessa pergunta, chegou à descoberta de uma das mais importantes leis científicas. Isaac Newton elaborou, então, uma das mais fundamentais de todas as leis, a “lei da gravitação universal”. Nela sustentou e provou que cada partícula de matéria atrai outra partícula.

Não é só a Terra que puxa para seu centro a maçã da árvore, mas também a maçã puxa a Terra, essa lei aplica-se a todos os planetas. O Sol atrai a Terra, esta atrai a Lua e a Lua atrai a Terra.

Newton mostrou que a força entre os corpos depende de sua massa, como da proximidade deles. E ensinou como calcular essas forças.

### As Três Leis de Newton

Isaac Newton estabeleceu três “leis do movimento”, ou “Leis de Newton”:

**Primeira Lei de Newton**

“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele”

**Segunda Lei de Newton**

“A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na direção de linha reta na qual aquela força é aplicada”

**Terceira Lei de Newton**

“A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos”



**James Prescott Joule**

**Biografia**

James Prescott Joule foi um físico britânico, filho de um bem-sucedido cervejeiro. Nasceu em 1818 e morreu, aos 71 anos, em 1889. Joule foi educado por meio de aulas particulares. Nesse tempo, teve contato com alguns grandes nomes da ciência, dos quais se destaca John Dalton. A ciência era um hobby na vida de Joule, mas suas contribuições foram muito significativas.

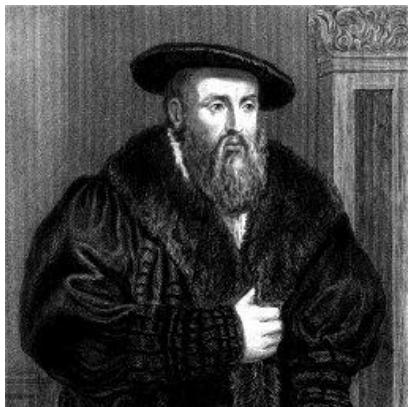
**Contribuições**

A partir de vários experimentos relacionados com o estudo do calor, Joule determinou a relação entre trabalho mecânico e calor, **mostrando que a energia gasta na realização de uma**

**atividade pode ser convertida em calor.** Essa relação foi determinante para a formulação da Primeira Lei da Termodinâmica, lei que impulsionou os estudos referentes às máquinas térmicas, equipamentos que contribuíram para a Revolução Industrial.

**Unidade Joule**

Após a sua morte, em 1889, a unidade de medida para energia e trabalho foi determinada pelo Sistema Internacional de Unidades como unidade Joule (J). A unidade Joule (J) é definida como newton vezes metro (N.m) ou watt vezes segundo (W.s).



## Johannes Kepler Astrônomo e matemático alemão

### Biografia

Johannes Kepler (1571-1630) foi um importante matemático e astrônomo alemão. Foi responsável pela elaboração das "Leis do Movimento Planetário" - as "Leis de Kepler". Aperfeiçoou invenções de Galileu Galilei e deixou importantes trabalhos que influenciaram nas futuras descobertas de Isaac Newton.

[https://www.ebiografia.com/johannes\\_kepler/](https://www.ebiografia.com/johannes_kepler/)

Johannes Kepler nasceu em Weil der Stadt, cidade do sul da Alemanha, no dia 27 de dezembro de 1571. Seu pai era um soldado mercenário e sua mãe era filha do dono de hospedaria.

### Leis de Kepler

Inspirado nos modelos geométricos e na teoria heliocêntrica de Copérnico, Kepler demonstrou as três leis básicas do movimento planetário:

A primeira lei afirma que os planetas do sistema solar giram ao redor do sol e descreve órbitas elípticas, aproximadamente circulares.

A segunda lei demonstra que a velocidade do movimento se adapta à posição do planeta na curva elíptica de modo uniforme, ainda que não constante.

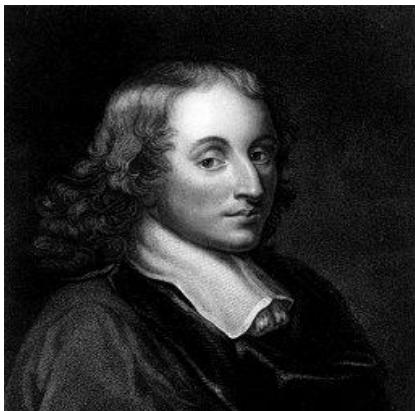
A terceira lei estabelece uma proporção fixa entre o raio da órbita e o tempo que o planeta leva para descrevê-la.

### Kepler, Galileu e Copérnico

A revolução que se produziu na astronomia à época do Renascimento e estabeleceu o Sol como centro do universo teve três importantes protagonistas: Copérnico, o autor das hipóteses, a Galileu que confirmou experimentalmente e Kepler, seu mais importante teórico e precursor da teoria da gravitação universal de Newton.

Johannes Kepler contribuiu também para as áreas correlatas da ciência. Estudos sobre visão e ótica originaram certas ideias a respeito de refração da luz. Ele sugeriu o princípio do telescópio astronômico. Sua Matemática chegou perto de descobrir o Cálculo. Desenvolveu também importantes ideias a respeito da gravidade e das marés oceânicas.

Johannes Kepler morreu na cidade de Regensburg, Alemanha, no dia 15 de novembro de 1630.



### Blaise Pascal Filósofo francês Biografia

Blaise Pascal (1623-1662) foi um físico, matemático, filósofo e teólogo francês. Autor da famosa frase: "O coração tem razões que a própria razão desconhece".

Blaise Pascal nasceu em Clermont-Ferrand, França, no dia 19 de junho de 1623. Órfão de mãe desde cedo, teve a sua educação aos cuidados do pai. Seu talento precoce para as ciências físicas levou a família para Paris onde ele se dedicou ao estudo da matemática.

Com apenas 16 anos, Pascal escreveu "Ensaio Sobre as Cônicas" (1640). Neste ano, seu pai foi transferido par Rouen e lá Pascal realizou suas primeiras pesquisas no campo da física.

### Contribuições

Nessa época, inventou uma pequena máquina de calcular, a primeira calculadora manual que se conhece, mantida atualmente no Conservatório de Artes e Medidas de Paris.

Daí desse período, os primeiros contatos de Pascal com os jansenistas - facção católica que, inspirada em Santo Agostinho, rejeitava o conceito de livre arbítrio, aceitava a predestinação e ensinava que a graça divina, e não as boas obras, seria a chave da salvação.

### Atividades científicas

Em 1647, Pascal retornou a Paris e dedicou-se à atividade científica. Realizou experiências sobre a pressão atmosférica, escreveu um tratado sobre o vácuo, inventou a prensa hidráulica e a seringa e aperfeiçoou o barômetro de Torricelli.

Em matemática, ficaram célebres a sua teoria da probabilidade e o seu "Tratado do Triângulo Aritmético" (1654), onde estabelece as séries que possibilitam o cálculo das combinações de "m" elementos tomados "n" a "n" e das potências semelhantes nos termos de uma progressão aritmética.

Seu trabalho apresentava diversas relações que seriam de grande valor para o desenvolvimento posterior da estatística.

### Filosofia de Blaise Pascal

Em 1654, depois de quase morrer em um acidente de carruagem e passar por uma experiência mística, Pascal decidiu consagrar-se a Deus e à religião. Elegera seu guia espiritual o padre jansenista Singlin e, em 1665, recolheu-se à abadia de Port-Royal des Champs, centro do jansenismo.

[https://www.ebiografia.com/blaise\\_pascal/](https://www.ebiografia.com/blaise_pascal/)

Nesse período, elaborou os princípios de sua doutrina filosófica, centrada na contraposição dos dois elementos básicos e não excludentes do conhecimento: de um lado, a razão com suas mediações que tendem ao exato, ao lógico e discursivo (espírito geométrico). Do outro lado, a emoção, ou o coração, que transcende o mundo exterior, intuitiva, capaz de aprender o inefável, o religioso e o moral (espírito de finura).

Pascal resumiu sua doutrina filosofia na frase que a humanidade repete há séculos, na qual nomeia os dois elementos do conhecimento - a razão e a emoção.

"O coração tem razões que a própria razão desconhece"

A compreensão desse modo de ser do homem, sua condição no mundo, estabelecida entre extremos, é o principal objeto da filosofia de Pascal. Na base dessa divisão, está a oposição entre a natureza divina do espírito e a natureza humana e falha, pecaminosa da matéria.

As concepções filosófico-religiosas de Pascal estão reunidas nas obras: "Les Provinciales" (1656-1657), um conjunto de 18 cartas escritas para defender o jansenista Antoine Arnauld, oponente dos jesuítas que estava em julgamento pelos teólogos de Paris, e "Pensées" (1670), um tratado sobre a espiritualidade, em que faz a defesa do cristianismo.

Em Les Provinciales surgiram as primeiras evidências de que Pascal começava a se afastar do jansenismo, tendência aprofundada em Pensées, quando voltou-se para uma visão antropocêntrica da graça e deu à iniciativa humana uma importância que não mais coadunava com os preceitos jansenistas.

## O escritor

Pascal revestiu suas reflexões filosóficas em um estilo elegante, breve e conciso que o tornou o primeiro grande prosador da literatura francesa.

Em uma linguagem profundamente identificada com o seu modo singular de pensar o mundo, transmitiu com senso exato da palavra, a contradição entre a lógica pura e a angústia existencial, o antagonismo entre a ciência e o metafísico e a luta entre o espírito e a carne.

Fascinado pelos mistérios do que chamou de "condição humana", tratou com extrema lucidez esse aspecto que ele adquiriu um sentido definitivo na filosofia moderna.

A obra de Pascal como teólogo e escritor foi muito mais influente do que sua contribuição à ciência. Está presente nos românticos do século XVIII, nas reflexões de Nietzsche e nos modernistas católicos que encontraram nele o precursor de seu pragmatismo.

## Últimos anos e morte

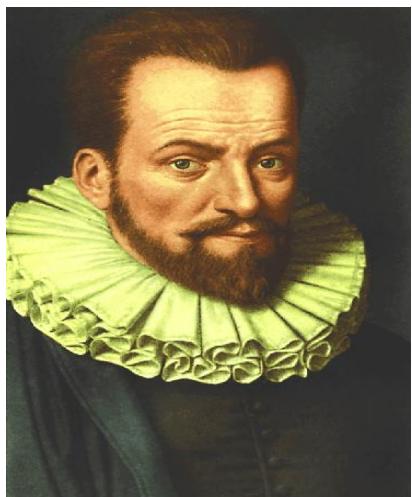
A partir de 1659, com a saúde abalada, Pascal pouco escreveu. Compôs a "Oração pela Conversão", que despertou a admiração dos ingleses Charles e John Wesley, fundadores da Igreja Metodista.

Blaise Pascal faleceu em Paris, França, no dia 19 de agosto de 1662.

## Frases de Blaise Pascal

O coração tem razões que a própria razão desconhece.  
 A justiça sem a força é impotente, a força sem justiça é tirana.  
 Nunca se ama alguém, mas somente as qualidades.  
 Nada há de bom nesta vida salvo a esperança de uma outra vida.  
 O homem é feito visivelmente para pensar; é toda a sua dignidade e todo o seu mérito; e todo o seu dever é pensar bem.

---



**Simon Stevin**  
**Engenheiro, físico e matemático**

### Biografia

Simon Stevin foi um engenheiro, físico e matemático que nasceu em 1548 em Bruges na Bélgica. Ele foi um matemático brilhante que ajudou a padronizar o uso de frações decimais e ajudou também a refutar a doutrina do filósofo grego Aristóteles de que os corpos pesados caem mais rápido que os leves.

Passou a estudar em Leiden (1581) e dois anos depois entrou para a universidade local na qual, após formar-se, passou a ensinar matemática. Publicou *De thiende* (1585), de grande influência na engenharia, na prática comercial e na notação

matemática e de grande popularidade na época. Foi nomeado para um poderoso posto no exército holandês (1593), por ordem do príncipe De Nassau, o que contribuiu para se tornar um grande engenheiro militar e assumir outros postos importantes no governo até sua morte, em Haia. Sua matemática foi sem dúvida valiosa para o desenvolvimento do algebrismo.

Sua contribuição científica ao desenvolvimento da mecânica também foi notável. Na sua obra destacam-se três importantes publicações, todas editadas em Leiden e em holandês (1586): *Princípios de estática*, uma espécie de continuação dos trabalhos de Arquimedes (teoria da alavanca, centro de gravidade dos corpos, etc., e o teorema dos planos inclinados), *Aplicações de estática* e *Princípios de hidrostática*, uma notável contribuição ao estudo da hidrostática, entre outros assuntos, tratando sobre o deslocamento de corpos mergulhados em água e a explicação do paradoxo da hidrostática - pressão independente da forma do recipiente.

Influenciado pelas teorias de Da Vince, pesquisou o comportamento hidrostático das pressões, divulgando o princípio do paralelogramo das forças. Enunciou o princípio dos trabalhos virtuais (1608). Sua genialidade abrangia os mais variados campos do conhecimento, pois também escreveu pequenos tratados estabelecendo aplicações práticas de alguns princípios mecânicos, sobre

<https://www.engquimicasantossp.com.br/2023/01/biografia-de-simon-stevin/>

acampamentos e fortificações militares, eclusas e barragens, a força dos ventos e moinhos de vento, astronomia copernicana, direitos civis e escalas musicais.

---

## TERMOLOGIA, ÓPTICA E ONDULATÓRIA

---



**Anders Celsius**  
(1701 - 1744)

### Biografia

Anders Celsius nasceu no dia 27 de novembro de 1701 na cidade de Uppsala, Suécia. Era filho do professor de astronomia Nils Celsius. Desde pequeno mostrou talento extraordinário em matemática. Estudou na Universidade de Uppsala e em 1730 tornou-se professor de Astronomia na mesma. Os resultados de suas pesquisas astronômicas estão reunidos nas obras “Novo método de determinação da distância do Sol à Terra” e “Sobre observações para a determinação da configuração da Terra”.

<https://www3.unicentro.br/petfisica/2017/09/26/anders-celsius-1701-1744/>

Em 1733 Celsius apresentou uma monografia que tratava sobre o fenômeno da aurora boreal. Celsius supervisionou a construção do Observatório Astronômico de Uppsala e em 1740 foi nomeado diretor do mesmo.

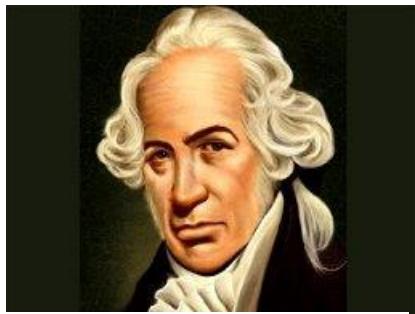
Entre os anos de 1736 e 1737 participou de uma expedição científica à Lapônia, que possuía o objetivo de medir um arco de meridiano. Um resultado muito importante desta expedição foi a comprovação da teoria de Newton que dizia que Terra se achatava nos polos.

Celsius morreu de tuberculose no dia 25 de abril de 1744, em Uppsala.

### Contribuição

Apesar de seus estudos em astronomia, sua maior contribuição foi a criação do termômetro centígrado. Para criar sua escala, Celsius marcou em um termômetro a temperatura de fusão de ebulição da água, e as atribuiu os valores de 0 e 100, respectivamente. Com isso ele pode dividir a distância entre as duas em cem partes iguais. Em 1742, apresentou para a Academia das Ciências da Suécia um relatório sobre sua escala.

---



[https://www.ebiografia.com/daniel\\_fahrenheit/](https://www.ebiografia.com/daniel_fahrenheit/)

## Daniel Gabriel Fahrenheit

### Físico alemão

#### Biografia

Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736) foi um físico alemão, o inventor do "termômetro por dilatação do mercúrio" e da "Escala Fahrenheit". A técnica que adotou para criar o termômetro de mercúrio é a mesma usada até hoje. A criação do termômetro é atribuída a Galileu, porém muitos outros foram criados, mas o primeiro a superar todas as dificuldades de precisão foi a invenção de Fahrenheit.

Daniel Gabriel Fahrenheit nasceu na cidade alemã de Danzig, hoje Gdansk na Polônia, no dia 24 de maio de 1686. Filho do mercador Daniel Fahrenheit e de Concórdia Fahrenheit, foi o mais novo dos cinco filhos do casal.

Fahrenheit foi educado para trabalhar no comércio e viajou pela Grã-Bretanha e depois pela Holanda, onde passou quase toda a vida.

Fahrenheit estudou e trabalhou em Amsterdã, onde despertou seu interesse pela física. Conheceu o físico holandês Willem Jacob's Gravesande e sob sua orientação abandonou o comércio e dedicou-se à física experimental, em especial a fabricação de termômetros, barômetros, higrômetros e areômetros, aperfeiçoando as técnicas de fabricação para obter leituras mais precisas.

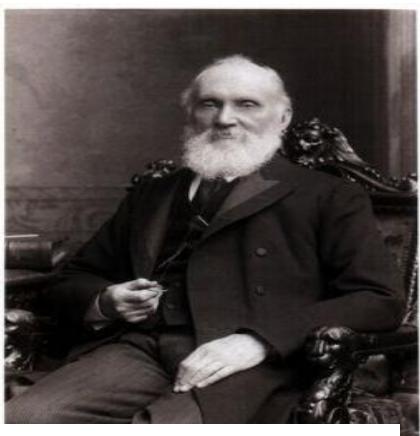
Fahrenheit aplicou-se então ao estudo das causas dos resultados discordantes que eles apresentavam. Entre os aperfeiçoamentos que introduziu, destaca-se o emprego do mercúrio no lugar do álcool na confecção dos aparelhos.

#### Escala de Fahrenheit

O que consagrou Fahrenheit foi a criação da escala termométrica, cujo ponto mínimo (0º F) determinou utilizando uma mistura de água, gelo pilado, sal e amônia. O ponto máximo é a ebulição da água, 212º F, e a temperatura de fusão do gelo, à pressão de uma atmosfera, corresponde a 32º F.

Fahrenheit era considerado um cientista notável e em 1724, tornou-se Membro da Royal Society.

Daniel Gabriel Fahrenheit faleceu em Haia, Países Baixos, no dia 16 de setembro de 1736, por intoxicação com o mercúrio.



<https://www3.unicentro.br/petfisica/2016/06/21/william-thomson-lord-kelvin-1824-1896/>

## Lord Kelvin Biografia

Lord Kelvin foi um matemático e físico britânico. Nasceu em 1824 e morreu em 1907. Nasceu em Belfast, Irlanda do Norte, com o nome de William Thomson.

Físico inglês, nasceu em Belfast, Irlanda, em 26 de junho de 1824. Filho de matemático, formou-se na Universidade de Cambridge e depois se aperfeiçoou em Paris. Em 1846, tornou-se catedrático de Ciências na Universidade de Glasgow, cargo que exerceu por mais de cinquenta anos.

Em Geologia, Kelvin estudou a questão da idade da Terra. Em 1852, estudou o resfriamento causado pela expansão dos gases, o que levou à descoberta da escala absoluta de temperaturas, hoje chamada de escala Kelvin, de grande importância na Física e na Química. Foi também o descobridor da Segunda Lei da Termodinâmica, que indica o sentido das transferências de energia (assunto que estudaremos no segundo volume desta obra).

No campo da eletricidade, Kelvin inventou galvanômetros, desenvolveu a telegrafia submarina e aperfeiçoou os cabos condutores de eletricidade. Desenvolveu também uma teoria sobre a natureza da luz.

William Thomson é conhecido popularmente como primeiro Baron Kelvin, o criador de “zero absoluto”, que são unidades de baixa temperatura limite agora representados em unidades de “Kelvin” em sua honra.

Lord Kelvin (William Thomson na vida privada) é classificado como um dos grandes físicos do mundo. Ele ensinou, e ele próprio agiu na crença de que “o melhor desempenho das ocupações diárias da humanidade são aqueles para os quais são rigidamente aplicado os princípios da ciência”.

O termo “ciência aplicada” tem sido dada ao tipo de trabalho que ele assim instituído.

## Realizações:

Ele formulou a dissipação do princípio energia que se resume na segunda lei da termodinâmica.

Seu conhecimento da engenharia, foi possível estabelecer o primeiro cabo telegráfico através do Oceano Atlântico.

Ele inventou uma escala de temperatura, instrumentos para receber sinais de cabo, bússola de um marinheiro, e um aparelho de som em alto-mar.

Ele fez contribuições significativas para as teorias de elasticidade, magnetismo, movimento de vórtice, e eletricidade.



<https://www3.unicentro.br/petfisica/2018/06/29/joseph-fourier-1768-1830/>

arqueológicas.

Depois do seu retorno para a França em 1801 ele foi designado prefeito do departamento de Isere por Napoleão.

### Contribuição

Ao longo de sua vida Fourier demonstrou o seu interesse em matemática e físicas matemáticas. Ele ficou famoso pela sua *Theorie analytique de la Chaleur* (1822), um tratamento matemático da teoria de calor. Ele estabeleceu a equação diferencial parcial administrando a difusão de calor e resolveu isto usando série infinita de funções trigonométricas. Embora estas séries terem sido usadas antes, Fourier as investigou em detalhe muito maior. A pesquisa dele, inicialmente criticada por sua falta de rigor, foi mostrada depois para ser válida. Proveu o ímpeto para o mais recente trabalho em séries trigonométricas e a teoria de funções de uma variável real.



<https://www3.unicentro.br/petfisica/2017/05/02/benoit-paul-emile->

### Jean Baptiste Joseph Fourier Biografia

Jean Baptiste Joseph Fourier, nascem em 21 de março de 1768, e morreu em 16 de maio de 1830. Foi um matemático francês conhecido principalmente pela sua contribuição à análise matemática do fluxo de calor. Treinado para o sacerdócio, Fourier não fez os seus votos. Ao contrário, dirigiu-se em direção a matemática. Ele estudou primeiro (1794) e depois ensinou matemática na recentemente criada Escola Normal. Ele se uniu (1798) ao exército de Napoleão em sua invasão do Egito como aconselhador científico, para ajudar a estabelecer instalações educacionais lá e levar a cabo explorações

Depois do seu retorno para a França em 1801 ele foi designado prefeito do departamento de Isere por Napoleão.

### Benoit Paul Emile Clapeyron

#### Biografia

Benoit Paul Emile Clapeyron nasceu em 26 de fevereiro de 1799 em Paris, França, foi um físico e engenheiro civil. Clapeyron estudou na École Polytechnique e após dois anos de início da graduação, Clapeyron já atuava como engenheiro de minas e ferrovias. Mudou-se para São Petersburgo em 1820 com seu amigo, para lecionar na Escola de Obras Públicas, a qual teve grande impulso com o Imperador Alexandre I.

Essa escola foi responsável por diversas pontes, viadutos e até mesmo armas, na Rússia.

Permaneceram em São Petersburgo durante 10 anos e durante esse tempo, Clapeyron e seu amigo Gabriel Lamé publicaram diversos artigos juntos. Com a revolução francesa de 1830, ambos retornaram a Paris, aprimorando assim as diversas ferrovias que eram precárias. Sendo que foi responsável pela primeira viaférrea de Paris. Nesse tempo ele se casou com Mélanie Bazaine.

Clapeyron e Lamé foram colocados como responsáveis pela direção de uma obra que ligava Paris a St. Germain ao mesmo tempo que lecionavam em St. Étienne na École de Mineurs. Clapeyron também se especializou em locomotivas a vapor e os seus fenômenos de locomoção.

Clapeyron faleceu em 28 de janeiro de 1864.

### Contribuição

Clapeyron teve uma notória contribuição para a termodinâmica, onde formulou de forma clara e concisa a rigorosa equação dos gases perfeitos, relacionando assim o volume do gás, a temperatura, a pressão, o calor latente de compressão, o de dilatação, e o de vaporização, que interferem no equilíbrio técnico do sistema. A famosa equação  $PV = nRT$ .

A publicação dessas pesquisas contribuiu para os estudos de Sadi Carnot. Pois o princípio de Carnot e seus fenômenos não eram aceitos pela comunidade científica. Quando a pesquisa de Clapeyron, que transformou a análise verbal feita por Carnot em um simbolismo de cálculo, a comunidade científica teve maior aceitação da Teoria de Carnot.



<https://www3.unicentro.br/petfisica/2017/03/30/nicolas-leonard-sadi-carnot-1796-1832/>

### Nicolas Léonard Sadi Carnot

#### Biografia

Nicolas Léonard Sadi Carnot nasceu em 01 de junho de 1796, em Paris. Seu pai era Lazare Carnot, grande matemático. Estudou na *École Polytechnique* (Paris) e na *École Genie* (Metz). Em 1817, casou-se com Thalysne Fernandes, com quem teve dois filhos, Maurício Constantine e Nichola Constantine.

Possuía interesse em várias áreas, como matemática, reforma tributária, desenvolvimento industrial e, até mesmo, belas artes.

Em 1824, publicou sua única obra: *Réflexions sur la Puissance Motrice du Feu et sur les Machines Propres à Développer Cette Puissance* (Reflexões sobre Potência Motriz do Fogo e Máquinas Próprias para Aumentar essa Potência), na qual faz uma revisão da importância da máquina a vapor para a indústria, economia e política.

## Contribuição

Apesar da maioria das anotações de Carnot terem sido incineradas, uma pequena parte foi salva. Nessas anotações, ele chega à conclusão de que calor é trabalho, cuja forma foi alterada. Porém, para que ocorra a conversão entre calor e trabalho, existem algumas restrições para as máquinas térmicas, as quais foram enunciadas por Carnot, em 1824: “para haver conversão contínua de calor em trabalho, um sistema deve realizar ciclos entre fontes quentes e frias, continuamente. Em cada ciclo, é retirada uma certa quantidade de calor da fonte quente (energia útil), que é parcialmente convertida em trabalho, sendo o restante rejeitado para a fonte fria (energia dissipada)”. Esse é conhecido como Segundo Princípio da Termodinâmica.

Atualmente, Sadi Carnot é considerado o fundador da termodinâmica.

Carnot morreu subitamente de cólera no dia 24 de agosto de 1832.



<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/heinrich-hertz.htm>

## Heinrich Hertz

### Biografia

Heinrich Rudolf Hertz foi um físico alemão responsável pelo descobrimento da forma de produção das ondas eletromagnéticas.

Heinrich Rudolf Hertz foi um físico alemão que nasceu no dia 22 de fevereiro de 1857, em Hamburgo. Durante seu estudo básico, ele sempre se interessou por ciência, e tal interesse conduziu-o a ingressar na faculdade de Física da Universidade de Berlim em 1878. Em 1880, Hertz tornou-se assistente do professor Von Helmholtz, realizando estudos sobre a elasticidade e a capacidade de transmissão de energia elétrica dos gases.

Em 1883, Hertz tornou-se professor da Universidade de Kiel, onde passou a desenvolver estudos sobre a eletrodinâmica de Maxwell. No ano de 1885, ele mudou-se para Karlsruhe, onde lecionou na Escola Politécnica.

Hertz teve uma morte prematura, aos 36 anos de idade, no dia 1º de janeiro de 1893, na cidade alemã de Bonn.

## Contribuição

Ao realizar experimentos com bobinas ligadas a faiscadores, Hertz percebeu que, quando uma das bobinas liberava uma faísca, a outra também liberava uma faísca elétrica de menor intensidade e luminosidade. Então, o cientista entendeu, após repetir o experimento inúmeras vezes, que as faíscas secundárias eram produto da propagação de ondas eletromagnéticas.

Hertz dedicou-se a estudar aquelas ondas e percebeu que elas possuíam a mesma velocidade de propagação da luz, mas com comprimento de onda muito

maior. Além disso, o cientista detectou a refração, reflexão e polarização, todos fenômenos característicos das ondas. As descobertas de Hertz abriram caminho para o desenvolvimento das tecnologias de radares, rádio e televisão. Como homenagem ao físico, a unidade de medida adotada pelo Sistema Internacional de Unidades (SI) para a frequência das ondas é a unidade hertz (Hz), que significa oscilações por segundo.



## Christian Huygens

### Biografia

Christian Huygens foi um matemático, físico e astrônomo holandês, nascido em Haia, Holanda, em 14 de abril de 1629. Foi o segundo dos quatro filhos do poeta e diplomata Constantijn Huygens (1596-1687). Era um homem de ampla cultura que também se dedicou às ciências. De seu pai, Huygens recebeu suas primeiras instruções em Matemática e Mecânica aos treze anos de idade, e desde cedo despertou interesse e habilidade em ambas.

<https://www.somatematica.com.br/biograf/christian.php>

Tornou-se o cientista de maior prestígio internacional de sua época. Na infância, conheceu intelectuais ilustres, como René Descartes, e recebeu educação em Matemática e Física na Universidade de Leiden, onde estudou com Frans van Schooten, um ex-aluno de Descartes.

Aos dezesseis anos de idade, Huygens entrou na Universidade de Leyden para estudar Direito e, logo depois, foi transferido para Breda, onde seu pai dirigia a nova Universidade, formando-se dois anos depois em Direito. Em ambos lugares ele continuou seus estudos em Matemática, mas só após ter se formado, voltou sua atenção para o estudo das ciências físicas e matemáticas.

Aos dezessete anos, comunicou sua primeira descoberta matemática a Mersene que o introduz nos trabalhos de Arquimedes e, logo após, já estava em correspondências com os mais importantes cientistas da Europa. Em 1651, aos 21 anos de idade, Huygens publica seus primeiros trabalhos de matemática, sendo o de maior importância o sobre as quadraturas das secções cônicas. Em 1654, ele realizou a melhor aproximação, realizada até então na época, da área do círculo. Dois anos mais tarde ele manda para Van Schooten seu trabalho sobre o cálculo de probabilidade intitulado *De ratiociniis in ludo aleae*.

Huygens morreu em sua cidade natal (Haia), em 8 de julho de 1695.

### Contribuição

Huygens logo ficou famoso como matemático, sendo que suas principais contribuições foram a análise infinitesimal das cônicas (1656), o cálculo da superfície de um seguimento de um parabolóide de revolução (1657) e, a mais importante, a

complementação dos estudos de Pascal e Fermat sobre a teoria das probabilidades (1657).

Usando um telescópio aperfeiçoado por ele mesmo, observou que Saturno era cercado de anéis (1659) e descobriu a nebulosa de Orion. Mais tarde interessou-se pela medição precisa do tempo, o que o levou à descoberta do pêndulo como regulador de relógios. Sobre a influência de Mersenne adquiriu grande interesse por experimentos com o vácuo.

Pesquisou sobre o comportamento dos líquidos puros, resistência do ar e o polimento e na montagem de associação de lentes. Na mecânica enunciou o princípio da força centrífuga e a notável lei do pêndulo. Atribui-se a este inventor as criações, entre outras, do relógio de pêndulo (1657) e do manômetro para medição de pressão dos gases (1661).

Descobriu a polarização da luz (1678) e formulou a teoria ondulatória da propagação da luz em *Traité de la lumière* (1690) elaborando o célebre princípio de Huygens, no qual expôs sua concepção da luz como onda de energia que se propaga no espaço, teoria que seria posteriormente desenvolvida por Fresnel. Esta teoria teve seus primeiros argumentos com Aristóteles e, depois com Da Vince e Galileu.



**Christian Johann Doppler**  
(1803 – 1853)

### Biografia

Christian Johann Doppler, matemático austríaco, nasceu em 1803, Salzburgo. Estudou no Instituto Politécnico de Viena, tornando-se mais tarde diretor do Instituto de Física e professor de Física Experimental da Universidade de Viena. Ficou conhecido pela descoberta do fenômeno físico denominado Efeito Doppler.

### Contribuição

Em 1842, Doppler publicou uma obra que chamou de “Concerning the coloured light of double stars” na qual ele demonstra os fundamentos do efeito Doppler. Ele observou que o comprimento de uma onda sonora produzida por uma fonte em movimento se altera. Quando a fonte está se aproximando do observador, o comprimento de onda diminui, com isso o som fica mais agudo; quando ela se afasta, ele se torna maior e o som mais grave;

Posteriormente, foi feita uma demonstração experimental para confirmar a validade dessa formulação: organizaram vários corneteiros sobre um vagão aberto, puxado por uma locomotiva. Foram utilizadas diversas velocidades, emitindo-se uma nota diferente a cada vez. Enquanto isso, na plataforma da estação, vários músicos com audição aguçada registravam as notas que conseguiam ouvir. Os resultados confirmaram as previsões calculadas com a equação de Doppler.

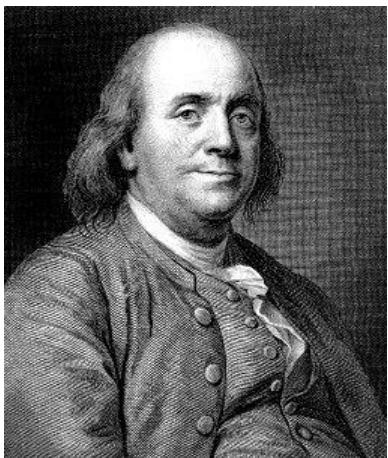
<https://www3.unicentro.br/petfisica/2017/05/23/christian-doppler/>

Esse fenômeno, não é exclusivo do som, também pode ser observado nas ondas eletromagnéticas. Doppler chegou a prever que ele seria válido para a luz, mas isso só pode ser devidamente explicado mais tarde, pelo francês Fizeau. No dia 17 de março de 1853, com 49 anos, Christian Doppler morreu de doença pulmonar em Veneza, Itália.

---

## ELETRICIDADE, MAGNETISMO E ELETROMAGNETISMO

---



[https://www.ebiografia.com/benjamin\\_franklin/](https://www.ebiografia.com/benjamin_franklin/)

**Benjamin Franklin**  
Cientista e diplomata americano

### Biografia de Benjamin Franklin

Benjamin Franklin (1706-1790) foi um diplomata, escritor, jornalista, filósofo político e cientista norte-americano. Assinou três documentos principais na criação dos Estados Unidos: a "Declaração da Independência", o "Tratado de Paz" e a "Constituição".

Fundou na Filadélfia uma Academia que mais tarde se transformou na Universidade da Pensilvânia. Como cientista, investigou e interpretou o fenômeno elétrico da carga positiva e negativa, estudo que levou mais tarde à invenção do para-raios.

### Invenções de Benjamin Franklin

Em 1748, com 42 anos de idade, Benjamin Franklin já acumulara tamanha fortuna que se retirou dos negócios. Autodidata, Benjamin Franklin nunca deixou de estudar e aprendeu diversas línguas, tocava vários instrumentos e se dedicava às ciências. Já em 1737 escrevera sobre terremotos. Em 1741 inventa um aparelho de aquecimento dos lares.

A partir do afastamento concentra sua atividade em pesquisas científicas. Em 1752, através de diversos experimentos em eletricidade, inventa o "para-raios". Criou termos técnicos que ainda hoje são usados, como "bateria" e "condensador". Criou também as "lentes bifocais".

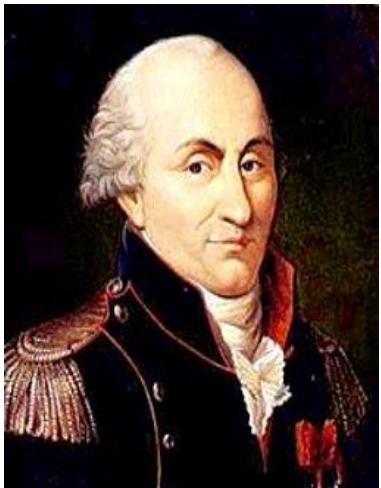
### Obras de Benjamin Franklin

Experiências e Observações Sobre Eletricidade (1751)  
Autobiografia (publicada postumamente, em 1791)

### Frases de Benjamin Franklin

"Deus ajuda os que se ajudam a si mesmos."

“Deitar cedo e acordar cedo tornam o homem sadio, rico e sábio.”  
 “Nunca deixes para amanhã o que podes fazer hoje”.



[https://www.ebiografia.com/charles\\_augustin\\_de\\_coulomb/](https://www.ebiografia.com/charles_augustin_de_coulomb/)

### **Charles Augustin de Coulomb** **Físico francês**

#### **Biografia**

Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) foi um físico francês. Formulou a "Lei de Coulomb", que descreve a interação eletrostática entre dois corpos eletricamente carregados. Inventou a balança de torção. Os trabalhos sobre as leis do atrito e sobre o magnetismo terrestre foram premiados pela Académie des Sciences de Paris.

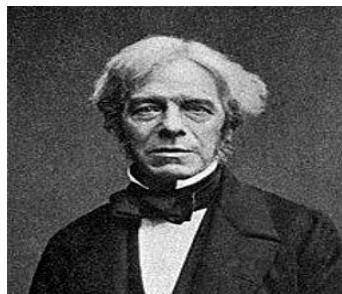
Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) nasceu em Angoulême, França, no dia 14 de junho de 1736. Foi aluno do Collège de Quatre-Nations. Mudou-se para Paris e ingressa no Colégio Mazarin, onde aprendeu Matemática, Astronomia, Química e Botânica. Estudou Engenharia Militar na École du Génie, em Mezières.

#### **Lei de Coulomb**

As experiências realizadas por Coulomb sobre os efeitos de atração e repulsão de duas cargas elétricas permitiram-lhe verificar que a lei da atração universal de Newton também se aplicava à eletricidade. Estabeleceu então a lei das atrações elétricas, segundo a qual as forças de atração ou de repulsão entre as cargas elétricas são diretamente proporcionais às cargas (massas) e inversamente proporcionais ao quadrado da distância que as separa.

Os resultados de suas pesquisas foram publicados, entre 1785 e 1789, em Memórias da Academia Real de Ciências. A lei de Coulomb, depois de várias experimentações, foi minuciosamente demonstrada em uma das sete memórias publicadas pela Academia de Ciências.

Charles Augustin de Coulomb morreu em Paris, França, no dia 23 de agosto de 1806.



[https://www.ebiografia.com/michael\\_faraday/](https://www.ebiografia.com/michael_faraday/)

### **Michael Faraday** **Físico e químico inglês**

#### **Biografia**

Michael Faraday (1791-1867) foi um físico e químico inglês. Em 29 de agosto de 1831 descobriu a indução eletromagnética. Foi o pai do motor elétrico e do gerador elétrico. É de sua autoria os termos técnicos

usados na eletrólise como: *eletrodo, eletrólito e íon*.

Michel Faraday nasceu em Newington Butts, Londres, Inglaterra, no dia 22 de setembro de 1791. Filho de um ferreiro recebeu pouca instrução escolar. Com 13 anos teve que abandonar a escola e arranjou um emprego de entregador de jornais.

Um ano mais tarde, o livreiro colocou Michael como aprendiz de encadernador. Residindo na casa do patrão, em seus momentos de folga podia ler muitos livros.

Mais tarde Faraday escreveu: “Dois livros ajudaram-me de maneira especial: a *Britannica Encyclopedia* e *Conversations on Chemistry*, de Jane Marcet, que me deu os fundamentos daquela ciência”.

Em 1810, Faraday fez um breve curso de Filosofia Natural e suas anotações desse período foram, mais tarde, encadernadas em dois volumes. Nesse mesmo ano, foi convidado para assistir as conferências de Sir Humphry Davy, químico inglês e presidente da Royal Institution.

Aos 20 anos resolveu abandonar seu emprego de encadernador e com o desejo de obter um emprego em um laboratório científico, escreveu uma carta ao Sir Humphry e junto com a carta enviou seu caderno de notas.

Humphry recebeu Faraday, que lhe informou que também realizava experiências químicas e eletroquímica e que construiria uma pilha voltaica e decomporia eletricamente diversas substâncias.

Em março de 1813, Faraday começou a trabalhar como ajudante de laboratório na Royal Institution. Anos após, Sir Humphry diria: “*A maior de minhas descobertas é Faraday*”.

Sete meses depois, como assistente de Sir Humphry, Faraday viajou pela Europa, em uma viagem científica, quando o químico fez diversas conferências e provações.

Em abril de 1815, de volta ao Instituto, Faraday continuou com sua produtiva carreira e tornou-se sucessor de Humphry como diretor do laboratório

#### Leis de Faraday

Em 1834, reexaminando os trabalhos de Alessandro Volta sobre os fenômenos eletroquímicos, Faraday procedeu a uma série de experiências e mostrou que uma transformação química pode ser causada pela passagem de eletricidade por meio de soluções aquosas de compostos químicos, o que resultou no estabelecimento das “*leis da eletrólise*” ou “*leis de Faraday*”.

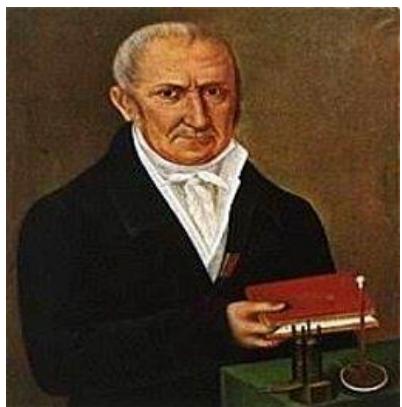
A primeira lei da eletrólise diz que “a massa de substância decomposta pela eletrólise é proporcional à quantidade de eletricidade que atravessa o eletrólito”.

A segunda diz que “as massas de diferentes substâncias libertadas pela mesma quantidade de eletricidade são proporcionais aos respectivos equivalentes-grama”. Denominou-se “Faraday” a quantidade de eletricidade necessária para libertar um equivalente-grama de qualquer substância.

Os notáveis trabalhos e descobertas de Faraday o consagraram como o mais “ilustre representante da física experimental do século XIX.”

Casado com Sarah Bernard, sem filhos, Faraday morava em uma casa ofertada pela rainha Vitória, em agradecimento pelos serviços prestados a sua pátria.

Michael Faraday faleceu em Hampton Court, Inglaterra, no dia 25 de agosto de 1867.



**Alessandro Volta**  
**Físico italiano**

### **Biografia**

Alessandro Volta (1745-1827) foi um físico italiano, o inventor da pilha voltaica. Em sua homenagem o Congresso dos Eletricistas deu o nome de "volt" à unidade de força eletromotriz.

Alessandro Volta nasceu em Como, cidade às margens do lago do mesmo nome, no sopé dos Alpes italianos, no Ducado de Milão, no dia 18 de fevereiro de 1745.

Alessandro só começou a falar aos quatro anos de idade. Com seis anos foi levado por alguns parentes, influentes na igreja, para uma escola de jesuítas. Em 1759, resolveu estudar física, e aos dezessete anos terminava o curso universitário.

#### **A invenção da pilha voltaica**

Em 1792, Volta iniciou suas pesquisas partindo das notas de Galvani sobre os movimentos de contração da rã morta. Não estava convencido de que se tratasse de "eletricidade animal".

Volta ofereceu uma explicação mais plausível: a eletricidade, no caso, era produzida pelo contato entre os dois metais - o cobre e o ferro - cujas cargas elétricas tinham sido ativadas por um fator de desequilíbrio entre os seus potenciais elétricos. Ou seja, por uma força eletromotriz.

Desenvolveu uma tábua de tensão divulgadas em 1793, referente aos metais. Suas pesquisas levaram, em 1800, à criação da pilha, que construiu empilhando discos de cobre e zinco, separados por algodão umedecido em ácido sulfúrico.

No dia 20 de março de 1800, escreveu uma carta à Sociedade Real de Londres, descrevendo o que se conhece hoje como pilha voltaica.

Volta fizera a primeira "célula" elétrica, precursora das baterias secas usadas hoje. Pela primeira vez na História da Ciência se produzira uma fonte contínua de eletricidade. Sua descoberta abriu novos rumos para a pesquisa elétrica e química.

Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta morreu em Como, Itália, no dia 5 de março de 1827. Em 1893, o Congresso dos Eletricistas deu o nome de "volt" a "unidade de força eletromotriz".



[https://www.ebiografia.com/andre\\_marie\\_ampere/](https://www.ebiografia.com/andre_marie_ampere/)

## André-Marie Ampère

### Físico, cientista e matemático francês

#### Biografia

André-Marie Ampère (1775-1836) foi um importante físico, cientista e matemático francês. Em sua homenagem, a unidade de intensidade da corrente elétrica recebeu seu nome - o ampere.

André-Marie Ampère nasceu em Lyon, França, no dia 20 de janeiro de 1775. Filho de um intelectual e comerciante de Lyon, muito novo, antes de ler e escrever, André já resolia problemas aritméticos.

Logo cedo entrou em contato com os clássicos gregos e latinos. Com doze anos já dominava o latim para ler as obras de matemáticos famosos e resolia complexos problemas de álgebra e geometria.

#### Eletromagnetismo

Em 1823, André-Marie Ampère apresentou à Academia de Ciências de Paris, o resultado de suas primeiras pesquisas sobre *eletricidade e magnetismo*.

Ele realizou uma experiência na qual colocou paralelamente um ao outro, dois condutores (bastões metálicos). Um condutor ficava suspenso sobre o gume de facas e equilibrado de maneira tal que se movia com muita facilidade. O outro condutor ficava rigidamente mantido em seu lugar.

Quando ele ligava ambos os condutores e baterias voltaicas, o condutor móvel se aproximava do fixo, ou dele se afastava, conforme o sentido da corrente em cada um deles.

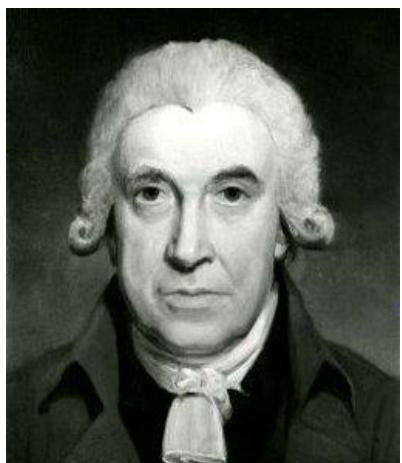
Quando as correntes tinham o mesmo sentido, os condutores se atraíam mutuamente. Quando tinham sentidos opostos, os condutores se repeliam.

Ampère estabeleceria ser possível o magnetismo ser produzido sem ferro, sem ímãs, porém apenas com eletricidade. Concluiu que o espaço que envolve uma corrente elétrica é o mesmo tipo de campo de força que cerca um ímã.

Os estudos de Ampère constituíram o *fundamento da eletrodinâmica*, ramo da física que alcançou grande desenvolvimento nos séculos XIX e XX, permitindo uma melhor compreensão dos *fenômenos eletromagnéticos*.

Pela importância do trabalho de Ampère, posteriormente os cientistas deram seu nome à unidade de intensidade da corrente elétrica – o “ampere”.

André-Marie Ampère faleceu em Marselha, França, no dia 10 de junho de 1836.



[https://www.ebiografia.com/james\\_watt/](https://www.ebiografia.com/james_watt/)

## James Watt Engenheiro e matemático escocês

### Biografia

James Watt (1736-1819) foi um engenheiro mecânico e matemático escocês. Aperfeiçoou a máquina a vapor inaugurando “a era do vapor na Revolução Industrial na Inglaterra”. Seu nome foi dado à unidade de potência de energia – “watt”.

James Watt nasceu em Greenock, na Escócia, no dia 19 de janeiro de 1736. Filho de um próspero construtor naval e fabricante de instrumentos náuticos aprendeu a maior parte de seus conhecimentos na oficina do pai, onde iniciou trabalhando e fazendo instrumentos matemáticos, mas seu maior interesse era a máquina a vapor.

Com 18 anos, ao decidir seguir a carreira de fabricante de instrumentos científicos, foi para Londres como aprendiz de mecânica especializado na construção de instrumentos, mas em menos de um ano retornou à Escócia por motivos de saúde.

Em 1757 mudou-se para Glasgow, na época um grande centro industrial, quando foi contratado como reparador e fabricante de instrumentos matemáticos no laboratório da Universidade de Glasgow, onde começou a desenvolver diversos trabalhos técnicos e científicos.

### A era do vapor na Revolução Industrial

A descoberta de James Watt inaugurou o que os historiadores chamaram de “A era do vapor na Revolução Industrial da Inglaterra”. Em sua homenagem, um selo foi impresso com sua máquina a vapor.

Entre 1776 e 1781, James Watt viajou pelo Reino Unido instalando suas máquinas em diversas fábricas. Em pouco tempo a máquina a vapor aperfeiçoada por Watt foi adotada em minas, fábricas de fiação, de tecelagem e de papel, moinhos e alguns meios de transporte.

Novos detalhes foram ainda aperfeiçoados até que o motor atingiu a forma sob a qual tornou-se universalmente empregado a partir de 1785. Watt inventou também a “prensa de copiar”.

James Watt escreveu um artigo para a Royal Society de Londres, sugerindo que a água seria a combinação de dois gases, estudo que viria a ser confirmado pelo cientista francês Antoine Lavoisier.

Em 1785 tornou-se membro da Royal Society de Edimburgo e de Londres. Foi mundialmente reconhecido e em sua homenagem seu nome foi dado à unidade de potência de energia – “Watt”.

James Watt faleceu em Heathfield Hall, próximo a Birmingham, Inglaterra, no dia 25 de agosto de 1819.



[https://www.ebiografia.com/georg\\_simon\\_ohm/](https://www.ebiografia.com/georg_simon_ohm/)

## Georg Simon Ohm Físico e matemático alemão

### Biografia

Georg Simon Ohm (1787-1854) foi um físico e matemático alemão que definiu o novo conceito de resistência elétrica. Sua formulação matemática é conhecida como "Lei de Ohm".

Georg Simon Ohm nasceu em Erlangen, na Baviera, no Sudeste da Alemanha, no dia 16 de março de 1787. Seu pai, Johann Ohm, foi serralheiro e armeiro, como também seu avô, mas depois de perambular pela Alemanha e França exercendo o ofício, quebrou a sucessão voltando-se para o estudo

da Ciência e da Matemática.

### Lei de Ohm

Em 1827, com 40 anos de idade, Georg Ohm publicou um trabalho intitulado: "Medidas Matemáticas de Correntes Elétricas", referente a correntes estacionárias e combina as três quantidades básicas consideradas em um circuito:

a força eletromotriz total  $E$

a intensidade  $I$  da corrente (quantidade que flui na unidade de tempo)

a resistência total  $R$  do circuito, que compreende a resistência interna do gerador elétrico.

Ohm demonstrou que, em um circuito, a corrente é diretamente proporcional à força eletromotriz total do circuito e inversamente proporcional à resistência total do mesmo:  $I=E/R$  ou  $E=RI$ .

A lei indica a perda ou queda ôhmica de potencial, perda de calor ou de diferença de potencial produzida pela passagem de corrente elétrica por uma resistência. Essa perda é representada por  $V=RI$ .

Em vez de encontrar o reconhecimento que achava justo, o trabalho foi simplesmente ignorado na época. Os que leram não entenderam e acharam que não havia nenhuma contribuição para a Ciência e a Matemática.

O professor que esperava uma promoção como resultado de sua publicação, entrou com uma discussão no Ministério da Cultura e acabou perdendo o emprego.

O artigo, que definiu um novo conceito de resistência elétrica, foi desrespeitado na época. Nele, Ohm relatava suas experiências com diferentes espessuras e comprimentos de fios e as descobertas das relações matemáticas envolvendo essas dimensões as grandezas elétricas. Inicialmente verificou que a intensidade da corrente era diretamente proporcional à área da seção do fio e inversamente proporcional ao seu comprimento.

Georg Simon Ohm conseguiu formular um enunciado que envolvia além dessas grandezas a diferença de potencial:

*“A intensidade da corrente elétrica que percorre um circuito aumenta proporcionalmente ao aumento da força eletromotriz e decresce proporcionalmente ao aumento da resistência”.*

É quase a expressão de uma lei universal – quanto maior o trabalho a realizar, maior o esforço que temos de fazer para realizá-lo. Sua formulação matemática é conhecida como Lei de Ohm.

Depois de deixar o emprego, Georg Simon Ohm teve grande dificuldade para manter-se e achar alunos. Sua formulação recebeu críticas porque tentou explicar os fenômenos com base numa teoria sobre o fluxo do calor. Depois de seis anos, Ohm conseguiu voltar ao magistério na Escola Politécnica de Nuremberg.

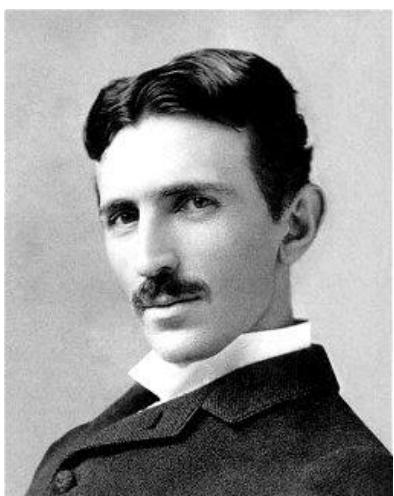
### **Reconhecimento**

Em 1841, embora ainda não houvesse obtido amplo reconhecimento na Alemanha, encontrou-o na Inglaterra ao receber da Sociedade Real de Londres a medalha Copley. Em 1849, foi nomeado professor da Universidade de Munique.

Após sua morte, na reunião do Congresso Internacional de Engenheiros Eletricistas em Paris, em 1881, decidiu-se dar o nome de Ohm à unidade de resistência elétrica. O alemão foi quem demonstrou a relação entre as três grandes unidades de eletricidade, o ampère, o volt e o ohm.

Georg Simon Ohm faleceu em Munique, na Alemanha, no dia 6 de julho de 1854.

---



[https://www.biografias.com.br/nikola\\_tesla/](https://www.biografias.com.br/nikola_tesla/)

### **Nikola Tesla** **Inventor austro-húngaro** **Biografia**

Nikola Tesla (1856-1943) foi um inventor, austro-húngaro, nascido em Smiljan (Império Austro-húngaro), na atual Croácia, que deixou importantes contribuições para o desenvolvimento das tecnologias mais importantes dos últimos séculos, como da transmissão via rádio, da robótica, do controle remoto, do radar, da física teórica e nuclear e da ciência computacional.

### **Nikola Tesla e Thomas Edison**

Em 1882 Tesla desenvolveu o princípio do campo magnético rotativo como meio de criar energia por meio da corrente alternada e projetou o primeiro motor assíncrono de campo giratório. Nesse mesmo ano trabalhou na Companhia Continental Edison, em Paris. Dois anos depois foi convidado para trabalhar na firma de Thomas Edison (1847-1931), em Nova Iorque, para onde se mudou.

As divergências de opinião entre Tesla e Thomas Edison sobre corrente contínua foram os motivos do desentendimento entre eles. Tesla havia criado

ferramentas para tornar viável o uso da corrente alternada, uma forma eficiente de transmitir energia a grandes distâncias, mas perigoso em caso de acidente. Edison, que baseava suas tecnologias na corrente contínua, era contra a “corrente assassina de Tesla”. A corrente alternada de Tesla é a que hoje corre nos fios de alta tensão do planeta.

### **Invenções e Patentes**

As pesquisas e descobertas de Tesla têm grande importância para a eletrotécnica e a radioeletricidade. Ao todo, Nikola Tesla registrou cerca de 40 patentes nos Estados Unidos e mais de 700 no mundo todo. Suas invenções foram focadas na utilização da eletricidade e magnetismo, entre eles: lâmpada fluorescente, motor de indução (utilizado em indústrias e em vários eletrodomésticos), controle remoto, Bobina Tesla, transmissão via rádio, sistema de ignição utilizado nas partidas dos carros, corrente alternada etc.

Foi por meio de novos equipamentos concebidos por Tesla que se estabeleceu o sistema de geração e aproveitamento de energia das quedas do Niágara.

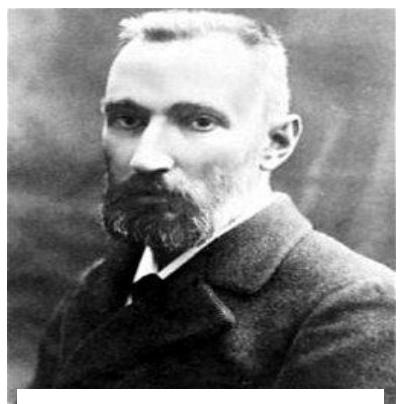
Entre as estranhas invenções de Nikola Tesla está uma máquina de terremotos, seu plano era transmitir eletricidade pela crosta terrestre de forma que em qualquer lugar do planeta se pudesse ligar uma lâmpada simplesmente enfiando-a na terra. Tesla acabou falindo quando queimou a usina elétrica, tendo que pagar uma grande indenização.

### **Frases de Nikola Tesla**

Se você quiser descobrir os segredos do Universo, pense em termos de energia, frequência e vibração.

Não creio que haja uma emoção mais intensa para um inventor do que ver suas criações funcionando. Essas emoções fazem você esquecer de comer, de dormir, de tudo.

A compreensão mútua seria enormemente facilitada pelo uso de uma língua universal (o esperanto).



[https://www.ebiografia.com/perre\\_curie/](https://www.ebiografia.com/perre_curie/)

**Pierre Curie**  
**Físico francês**

#### **Biografia de Pierre Curie**

Pierre Curie (1859-1906) foi um físico francês, pioneiro no estudo da cristalografia, magnetismo, piezeletricidade e radioatividade. Junto com sua esposa, a física Marie Curie, conduziu estudos sobre os sais de urânio e descobriu um novo elemento químico, que chamou de rádio. Em 1903, o casal ganhou o Prêmio Nobel de Física.

Pierre Curie nasceu em Paris, França, no dia 15 de maio de 1859. Seu pai, Eugène Curie, era médico e sua mãe, Sophie-Claire Curie, era filha de um rico industrial.

Pierre fez seus primeiros estudos em casa e na adolescência já mostrava grande interesse pela matemática e pela geometria. Com 16 anos bacharelou-se em Ciências e dois anos depois obteve o mestrado em Física na Universidade de Sorbonne.

### **Pierre e Marie Curie**

Em 1894, Pierre conheceu a polonesa Manya Skłodowska na casa do físico polonês, Kovalski, que estava de visita a Paris. Na época, ela era uma estudante da Sorbonne e trabalhava com as propriedades magnéticas do aço. Logo, a cientista obteve permissão para trabalhar no laboratório, ao lado de Pierre.

No dia 26 de julho de 1895 Manya casou-se com Pierre passando a se chamar Marie Curie. O casal se tornaria "Os Curie", como se fosse uma só pessoa e juntos realizaram grandes descobertas.

No final do ano de 1897, alguns meses depois do nascimento da primeira filha do casal, Marie Curie pretendia iniciar sua tese de doutorado e interessou-se pelo resultado das pesquisas realizadas pelo físico francês Henri Becquerel, em 1896.

Becquerel trabalhou no problema da fosforescência – o fenômeno que consiste em certas substâncias brilharem no escuro depois de terem sido expostas à luz solar. Suas experiências o levaram a acreditar que a pechblenda, minério de urânio, contivesse algum elemento além do urânio.

### **A descoberta de novos elementos**

Pierre e Marie começaram suas pesquisas trabalhando em um úmido porão cedido pela Sorbonne e logo constataram que o "tório" – como o urânio – também emitia radiações.

O casal verificou que certos minerais de urânio, especialmente a "pechblenda", procedente das minas localizadas na Áustria, tinham radiações mais intensas que o correspondente teor de urânio, devido à presença de elementos ainda desconhecidos.

Os Curie começaram a purificar o minério que era fervido em um grande recipiente sobre um fogão de ferro fundido. Uma tonelada do mineral foi aos poucos sendo reduzido a uns 50 quilos.

Em julho de 1898 eles conseguiram isolar um elemento 300 vezes mais ativo que o urânio. Em homenagem à sua terra, Marie o batizou com o nome de "polônio". Em dezembro do mesmo ano, os Curie isolaram um pó branco que era cerca de 900 vezes mais radioativo que o urânio. Esse novo elemento recebeu o nome de "rádio".

Os Curie publicaram mais de dez artigos sobre suas descobertas e sobre as propriedades do rádio e os efeitos biológicos da radioatividade. *Em 1903, o casal*

ganhou o Prêmio Nobel de Física, juntamente com Becquerel, que os ajudou indicando a linha das pesquisas.

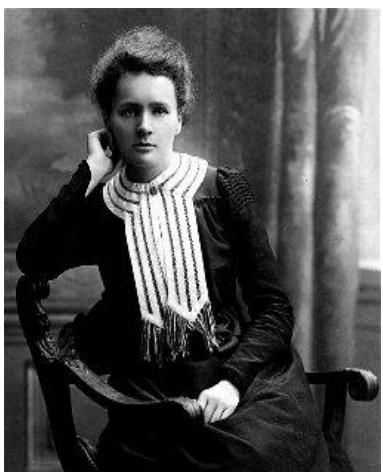
O casal usou o dinheiro do prêmio para saldar as dívidas que haviam acumulado durante os anos de pesquisas. Em 1904 nasceu a segunda filha do casal, Éve. Em 1905, Pierre foi eleito para a Academia Francesa, assumindo a cátedra de Física na Sorbonne, com um bem montado laboratório.

### **Morte trágica**

Em abril de 1906, ao voltar para casa de uma reunião, Pierre Curie foi atropelado por uma enorme carroça e em seguida foi atropelado e morto por uma carruagem que vinha no sentido contrário.

Pierre Curie faleceu em Paris, França, no dia 19 de abril de 1906. Um mês após a morte do marido, Marie assumiu a cátedra de Física que Pierre deixara vaga. Foi a primeira mulher professora da Sorbonne.

Marie Curie faleceu em 4 de julho de 1934 e em abril de 1995, os restos mortais dos Curie foram depositados na cripta do Panteão de Paris.



[https://www.ebiografia.com/marie\\_curie/](https://www.ebiografia.com/marie_curie/)

**Marie Curie**  
**Cientista polonesa**

### **Biografia**

Marie Curie (1867-1934) foi uma cientista polonesa. Descobriu e isolou os elementos químicos, o polônio e o rádio, junto com Pierre Curie. Foi a primeira mulher a receber um Prêmio Nobel, o de Física, em 1903, e a única a acumular o prêmio duas vezes, quando recebeu o de Química, em 1911. Foi a primeira mulher a lecionar na Sorbonne.

### **Descobertas de Marie e Pierre Curie**

Em 1895, quando preparava sua tese de doutorado, Marie conheceu Pierre Curie, que trabalhava em pesquisas elétricas e magnéticas, e em pouco tempo estavam casados.

No início de suas pesquisas constataram que os sais de “tório” eram capazes de emitir raios semelhantes aos dos sais de “urânio”. Foi ela que afirmou que o urânio era uma propriedade do átomo.

Trabalhando em um porão cedido pela Sorbonne verificaram que certos minerais de urânio especialmente a “pechblenda”, procedente das minas de Joachimstal, na Boêmia, tinham radiações mais intensas que o correspondente teor em urânio, devido à presença de elementos ainda desconhecidos.

Os Curie começaram a purificar o minério, que era fervido em grandes recipientes sobre um fogão de ferro fundido. Em julho de 1898 conseguiram isolar um elemento 300 vezes mais ativo que o urânio.

Em homenagem à sua pátria, Maria batizou-o de "polônio". Porém os Curie não estavam satisfeitos porque o resto do material, depois de extraído o polônio, era ainda mais potente que o polônio.

Continuaram a purificação e cristalização e encontraram um novo elemento 900 vezes mais "radioativo" (termo criado por Marie) que o urânio. Estava descoberto o "rádio".

### **Dois Prêmios Nobel**

Em 1900, Marie Curie foi convidada para lecionar física na École Normale Supérieure, em Sèvres, enquanto Pierre era indicado para conferencista na Sorbonne.

Em 1903, Marie Curie se tornou a primeira mulher da França a defender uma tese de doutorado. No mesmo ano o casal ganhou o "Prêmio Nobel de Física" por suas descobertas no campo ainda novo da radioatividade.

Em 1904, Pierre foi nomeado professor da Sorbonne e Marie assumiu o cargo de assistente-chefe do laboratório dirigido por seu marido. Em 1905, Pierre Curie foi eleito para a Académie des Sciences.

Em 19 de abril de 1906, Pierre Curie morreu tragicamente, vitimado por um atropelamento. No dia 13 de maio, pouco antes de completar um mês da morte do marido, Marie foi indicada para substituí-lo, tornando-se a primeira professora (mulher) de Física Geral.

Em 1910, finalmente, auxiliada pelo químico francês André Debierne, Marie Curie conseguiu obter o rádio em estado metálico. Em 1911, Marie Curie foi agraciada com o segundo "Prêmio Nobel", desta vez de Química, por suas investigações sobre as propriedades e potencial terapêutico do rádio.

A cientista tornou-se a primeira personalidade a receber duas vezes o Prêmio Nobel.

### **Doença e Morte**

Toda a dedicação de Marie Curie à ciência teve um preço: após anos trabalhando com materiais radioativos e sem nenhuma proteção ela foi acometida por uma grave e rara doença hematológica, conhecida hoje como leucemia.

Marie Curie faleceu perto de Sallanches, França, no dia 4 de julho de 1934.



**Heinrich Friedrich Emil Lenz**  
**(1804 – 1865)**

### **Biografia**

Heinrich Friedrich Emil Lenz, físico russo, pesquisou sobre a condutividade de vários materiais sujeitos a correntes elétricas, o efeito da temperatura sobre a aquela e recebeu crédito pela descoberta da reversibilidade das máquinas elétricas.

Heinrich Lenz nasceu em 12 de fevereiro de 1804, em Dorpat, no Império Russo, que é agora Tartu, Estónia. Estudou teologia na Universidade de Tartu em 1820, onde permaneceu por 3 anos, mas mudou para a Física. Após isso, começou a trabalhar em geofísica, fazendo uma viagem ao redor do mundo, na qual estudou aspectos como o nível de sal, temperatura e pressão dos mares e oceanos.

### Contribuição

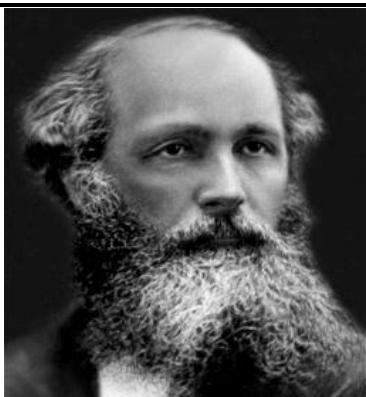
Em 1833, Lenz teve uma lei nomeada em sua honra, a Lei de Lenz, a qual estabelece que ao impulsionar um polo de uma barra de ímã permanente através de uma bobina de fio metálico, por exemplo, uma corrente elétrica é induzida na bobina que, por sua vez, configura um campo magnético ao redor da bobina, tornando-a um ímã.

A Lei de Lenz afirma que quando o polo norte do ímã da barra se aproxima da bobina, a corrente induzida flui de tal maneira que o lado da bobina mais próximo do polo da barra magnética se torna polo norte para se opor ao ímã da barra que se aproxima. Ao retirar a barra magnética da bobina, a corrente induzida se inverte, e o lado próximo da bobina se torna um polo sul para produzir uma força de atração no ímã da barra recuada.

Lenz se especializou em magnetismo e tornou-se professor de Física na Academia de Ciências de São Petersburgo, em 1836.

Segundo a Literatura, Lenz também formulou o efeito Joule em 1842, o qual expressa a relação entre o calor gerado pela corrente elétrica que percorre um condutor em determinado tempo, de forma independente das experiências e conclusões alcançadas a esse respeito por James Prescott Joule, cientista britânico homenageado pela descoberta do efeito.

Lenz morreu aos 60 anos de idade, no dia 10 de fevereiro de 1865, em Roma; sua morte foi devido a um acidente vascular cerebral (redução brusca do fluxo sanguíneo em uma artéria do cérebro, o que causa a falta de circulação vascular na região).



[https://www.ebiografia.com/james\\_clerk\\_maxwell/](https://www.ebiografia.com/james_clerk_maxwell/)

**James Clerk Maxwell**  
**Físico e matemático escocês**

### Biografia

James Clerk Maxwell (1831-1879) foi um físico e matemático escocês. Estabeleceu a relação entre eletricidade, magnetismo e luz. Suas equações foram a chave para a construção do primeiro transmissor e receptor de rádio, para compreensão do radar e das micro-ondas.

James Clerk Maxwell nasceu em Edimburgo, Escócia, no dia 13 de junho de 1831. Filho do advogado James Clark Maxwell, que não exercia sua profissão, para administrar suas propriedades e dedicava-se à educação do filho.

Ficou órfão de mãe quando tinha nove anos. Foi criado com ajuda de uma tia. Aos 10 anos de idade ingressou na Edinburgh Academy. Aos 14 anos escreveu seu primeiro trabalho científico, sobre um método de construir uma elipse perfeita.

### **Descobertas de Maxwell**

Como cientista, James Clerk Maxwell realizou trabalho importante sobre os anéis de Saturno, que analisara matematicamente, assim como sobre os gases.

No ensaio “Sobre a Estabilidade dos Anéis de Saturno” (1857), afirma que são feitos de partículas independentes e não de fluídos ou discos sólidos, como se acreditava.

Notabilizou-se pelas pesquisas sobre fenômenos elétricos e pelo desenvolvimento matemático de questões ligadas à eletrodinâmica e à natureza da luz.

Durante algum tempo Maxwell retirou-se para sua propriedade em Glenair para terminar sua obra sobre a teoria eletromagnética. Escreveu os manuais sobre: calor, visão das cores, Matemática e Física.

Dez anos após a morte de Maxwell, Heinrich Hertz provou a teoria eletromagnética de Maxwell, ao construir o primeiro transmissor e receptor de rádio.

James Clerk Maxwell morreu em Cambridge, Inglaterra, no dia 5 de novembro de 1879.

## **FÍSICA MODERNA**



**Niels Bohr**  
Físico dinamarquês.

### **Biografia**

Niels Bohr (1885 - 1962) foi um físico dinamarquês. Estabeleceu o modelo atômico que lhe valeu o Prêmio Nobel de Física em 1922.

Niels Henrik David Bohr nasceu em Copenhague, na Dinamarca, no dia 7 de outubro de 1885. Filho de Christian Bohr, professor de Fisiologia na Universidade de Copenhague e de Ellen Adler, descendente de ilustre família judia.

### **O que descobriu Niels Bohr**

A partir dos estudos de Rutherford e da teoria da mecânica quântica de Max Planck, Bohr estabeleceu o modelo atômico que lhe valeria o reconhecimento posterior.

[https://www.ebiografia.com/niels\\_bohr/](https://www.ebiografia.com/niels_bohr/)

Niels Bohr apresentou a ideia de que os elétrons giram ao redor do núcleo em órbitas determinadas, mas quando a eletricidade passa através do átomo, o elétron pula para a órbita maior e seguinte, voltando depois para a órbita usual.

Quando os elétrons saltam de uma órbita para outra produzem luz. Bohr conseguiu prever os comprimentos de onda a partir da constituição do átomo e do salto dos elétrons de uma órbita a outra.

Em 1913 Niels Bohr publicou sua teoria básica sobre a estrutura do átomo, que foi posteriormente ampliada e codificada permitindo melhorar a compreensão da Química e da Eletricidade, conduzindo ao desenvolvimento da energia atômica.

### **Prêmio Nobel de Física**

Demorou nove anos para que a comissão do prêmio Nobel reconhecesse a importância da obra e Bohr, que só o recebeu em 1922. Com apenas 39 anos, Bohr se tornou o mais novo dos vencedores do Prêmio Nobel de Física até aquela data.

Porém, antes mesmo de receber o Prêmio Nobel de Física, Niels Bohr foi nomeado chefe do Instituto de Física Teórica de Copenhague.

### **A Bomba Atômica**

Em janeiro de 1939, Lise Meitner, refugiada austríaca judia e seu sobrinho Otto Frisch estavam trabalhando no Instituto de Niels Bohr e baseados nas descobertas de físicos alemães concluíram que seria possível dividir o núcleo do urânio em duas partes relativamente iguais.

Depois que ocorresse a quebra do núcleo, ou fissão, haveria súbita libertação de enorme quantidade de energia atômica, o que teria importantes consequências militares.

Bohr foi aos Estados Unidos e encontrou-se com Einstein e outros cientistas. Na Colúmbia Universidade de Nova Iorque, discutiu o problema com Enrico Fermi.

Em pouco tempo, os laboratórios mundiais confirmavam a previsão de Meitner e Frisch, que levaram a trágica história da bomba atômica.

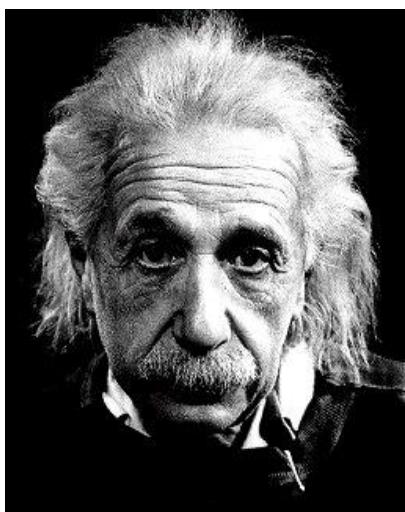
Niels Bohr voltou para a Dinamarca e retomou seu trabalho no instituto. Em abril de 1940 a Alemanha atacou e dominou seu país. Bohr interrompeu suas pesquisas e junto com a mãe judia e com sua esposa procuraram escapar dos nazistas.

Foram para a Suécia, a bordo do Sea Star, pequeno navio de pesca. Da Suécia, Bohr foi para os Estados Unidos e para o projeto atômico de Los Alamos, no Novo México, onde encontrou seu filho Aage, também físico.

Terminada a Segunda Guerra Mundial, Bohr voltou para a Dinamarca. Assim que a bomba atômica se revelou devastadora, Bohr iniciou uma intensa atividade em favor da utilização pacífica da energia nuclear.

Niels Bohr foi nomeado presidente da Comissão de Energia Atômica da Dinamarca, e no ano de 1955, em Genebra, recebeu o Prêmio Ford “Átomos para a Paz”.

Niels Bohr faleceu, vítima de uma trombose, em Copenhague, Dinamarca, no dia 18 de novembro de 1962.



**Albert Einstein**  
Físico alemão

### Biografia

Albert Einstein (1879-1955) foi um físico e matemático alemão. Entrou para o rol dos maiores gênios da humanidade ao desenvolver a Teoria da Relatividade.

Estabeleceu a relação entre massa e energia e formulou a equação que se tornou a mais famosa do mundo:  $E = mc^2$ . Recebeu o Prêmio Nobel de Física por suas descobertas sobre a lei dos efeitos fotoelétricos.

[https://www.ebiografia.com/albert\\_einstein/](https://www.ebiografia.com/albert_einstein/)

### Ensaios científicos

Em 1905, ano em que concluiu o doutorado, Einstein publicou quatro ensaios científicos, cada um deles com uma grande descoberta no campo da física:

No primeiro, fez uma análise teórica do movimento browniano, produzido pelo choque das partículas de um líquido sobre corpos microscópicos nele introduzidos.

No segundo, formulou uma nova teoria da luz com o importante conceito de fóton, baseando-se na teoria quântica proposta em 1900 pelo físico Max Planck.

No terceiro, expôs a formulação inicial da teoria da relatividade.

No quarto trabalho, propôs uma fórmula para a equivalência entre a massa e energia, a célebre equação algébrica: ( $E = mc^2$ ). Isso quer dizer que a energia é igual à massa multiplicada pela velocidade da luz ao quadrado.

### Teoria da Relatividade

Em 25 de novembro de 1915, ele subiu ao palco da Academia de Ciências da Prússia e declarou ter concluído sua exaustiva pesquisa de uma década em busca de um entendimento novo e mais profundo da gravidade. A **Teoria da Relatividade Geral**, afirmou Einstein, estava pronta.

No ensaio dedicado à relatividade intitulado “Movimento Eletrodinâmico dos Corpos”, Einstein afirma que espaço e tempo são valores relativos e não absolutos, ao contrário do que se acreditava até então.

Afirma ele que a velocidade máxima do universo é a da luz e acrescenta: “Para o corpo que se deslocasse a essa velocidade, o tempo sofreria uma dilatação, ao mesmo tempo em que se registraria uma contração do espaço.

Dessa forma, o corpo que permanecesse em repouso envelheceria em relação ao outro corpo, em movimento.

A nova e radical visão das interações entre o espaço, o tempo, a matéria, a energia e a gravidade foi um feito reconhecido como uma das maiores conquistas intelectuais da humanidade.

### **Prêmio Nobel de Física**

Em 1919, Einstein tornou-se conhecido em todo o mundo depois que sua teoria foi comprovada em experiência realizada durante um eclipse solar. Em 1921, Albert Einstein foi agraciado com o “Prêmio Nobel de Física” por suas contribuições à física teórica, especialmente, por sua descoberta da lei do efeito fotoelétrico.

No dia 10 de novembro de 1922, durante a cerimônia de entrega do Prêmio Nobel de Física, Einstein estava no Japão e não pode receber-lo pessoalmente. Foi representado na cerimônia de entrega pelo embaixador alemão na Suécia.

### **Visita ao Brasil**

Albert Einstein começou a viajar pelo mundo para expor suas teorias físicas e também para debater problemas como o racismo e a paz mundial. No dia 4 de maio de 1925 chegou ao Rio de Janeiro, então capital do Brasil, sendo recebido pelo presidente Artur Bernardes.

Entre outros compromissos, visitou o Jardim Botânico, o Observatório Nacional, o Museu Nacional e o Instituto Oswaldo Cruz. Em 1932 partiu de Berlim para uma visita a Califórnia, pois sabia que em breve o nazismo controlaria toda a Alemanha.

### **Últimos anos e o pacifismo**

Em 1933, Albert Einstein renunciou a seus cargos na Alemanha, onde os nazistas já estavam no poder, e exilou-se nos Estados Unidos. Passou a lecionar no Instituto de Estudos Avançados da Universidade de Princeton, do qual se tornaria diretor.

Em 1939, preocupado com o desenvolvimento de armas nucleares, o cientista escreveu uma carta para o presidente Franklin Roosevelt sobre o perigo de a Alemanha ter se adiantado na descoberta das possibilidades da energia nuclear. Logo depois, o chefe de estado americano começou o projeto Manhattan. Em 1940, Einstein recebeu cidadania americana.

Seis anos depois, em 6 de agosto de 1945, uma bomba atômica foi lançada sobre a cidade japonesa de Hiroshima, quando devastou seiscentos quarteirões. Alguns dias depois, outra bomba foi lançada sobre a cidade de Nagasaki.

Após a Segunda Guerra Mundial, Einstein uniu-se a outros cientistas que lutavam para evitar nova utilização da bomba. Estabeleceu uma organização mundial de controle sobre as armas atômicas.

Albert Einstein faleceu em Princeton, Estados Unidos, no dia 18 de abril de 1955.

### **Teoria da Felicidade**

Em novembro de 1922, Albert Einstein estava em uma turnê no Japão realizando conferências e instalado no Hotel Imperial em Tóquio, ao invés de dar uma gorjeta ao carregador de malas, o cientista entregou-lhe duas notas manuscritas explicando como alcançar a felicidade.

Uma nota escrita em papel timbrado do hotel diz: "Uma vida simples e tranquila traz mais alegria que a busca pelo sucesso em uma inquietação constante". A outra nota, escrita em folha simples, diz: "Onde há um desejo, há um caminho".

As folhas manuscritas, nas quais Albert Einstein explica como alcançar uma vida feliz, que estavam em poder de um parente do carregador do hotel, foram leiloadas no dia 24 de outubro de 2017, na casa de leilões Winner, por 1,56 milhão de dólares.

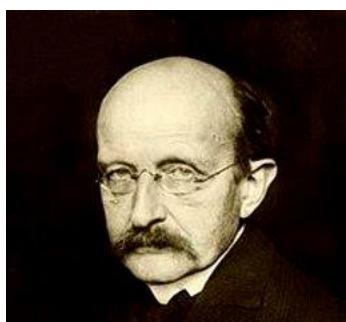
### Frases de Albert Einstein

"A única finalidade da educação deve consistir em preparar indivíduos que pensem e ajam como indivíduos – independentes e livres".

"Se minha teoria da relatividade revelar-se correta, a Alemanha afirmará que sou alemão, enquanto a França declarará que sou cidadão do mundo. Mas se minha teoria fracassar, a França lembrará que sou alemão, e a Alemanha recordará que sou judeu"

"O grande problema da humanidade não está no domínio da Ciência, mas no domínio dos corações e das mentes humanas"

"A vida é um ininterrupto vir a ser, jamais um ser puro e causal"



**Max Planck**  
Físico alemão

#### Biografia

Max Planck (1858-1947) foi um físico alemão. Considerado o criador da "teoria da física quântica". Recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1918.

Max Planck nasceu na cidade de Kiel, um porto do Mar Báltico, no norte da Alemanha, no dia 23 de abril de 1858. Filho do jurista e professor universitário Johann Julius Wilhelm Planck, descendente de uma tradicional família de alemães, na qual existiam muitos juízes, cientistas e teólogos.

Quando Max estava com 9 anos a família mudou-se para Munique a fim de seu pai lecionar na Universidade. Em Munique, Max cursou o Ginásio Maximiliano, escola secundária onde estudou com um competente professor de física. Estudou música e se tornou um bom pianista.

Em 1874, Max Planck ingressou na Universidade de Munique, onde iniciou seus estudos em física. Em 1877 foi para Berlim, onde estudou com grandes físicos como, Hermann Helmholtz e Gustav Kirchhoff.

Doutorou-se em 1879 com uma tese relativa a uma experiência sobre difusão do hidrogênio através da platina aquecida. Dizem que foi a única experiência que ele realizou. Era um cientista matemático e não experimental.

Em 1880, Max Planck voltou para a Universidade de Munique, onde foi nomeado professor-assistente. Em 1885 retornou para sua cidade natal, onde lecionou Física na Universidade de Kiel.

Em 1886 casou-se com Marie Merck. Em 1889, com trinta e um anos, foi nomeado para a cadeira de Física na Universidade de Berlim. Depois de dois anos, foi nomeado professor de Física Teórica, substituindo o professor Gustav Kirchhof.

### **Teoria termodinâmica**

Planck era especialista na teoria da Termodinâmica, que é o ramo da física que estuda as relações de calor, temperatura, trabalho e energia. A luz e o calor têm relação entre si, como se pode ver quando se toca uma lâmpada elétrica acesa. E é sabido que a cor da luz serve de base à medição de temperaturas superiores às registradas nos termômetros.

Quanto mais próxima do branco é a cor, maior é a temperatura. Nas temperaturas baixas a radiação consiste em raios infravermelhos, invisíveis. A 540 graus torna-se visível o vermelho. A cerca de 1 400 aparece um azul brilhante. A temperatura de um filamento de lâmpada elétrica é de uns 2 800 graus.

Essa maneira de estudar e entender a luz explicava muitos fenômenos, como o modo de sua propagação. No entanto, quando tentou calcular o que acontece, a partir das teorias conhecidas descobriu que até mesmo um pedacinho mínimo de calor deveria produzir uma luz brilhante.

No entanto, no caso de objetos que estão em temperatura altíssimas, eles não refletem alguma luz que incidem sobre eles. Como tudo encerra algum calor, algo deveria estar errado, pois o cálculo mostrava que o corpo humano com temperatura de 37° C deveria brilhar no escuro.

### **Teoria Quântica de Planck**

Max Planck tentou buscar uma explicação para as características especiais da luz emitida por corpos aquecidos (ou o que os físicos chamam de radiação de corpo negro). A explicação veio em 1900, quando Planck afirmou que a energia não seria contínua, como se pensava.

Sua teoria dizia: "A radiação é absorvida ou emitida por um corpo aquecido não sob a forma de ondas, mas por meio de "pacotinhos" de energia". A esses pacotes de energia Max Planck deu o nome de "quantum", passando a ideia de unidade mínima, indivisível, uma vez que seria uma unidade definida de energia proporcional à frequência da radiação.

Max Planck apresentou essa ideia do "quantum" à Academia Alemã de Ciências, mas os cientistas não estavam preparados para tanto, pois a teoria ondulatória funcionava na maioria dos casos conhecidos. Lentamente mundo

científico começou a tomar conhecimento da ideia das partículas de energia, ou seja, da “teoria quântica de Planck”.

Em 1913 Einstein, que muito fizera para o progresso da teoria de Planck, foi a Berlim e partilharam o interesse pela Matemática. Em 1918, Planck recebeu o reconhecimento do mundo em geral com a conquista do “Prêmio Nobel de Física”.

### **Planck e o Nazismo**

Durante o regime nazista na Alemanha, seus amigos Einstein e Schroedinger foram obrigados a deixar a Alemanha. Planck recusou duas vezes de assinar um juramento de lealdade ao Partido Nazista. Em 1944, em plena Guerra Mundial, seu filho foi acusado de conspirar contra Hitler e acabou sendo executado. Sua casa e sua biblioteca foram destruídas pelos bombardeiros da guerra.

Max Planck faleceu em Gottingen, Alemanha, no dia 4 de outubro de 1947. Em sua honra, a Academia de Ciências Kaiser Wilhelm recebeu o nome de Max Planck. O maior prêmio científico da Alemanha passou a ser a "Medalha Planck".



<https://brasilescola.uol.com.br/biografia/louis-victor-pierre.htm>

### **Louis de Broglie**

#### **Físico francês que formulou a mecânica ondulatória**

"Físico e professor francês, nascido em Dieppe, príncipe e depois sétimo duque de Broglie, que estabeleceu uma correspondência entre onda e partícula e formulou a mecânica ondulatória. Descendente de família aristocrática de ricos e nobres italianos de Piemonte, radicados na França (1640), de ilustres militares, políticos e diplomatas, formou-se em Licenciatura em História (1910) e logo depois cursou um ano de Direito.

Mas a grande repercussão que alcançavam na época as grandes transformações na Física, fez com que seguisse seu irmão Maurice Broglie (1875-1960), 17 anos mais velho, que rompera com essa tradição familiar e dedicara-se a física. Maurice incentivou-o a

ler os trabalhos de Jules Henri Poincaré (1854-1912), que tratavam da aplicação da análise matemática aos problemas da astronomia e a certos fenômenos físicos do mundo macroscópico.

Com o irmão como secretário do 1º Congresso Solvay (1911), que contou com a presença dos maiores especialistas em física de todo o mundo, ele também teve a rara oportunidade de ler as cópias recém-impressas dos últimos trabalhos e estudos de Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955) e tomar, então, conhecimento das primeiras teorias quânticas e relativísticas. Estes trabalhos iniciais demonstravam a insuficiência das teorias clássicas para a explicação de novos fenômenos descobertos e a necessidade de introduzir o

conceito de quantum de luz. Seu entusiasmo foi tão grande que se decidiu imediatamente pela carreira de físico, largando seus estudos de história.

Assim, estimulado por estes novos conceitos, procurou avidamente uma base racional para essa nova maneira de estudar a luz. Licenciado em ciências físicas, durante a Primeira Guerra Mundial foi engajado e passou a trabalhar no serviço de radiotelegrafia do exército francês, período em que aprimorou seus estudos sobre o eletromagnetismo. Após a primeira Guerra Mundial continuou trabalhando em física teórica no laboratório do irmão Maurice, na pesquisa da estrutura da matéria, utilizando raios X. Nestas condições, conseguiu amadurecer as idéias revolucionárias que seriam expostas em sua tese de doutoramento.

Defendeu sua tese de doutorado na Sorbonne, *Recherches sur la théorie des quanta* (1924), resultado de uma pesquisa sobre a teoria dos quanta, formulação que marcou o surgimento da mecânica ondulatória, o movimento ondulatório das partículas, associando os princípios da mecânica clássica aos da óptica e, assim, possibilitando a invenção do microscópio eletrônico (1927). Para formular sua teoria, ele fez a seguinte analogia: se a natureza havia demonstrado ser essencialmente simétrica, por exemplo, existindo cargas positivas e negativas, frio e calor etc e, além disso, o universo observável era composto inteiramente de matéria e energia, como luz, raios cósmicos etc, e se a luz tinha um comportamento ao mesmo tempo de onda e de partícula, talvez o mesmo acontecesse com a matéria. Fisicamente sua teoria associava a qualquer partícula em movimento um comprimento de onda dado pela expressão  $\lambda = h / mv$ , onde aparece a constante de Planck  $h$ , a massa da partícula  $m$  e sua velocidade escalar  $v$ .

"Recebida inicialmente com reservas, a prova experimental da teoria ondulatória da matéria seria feita quatro anos após a publicação de sua tese de doutoramento, através da experiência decisiva dos físicos americanos Clinton Joseph Davisson (1881-1958), também um Nobel (1937), e Lester Halbert Germer (1896-1971). Nomeado professor (1928) do Instituto Henri Poincaré, Universidade de Sorbonne, Paris, ganhou o Prêmio Nobel de Física (1929) pela descoberta do comportamento ondulatório dos elétrons, tornando-se, aos 37 anos de idade, um dos mais jovens membros da galeria dos prêmios Nobel.

Ganhou o Prêmio Kalinga, concedido pela UNESCO (1952). Admitido como Membro da Academia de Ciências (1933) e da Academia Francesa de Letras por seu talento como escritor (1944), também publicou importantes trabalhos sobre física teórica, história e filosofia das ciências, como *Introduction à l'étude de la mécanique ondulatoire* (1930), traduzidos para o inglês como *An Introduction to the Study of Wave Mechanics* (1930), *Revolution in Physics* (tr. 1953) e *Non-Linear Wave Mechanics* (tr. 1960) e *Certitudes et incertitudes de la science* (1966) e morreu em Paris."

---



<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/person/stefan.htm>

### **Stefan, Josef (1835-1993)**

Físico austríaco, descobriu a lei de Stefan-Boltzmann sobre a radiação térmica emitida pelos corpos emissores ideais ("corpos negros").

Depois de estudar 4 anos na Universidade de Viena, Stefan tornou-se professor de colégio durante 7 anos, pesquisando sobre física nas horas vagas. Em 1863 conseguiu uma vaga como professor na Universidade de Viena, e lá permaneceu ao longo de sua vida.

Stefan foi um excelente experimentalista, tendo medido com exatidão a condutividade térmica de vários gases, proporcionando uma precoce confirmação da teoria cinética de Maxwell. Em 1879 ele estudou as perdas térmicas de corpos muito quentes, os quais se resfriavam mais rapidamente do que o previsto pela chamada Lei de Newton do resfriamento. Utilizando os resultados de Tyndall, obtidos com um fio de platina incandescente por meio da passagem de uma corrente elétrica, Stefan mostrou que a taxa de perda térmica por unidade de área era proporcional à temperatura absoluta elevada à quarta potência, uma relação que passou a ser conhecida como Lei de Stefan, e a constante de proporcionalidade foi chamada de constante de Stefan. Em 1884, seu ex-aluno Boltzmann usou a teoria cinética e a termodinâmica para derivar essa mesma lei, e mostrou que a mesma era válida exatamente para emissores ideais, que irradiavam perfeitamente em todos os comprimentos de onda, chamados "corpos-negros". Dessa forma, tornou-se conhecida como Lei de Stefan-Boltzmann. Stefan usou a lei para fazer a primeira estimativa satisfatória da temperatura da superfície do Sol (photosfera), obtendo o valor de 6000 °C.



### **Edwin Powell Hubble (1889 - 1953)**

#### **Biografia**

Nasceu no ano de 1889 no Missouri, Estados Unidos.

Desde jovem se destacava na escola, não por suas notas, mas por sua habilidade nos esportes. Edwin chegou a quebrar o recorde de salto em altura do estado de Illinois.

No ano de 1906, Hubble iniciou seus estudos em matemática e astronomia na Universidade de Chicago, onde trabalhou para Robert Millikan como

<https://www3.unicentro.br/petfisica/2016/04/08/edwin-powell-hubble-1889-1953/>

assistente de laboratório. Após se formar, iniciou seus estudos em direito pela Universidade de Oxford. Edwin até exerceu a profissão e lecionou sobre o assunto, mas não conseguiu resistir à sua paixão: a astronomia. Logo, deixou de se envolver com a área.

Hubble voltou para a Universidade de Chicago e iniciou seu doutorado em astronomia. Sua pesquisa lhe rendeu uma oportunidade de trabalhar no Mount Wilson Observatory que fica localizado na Califórnia. Porém, sua pesquisa foi interrompida por um tempo: Edwin foi servir os Estados Unidos da América na primeira guerra mundial.

Em 1919, após retornar da guerra, Hubble pôde se dedicar integralmente à astronomia. Foi nesse período que Edwin realizou suas principais descobertas.

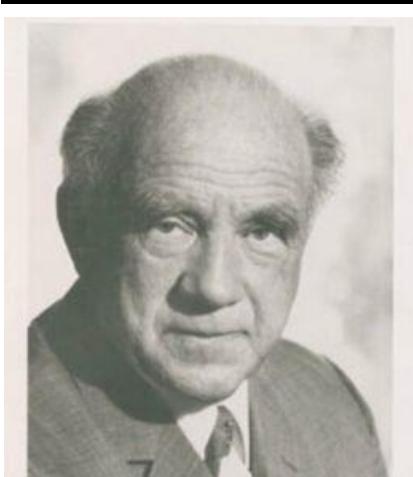
## Contribuições

Uma das principais contribuições de Edwin Powell Hubble para a ciência foi a comprovação de que haviam outras galáxias além da Via-Láctea. Em 1924, ao estimar que Andrômeda se encontrava há cerca de 900 mil anos-luz da terra, Hubble comprovou que Andrômeda estava além dos limites da Via-Láctea (embora o valor real seja 2,54 milhões anos-luz).

Nos anos seguintes, Edwin descobriu várias outras galáxias, e começou a classificá-las de acordo com seu formato (espiral ou elíptica). Também passou a analisar a distância entre a Via-Láctea e as outras galáxias, bem como suas velocidades relativas. No ano de 1929 Esse estudo resultou em uma lei denominada Lei de Hubble-Humason, que afirma que a velocidade de afastamento de uma galáxia é proporcional à sua distância em relação a outra galáxia. A lei de Hubble-Humason contribuiu largamente para a formulação da teoria do Big-Bang.

Edwin Hubble continuou trabalhando com astronomia até sua morte em 1953, vítima de uma trombose cerebral.

Suas pesquisas contribuíram de forma significativa para nossa compreensão de universo. Em homenagem à seu trabalho, o primeiro telescópio espacial recebeu seu nome: o famoso Telescópio Hubble.



**Werner Heisenberg**  
(1901 – 1976)

## Biografia

Werner Karl Heisenberg nasceu em 05 de dezembro de 1901, na cidade de Würzburg, na Alemanha.

Foi um famoso físico ganhador de Prêmio Nobel. Iniciou o curso de Física em 1920, em Munique. Durante um Congresso em Copenhague, de Niels Bohr, Heisenberg expôs suas ideias sobre a Mecânica Quântica e a partir daí, ficou muito amigo

de Bohr. Em 1923, três anos após iniciar seus estudos em Física, Heisenberg tornou-se doutor pela Universidade de Munique. Tornou-se assistente de Max Born, em 1924, no centro universitário Göttingen. Em seguida, transferiu-se para Copenhague, onde trabalhou com Niels Bohr.

### Contribuições

Desenvolveu a mecânica matricial no ano seguinte, que consiste em desconsiderar a hipótese aceita até então de que elétrons e outros fenômenos atômicos poderiam se comportar como partículas e considerar a possibilidade de predizer matematicamente a ocorrência de outros fenômenos atômicos que pudessem ser averiguados, tais como frequência e luz. Sendo ela uma linguagem matemática apropriada para lidar com fenômenos quânticos. Em 1927 começou a ensinar física na Universidade de Leipzig, onde enunciou o Princípio da Incerteza. Para ele, é impossível conhecer simultaneamente a posição e o momento de uma partícula com certeza. Quanto maior for a precisão com que se conhece uma delas, menor será a precisão com que se pode conhecer a outra. Recebeu o Prêmio Nobel de Física no ano de 1932 pela criação da Mecânica Quântica.

Durante a Segunda Guerra Mundial, já casado com Elisabeth Schumacher, com quem teve sete filhos, Heisenberg optou por permanecer no país, ao contrário da maioria dos cientistas alemães que saíram ou foram obrigados a fugir da Alemanha. De 1942 a 1945 dirigiu o Instituto Kaiser Wilhelm, em Berlin, e trabalhou ao lado de Otto Hahn, um dos descobridores da fissão nuclear, no projeto de urânio de Hitler. Por esta decisão, perdeu várias amizades, entre elas a de Niels Bohr. No fim da guerra, o físico foi preso, permanecendo aprisionado na Inglaterra durante seis meses. Em 1946, Heisenberg voltou para a Alemanha, onde assumiu o posto de diretor do Instituto Kaiser Wilhelm de Física em Gottingen, que mais tarde passaria a ser conhecido como Instituto Max Planck.

Organizou e dirigiu o Instituto de Física e Astrofísica de Göttingen. O instituto mudou-se para Munique, em 1958 e Heisenberg iniciou o estudo sobre a teoria das partículas elementares. Descobriu sobre a estrutura do núcleo atômico, hidrodinâmica das turbulências, dos raios cósmicos e do ferromagnetismo. Alguns físicos da época, como Albert Einstein rejeitaram a sua teoria porque iam contra os princípios da física clássica, a física newtoniana.

Em 1970, pediu demissão do Instituto e morreu de câncer, no dia 01 de fevereiro de 1976. Apesar de ter provocado desavenças com grandes físicos ao longo de sua carreira, deixou bons amigos que organizaram uma procissão de velas acesas até a porta de sua casa no dia de seu falecimento.

Seu biógrafo, David Cassidy, escreveu que Heisenberg se tornou um dos grandes físicos do século XX e, também, um dos mais controvertidos.

Heisenberg continuou na Alemanha durante a ocupação nazista. Até hoje, paira a dúvida sobre sua real posição: contra ou a favor de Hitler.



**Erwin Schrödinger**  
(1887 - 1961)

### Biografia

Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger nasceu em Viena em 12 de agosto de 1887. Graduou-se em 1910 pela Universidade de Viena e lá trabalhou até 1920. Seus pais Rudolf Schrödinger (sendo um produtor de mortalhas e botânico) e Georgine Emilia Brenda (filha de Alexander Bauer, professor de Química na Universidade de Tecnologia de Viena) possuíam origens distintas e crenças distintas, o que possibilitou a Erwin desenvolver certo conhecimento em filosofia e em línguas, onde aprendeu Inglês e Alemão simultaneamente.

<https://www3.unicentro.br/petfisica/2016/05/15/erwin-schrodinger/>

Na Primeira Guerra Mundial Schrödinger serviu como oficial de artilharia em Stuttgart, Breslau (atual Wrocław localizado na Polônia) e Zurique a partir de 1920. Zurique, na Suíça, representaria ainda um importante período produtivo para o físico. Foi lá que ele formulou a Equação de Schrödinger, em 1926, que explicava como o estado quântico de um sistema físico muda ao longo do tempo.

Em 1927, Schrödinger aceitou um convite para suceder a Max Planck, autor da teoria quântica, na Universidade de Berlim. Permaneceu no posto até 1933, mas deixou a Alemanha por repudiar a perseguição aos judeus. Viveu então na Áustria, Bélgica, Itália e finalmente, em 1940, instalou-se na Irlanda, onde dirigiu por 15 anos o Instituto de Estudos Avançados de Dublin. Nesse período dedicou-se a pesquisas físicas, filosóficas e sobre a história da ciência.

Numa tentativa de mostrar como a física quântica pode ser usada para explicar a estabilidade da estrutura genética, escreveu *What is Life?* (1944; O que é a vida?). Retornou à Áustria em 1956, como professor emérito da Universidade de Viena. Seu pensamento filosófico foi expresso no livro *Meine Weltansicht* (1961; Minha visão do mundo), no qual manifesta simpatia pelo misticismo do Vedanta, sendo este um sistema filosófico indiano.

### Contribuições

Em 1924 a partir de uma proposição formulada por Louis de Broglie, segundo a qual as partículas da matéria têm natureza dual, Schrödinger desenvolveu a teoria que demonstrava o comportamento desse sistema por meio da equação da propagação, ou equação da onda. As soluções da equação de Schrödinger são funções de onda que só estão relacionadas com a ocorrência provável de eventos físicos, ou seja, retornam uma probabilidade de o evento ocorrer ou não.

Outra contribuição do físico foi o famoso Gato de Schrödinger, que numa tentativa de esclarecer ao mundo científico da época o seu postulado, Shrödinger

elabora um experimento mental. O experimento hipotético, explicado em 1935, consiste na seguinte ideia: um gato está em uma caixa com uma fonte de gás venenoso, um contador Geiger e um material radioativo que possui chances iguais para decair ou não. Assim que o experimentador fechasse a caixa, o gato se encontraria numa sobreposição de estados, pois a chance do material decair e o contador detectar a partícula e acionar o veneno matando gato é a mesma que para o caso contrário, assim o gato se encontraria – para o observador – vivo e morto ao mesmo tempo. Claro que ao abrir a caixa o observador só veria um dos casos, ou seja, o observador ao abrir a caixa definiria o destino do gato. Isso se deve ao fato que ao fechar a caixa, o gato deixa de ser um gato e passa a ser uma função de onda sobreposta em dois estados que transmite uma probabilidade, 50% vivo e 50% morto, e o observador ao abrir a caixa passa a colapsar a função de onda definindo um desses estados.

Diversas interpretações surgiram para o experimento do gato de Schrödinger, mas o que de fato Erwin queria demonstrar, é a incerteza que se tem nas medidas, pois sempre que efetuamos uma medida, está só ocorre devido a interação do experimentador com o material a ser medido.

Em 1933, Schrödinger dividiu com Paul Adrien Maurice Dirac o prêmio Nobel de Física. “Através do estudo das propriedades ondulatórias da matéria, você conseguiu estabelecer um novo sistema da mecânica que também explica a movimentação dentro dos átomos e moléculas”, ouviu o austríaco ao receber o prêmio, quando foi destacada “a solução de diversos problemas na física atômica. Schrödinger morreu em 1961, vítima de tuberculose.



## ORGANIZAÇÃO DA GINCANA: BIOGRAFIA DA FÍSICA

## GRUPO 1

## GRUPO 2



## ORGANIZAÇÃO DA GINCANA BIOGRAFIA DA FÍSICA

*Observação: para 20 alunos (2 grupos de 10 alunos) cada grupo vai responder 10 quizzes e cada aluno responde 1 quiz.*

### CONTROLE DE QUIZZES SELECIONADOS

MECÂNICA:	FÍSICA MODERNA:	TERMOLOGIA, ÓPTICA E ONDULATÓRIA:	ELETRICIDADE, MAGNETISMOS E ELETROMAGNETISMO:
1 - <input type="checkbox"/>	1 - <input type="checkbox"/>		1 - <input type="checkbox"/>
2 - <input type="checkbox"/>	2 - <input type="checkbox"/>	1 - <input type="checkbox"/>	2 - <input type="checkbox"/>
3 - <input type="checkbox"/>	3 - <input type="checkbox"/>	2 - <input type="checkbox"/>	3 - <input type="checkbox"/>
4 - <input type="checkbox"/>	4 - <input type="checkbox"/>	3 - <input type="checkbox"/>	4 - <input type="checkbox"/>
5 - <input type="checkbox"/>	5 - <input type="checkbox"/>	4 - <input type="checkbox"/>	5 - <input type="checkbox"/>
6 - <input type="checkbox"/>	6 - <input type="checkbox"/>	5 - <input type="checkbox"/>	6 - <input type="checkbox"/>
7 - <input type="checkbox"/>	7 - <input type="checkbox"/>	6 - <input type="checkbox"/>	7 - <input type="checkbox"/>
8 - <input type="checkbox"/>	8 - <input type="checkbox"/>	7 - <input type="checkbox"/>	8 - <input type="checkbox"/>
9 - <input type="checkbox"/>	9 - <input type="checkbox"/>	8 - <input type="checkbox"/>	9 - <input type="checkbox"/>
10 - <input type="checkbox"/>	10 - <input type="checkbox"/>	9 - <input type="checkbox"/>	10 - <input type="checkbox"/>
	11 - <input type="checkbox"/>	10 - <input type="checkbox"/>	11 - <input type="checkbox"/>
			12 - <input type="checkbox"/>
			13 - <input type="checkbox"/>



Biografia

## **CONTROLE DE ALUNOS PARTICIPANTES**

---

*Aluno **acertando** grupo ganha 1 ponto.*

*Aluno **errando** grupo ganha 0 ponto.*

	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
<b>Aluno 1</b>		
<b>Aluno 2</b>		
<b>Aluno 3</b>		
<b>Aluno 4</b>		
<b>Aluno 5</b>		
<b>Aluno 6</b>		
<b>Aluno 7</b>		
<b>Aluno 8</b>		
<b>Aluno 9</b>		
<b>Aluno 10</b>		
<b>Total de pontos:</b>		