



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS A. C. SIMÕES
INSTITUTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA



JOSIVALDO DE OLIVEIRA

**A HISTÓRIA DA FÍSICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA**

MACEIÓ-AL

2022

JOSIVALDO DE OLIVEIRA

**A HISTÓRIA DA FÍSICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Física da Universidade Federal
de Alagoas, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Martins Alves
de Almeida

MACEIÓ-AL

2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

O48h	<p>Oliveira, Josivaldo de. A história da física como ferramenta de ensino para a educação básica / Josivaldo de Oliveira. – 2022. 52 f. : il.</p> <p>Orientador: Guilherme Martins Alves de Almeida. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Física: licenciatura) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Maceió, 2022.</p> <p>Bibliografia: f. 50-52.</p> <p>1. Física - Estudo e ensino. 2. Ferramenta de ensino. 3. Física - História. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 372.853</p>
------	--

Dedico esta, assim como as minhas conquistas, ao meu cunhado Joacir Domingos (in memoriam) e minha irmã Maria José, também a minha amada esposa Renata de Miranda, e toda a minha família. Aos meus amigos, Everaldo, Marcus, Vinícius e Jonathan, pelo incentivo e companheirismo no curso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família, em especial minha esposa Renata de Miranda, por me incentivar a fazer o que eu mais gostaria na vida, por estar do meu lado sempre nesta jornada acadêmica, ao meu cunhado Joacir Domingos (in memoriam), que sempre fez de tudo por mim para que eu pudesse ter uma educação de boa qualidade, junto com minha irmã Maria José.

Ao meu professor do ensino médio, Dr. José Isnaldo de Lima Barbosa, que me fez a ter uma enorme simpatia pela física.

A todos os meus amigos do Instituto de Física, que conquistei durante todo o curso de graduação: Everaldo, Elder, Isaias, Yan, Wanessa, Michel, que fizeram cada dia agradável e tornando-os mais leve, que foram fundamental durante esses anos, e especialmente a esses três amigos: Marcus, Jonathan, Vinícius, que diante das dificuldades nos apoiamos mutualmente, como disse Jerry Santos: “Se vocês não fossem meus amigos, eu lhes comprava”, e aos demais, sou grato pelos momentos vividos.

Ao meu colega peruano Gianfranco, que foi essencial em dar todo o apoio possível quando mais precisei.

Ao professor, orientador e acima de tudo amigo, Dr. Guilherme Martins Alves de Almeida, pela orientação sem medir esforços, por sua atenção, por todo incentivo e por partilhar seus conhecimentos e suas experiências acadêmicas para que isto fosse possível.

A todo corpo docente do Instituto de Física, em destaque aos professores que tive a oportunidade de conhecer dentro de sala, ministrando as disciplinas para minha formação acadêmica.

E por fim, aos meus seis cachorros da raça labradores retriever: Athos, Belinha, Caueira, Duquesa, Duque e Maia e ao Poodle que se chama Simba, que divido o meu tempo e meu carinho com eles, pois foi a minha melhor terapia para tirar o estresse em alguns momentos ruins da graduação.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento, porque o conhecimento é limitado, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Atualmente o ensino da física, tem a tendência de focar na aplicação prática e na resolução de problemas, os professores redescobriram a recapitulação do conhecimento, possibilitando a eles de recorrer à analogia entre o crescimento do conhecimento individual e do coletivo. A física devido a sua grande abrangência nas leis que regem a natureza e o seu comportamento é uma disciplina complexa, tanto em seu ensino como na sua interpretação. Com a finalidade que os conteúdos abordados pudessem formar construções de conhecimentos para provocar um verdadeiro debate em torno do ensino da física, considerando as concepções dos estudiosos e pesquisadores selecionados para tal discussão. Ao final deste estudo espera-se compreender que abordando a física e sua história de forma contextualizada, possa ser constatado que o ensino da física vem se tornando mais atrativo para a aprendizagem dos alunos, pois, estes se sentem motivados a relacionar a física aos fatos históricos, bem como a sua aplicabilidade na vida cotidiana.

Palavras-chave: O ensino da Física. Ferramenta de ensino. História da Física.

ABSTRACT

Currently the teaching of physics, has the tendency to focus on practical application and problem solving, teachers rediscovered the recapitulation of knowledge, enabling them to resort to the analogy between the growth of individual and collective knowledge. Physics due to its wide scope in the laws governing nature and its behavior is a complex discipline, both in its teaching and in its interpretation. In order that the contents addressed could form constructions of knowledge to provoke a real debate around the teaching of physics, considering the conceptions of scholars and researchers selected for such discussion. At the end of this study it is expected to understand that approaching physics and its history in a contextualized way, it can be found that the teaching of physics has become more feel motivated to relate physics to historical facts, as well as its applicability in everyday life.

Keywords: The teaching of Physics. Teaching tool. History of Physics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa mental que descreve os movimentos MRUV e MRU.	23
Figura 2- Movimento Retilíneo	24
Figura 3- Representação ilustrativa da Inércia.	26
Figura 4- Representação ilustrativa da segunda lei de Newton.....	27
Figura 5- Representação ilustrativa da segunda lei de Newton.....	28
Figura 6- Representação ilustrativa da terceira lei de Newton.....	29
Figura 7- Aristóteles.	30
Figura 8- A teoria dos quatro elementos e dos lugares naturais.....	32
Figura 9- O movimento violento e natural.	33
Figura 10- A trajetória de um projétil, segundo a Física aristotélica.	33
Figura 11- Nicolau Copérnico.	34
Figura 12- Diagrama feito por Copérnico em 1543 mostra os planetas girando em torno do Sol.....	35
Figura 13- A famosa demonstração de Galileu na Torre de Pisa.....	38
Figura 14- O movimento de bolas sobre diversos	39
Figura 15- Movimento de bolas sobre os planos inclinados	40
Figura 16- Luneta de Galileu.....	40
Figura 17- Galileu Galilei.....	41
Figura 18- Isaac Newton.	43
Figura 19- Albert Einstein.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.C - Antes de Cristo

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

D.C - Depois de Cristo

DCE - Diretório Central dos Estudantes

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MRU - Movimento retilíneo uniforme

MRUV - Movimento retilíneo uniformemente variado

LISTA DE SÍMBOLOS

II - Corresponde ao número romano 2 (dois)

III - Corresponde ao número romano 3 (três)

XIX - Corresponde ao número romano 19 (dezenove)

XVI - Corresponde ao número romano 16 (dezesesseis)

XVII - Corresponde ao número romano 17 (dezessete)

XX - Corresponde ao número romano 20 (vinte)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	METODOLOGIA	16
4	REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1	Ensino da Física Através da História da Ciência	18
4.2	O Ensino da Física no Brasil	19
4.3	Evolução dos Conceitos de Mecânica	21
4.3.1	Conceituação dos movimentos de corpos	21
4.3.2	Cinemática	22
4.3.3	Leis de Newton	25
4.4	Principais Cientistas e suas Contribuições para Física em Geral	29
4.4.1	Aristóteles	30
4.4.2	Nicolau Copérnico	34
4.4.3	Galileu Galilei	37
4.4.4	Isaac Newton	42
4.4.5	Albert Einstein	44
5	A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA 47	
6	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 INTRODUÇÃO

Dentro da tendência de focar na aplicação prática da física e na resolução de problemas, os educadores de ciências redescobriram a recapitulação do conhecimento e a possibilidade de recorrer à analogia entre o crescimento do conhecimento individual e o coletivo. Em sua estratégia de estimulação da mudança conceitual por parte do aluno, os professores podem usar a argumentação empregada pelos cientistas no passado para ilustrar os conteúdos que ensinam e persuadir seus alunos a reconstruir e construir conscientemente o novo conhecimento para eles, através do ensino por meio da história.

A física é uma disciplina com certo grau de complexidade em uso e interpretação, devido a sua abrangência em realizar as leis que regem a natureza e o seu comportamento. Ainda assim, é a disciplina determinante no convívio e contexto social e humano, pois, é através das suas teorias e concepções da natureza que diferentes soluções foram construídas e desenvolvidas através das práticas e técnicas consideradas na história da humanidade (ALONSO; FINN, 2016).

A física tem como objeto de estudo o Universo, sua evolução, suas transformações e as interações que nele ocorrem. Espera-se que a abordagem da mesma tenha a dimensão crítica do conhecimento científico e não a neutralidade da produção desse conhecimento, mas sim seu comprometimento e envolvimento com aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais (DCE, 2008, p. 50).

O propósito de utilizar a história da física como recurso didático é fazer com que os alunos queiram aprender o conteúdo específico da física de forma eficaz, pois, tentam relacionar esses fatos com o cotidiano. Isso não é suprimir o conteúdo da física, mas passar para os alunos as contribuições dos cientistas e físicos na explicação dos fenômenos observáveis por trás das fórmulas matemáticas que temos como conceito.

Diversos pesquisadores da história da ciência buscaram no passado e fizeram um compilado dos personagens que foram protagonistas do progresso científico. Assim, puderam observar que, por trás de uma teoria bem-sucedida, houve anos de erros para conseguir os acertos que tornaram a ciência existente hoje.

Neste trabalho, vamos explorar como a história do desenvolvimento dos principais conceitos da Física poderá ser utilizado como uma ferramenta efetiva no Ensino da Disciplina.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o uso da história da física como ferramenta de ensino.

2.2 Objetivos Específicos

- Ponderar a contribuição da contextualização histórica do conceito de movimento e mecânica no ensino de Física;
- Analisar os fatos ocorridos em conjunto com a história de seus agentes.

3 METODOLOGIA

Quanto à natureza, esta pesquisa aborda uma pesquisa teórica, não contendo nenhum estudo de caso, porém, irá analisar um assunto em específico, tendo o intuito de poder auxiliar em futuros estudos com tema relacionado.

Para Filho (2002, p. 101),

O pesquisador pode ter como objetivo maior desenvolver novas teorias, criar modelos teóricos ou estabelecer novas hipóteses de trabalho nos vários campos do saber humano, quer por dedução, quer por indução, quer por analogia (FILHO, 2002, P. 101).

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória, que segundo Gil (2002, p. 41), "tem como objetivo proporcionar uma maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses."

Quanto à forma de abordagem foi utilizada a pesquisa documental e a qualitativa, a forma qualitativa explora evidências baseadas em dados verbais e visuais para obter uma compreensão mais profunda do fenômeno.

Segundo Beuren (2008, p. 92),

Na pesquisa qualitativa concebem-se análises mais profundas em relação ao fenômeno que está sendo estudado. A abordagem qualitativa visa destacar características não observadas por meio de um estudo quantitativo, haja vista a superficialidade deste último (BEUREN, 2008, P. 92).

Em relação aos procedimentos técnicos, esta pesquisa adotou dados bibliográficos e a análise documental, contudo, é válido ressaltar que este estudo foi baseado em materiais que já foram publicados, tendo como base artigos, livros, periódicos e material disponibilizado via internet.

Pesquisa bibliográfica é uma parte fundamental de todo início de trabalho científico ou acadêmico, pois é nele que se é possível conseguir reunir as informações e dados que auxiliaram na base para a construção da investigação de algum determinado tema. Pesquisas documentais são definidas como uma pesquisa realizada através do uso de documentos oficiais ou documentos pessoais como fonte de informação.

A pesquisa representa um estudo bibliográfico, pois está ancorado em levantamentos científicos acerca do tema proposto já concretizados, referenciando com o que nos informa Gil (2002).

Gil (2002) afirma que a pesquisa bibliográfica é implementada partindo de materiais já concluídos e publicados, que nos oferecem uma melhor compreensão da problemática que está sendo analisada, e estes se encontram registrados através de livros, revistas, artigos, entre outros recursos, preparados para contribuir com o conhecimento científico.

Destacamos que o pesquisador precisa lançar mão de vários materiais, com a finalidade de transmitir em sua pesquisa um conteúdo confiável e que esteja baseado em autores com credibilidade na comunidade científica, ou seja, com produções de qualidade comprovada e que contribuam com futuras pesquisas de cunho acadêmico.

De acordo com Gil (2002, p. 60),

A pesquisa bibliográfica requer habilidade do pesquisador, pois exige profundidade nas leituras para desenvolver a discussão com os teóricos que sustentaram o estudo, e, uma capacidade de compreensão que possibilite uma reflexão com base na discussão travada durante a pesquisa (GIL, 2002, p.60).

Para a conclusão do estudo, foi lançando procedimentos metodológicos baseados em materiais já publicados, tais como revista, e artigos, ou seja, conteúdos que instrumentalizassem uma construção de conhecimento que provocasse um verdadeiro debate entre vozes em torno do conteúdo, considerando as concepções dos estudiosos e pesquisadores selecionados para discussão.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Ensino da Física Através da História da Ciência

Várias propostas relativas à contribuição da história da ciência para o ensino de ciências começaram a ser elaboradas no início do século 20 (SEROGLOU; KOUMARAS, 2001). No entanto, a integração de elementos da história da ciência no ensino de ciências parece adquirir um significado diferente dependendo do tipo de transformação que se passa o conhecimento científico quando se torna uma disciplina escolar. Em estudos anteriores, se verifica que com relação a um currículo temático, é possível distinguir o método de ensino entre três categorias transformadoras básicas: a abordagem tradicional, a inovadora e a construtivista (KOLIOPOULOS; CONSTANTINOU, 2005).

Na abordagem tradicional, elementos da história da ciência ou estão ausentes ou são introduzidos de forma fragmentada (com dados biográficos de cientistas, ou pequenos textos descrevendo os resultados de uma descoberta científica, adicionados ao texto principal), sem qualquer tentativa de relacionar com as outras duas dimensões do conhecimento científico; o conceitual e o metodológico. Em essência, é uma abordagem que não aceita a introdução da estrutura na qual o conhecimento científico nasce e se desenvolve no ensino de ciências (ALVES, 2008).

Na abordagem inovadora do currículo, caracterizada pela formação de unidades temáticas e conceituais mais amplas, o discurso “aprofundado” de um quadro conceitual e o enquadramento orgânico da dimensão cultural da ciência nas várias unidades temáticas, a introdução de elementos da história da ciência pode assumir várias formas. Uma delas é a introdução de elementos da história da ciência como um princípio estrutural do currículo. O exemplo mais representativo disso é foi a introdução em larga escala de elementos da história da ciência que estavam ligadas não apenas a uma tentativa de criar uma postura positiva em relação à ciência, mas também a melhorar a dimensão cultural do conhecimento científico (por exemplo, aspectos do conhecimento científico relacionados ao contexto social de ciências, através de uma mudança na filosofia do currículo de ciências) (MOREIRA, 1999).

No entanto, o surgimento do quadro no qual o novo conhecimento científico nasce e se desenvolve surge como um objetivo autônomo, sem qualquer indicação de uma relação estreita entre os elementos históricos e as dimensões conceituais e metodológicas do conhecimento científico (BRENNAM, 2003).

Como Holton (2003) detalha, no curso para um estudante universitário poder fazer

ciências físicas, é preciso realmente apresentar não só a boa ciência, mas também algo sólido sobre a forma como a ciência se faz e se desenvolve, no aspecto científico cosmovisão, sobre como as ciências estão inter-relacionadas umas com as outras e com a própria história mundial.

O surgimento da abordagem construtivista do ensino e aprendizagem de ciências trouxe de volta o debate sobre a ontogênese e a filogênese do conhecimento científico, ao atualizar o papel da história da ciência na exploração das representações conceituais dos alunos sobre os fenômenos naturais e os conceitos de ciência (STRAUSS, 1988). Ao mesmo tempo, esforços têm sido feitos para vincular estruturalmente a introdução de elementos da história da ciência às dimensões conceituais e metodológicas do conhecimento científico (KALYFOMMATOU; CONSTANTINOU, 2005).

A introdução de modelos conceituais da história da ciência é um exemplo característico de tal abordagem. Neste caso, materiais didáticos derivados da análise de elementos da história das ciências podem contribuir para o desenvolvimento de intervenções pedagógicas que visem transformar as concepções alternativas dos alunos ao abordarem os fenômenos naturais e os conceitos que os explicam (DOSSIS; KOLIOPOULOS, 2005).

Por exemplo, Monk e Osborne (1997) sugerem um modelo de ensino para a incorporação da história da ciência no ensino de ciências onde o elemento dominante é a comparação de ideias derivadas da história da ciência, ideias dos alunos e ideias contemporâneas em uma temática campo científico. O objetivo final é a solução dos conflitos conceituais causados pelas polêmicas no pensamento dos alunos.

Além disso, Seroglou, Koumaras e Tselfes (1998) desenvolveram um instrumento de pesquisa com o qual é possível projetar atividades de ensino inspiradas na história da ciência e que visam o progresso cognitivo dos alunos. Este instrumento foi aplicado nos casos de fenômenos mecânicos (com atividades experimentais inspiradas na obra de Galileu) e fenômenos eletromagnéticos (com atividades experimentais inspiradas na obra de Gilbert e Faraday), demonstrando que os alunos do ensino obrigatório participantes dessas atividades apresentaram progresso.

4.2 O Ensino da Física no Brasil

A Física com o passar do tempo foi se ampliando, a partir da década de 70 do século XX que ela ganhou força, com o aparecimento de uma nova linha de pesquisa no ramo da Física Moderna e Contemporânea. Entretanto, em 1837 o Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, já

lecionava física. Porém, nesta época o ensino consiste na expedição de dados por meio de aulas demonstrativas, apontando para a elaboração para os exames que adaptaram a ininterrupção dos estudos (VIDAL, 2010).

O primeiro curso de graduação em Física no Brasil foi em 1934, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, tendo como intuito formar bacharéis e/ou licenciados, nos quais eles poderiam ensinar nas escolas desde o fundamental até o superior. E a partir de 1950 ela passou a ser incluída no currículo (VIDAL, 2010).

Para ministrar as aulas os professores foram treinados em curso específicos visando à perpetuação do modelo conteudista experimental. Observa-se que desde aquele período até os dias atuais muitas práticas e metodologias que ainda resistem ao tempo têm sua origem nesta época, fortemente identificado com a visão apenas conteudista (VIDAL, 2010).

Em 1961 a educação da disciplina de Física recebeu investimentos para adquirir materiais adequados para que pudesse haver aulas experimentais, devido ao movimento de reforma da educação brasileira com a instituição da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) em 1961 (PERNOMIAN, FUSINATO, 2013).

Em 2008 houve a necessidade de reformular o ensino de Física e também de outras disciplinas, e essa reforma foi proposta pela Secretaria de Estado da Educação e pela Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná. Essa reforma foi necessária devido ao fato de perceber que diversos alunos não conseguiam compreender os princípios físicos básicos que fazem parte do cotidiano (DCE, 2008).

Hoje em dia, o ensino de Ciências no Brasil passou por uma reestruturação. A reforma do ensino médio se tornou obrigatória em todas as escolas de educação básica. Isso, por sua vez, causará danos de várias maneiras, afetando organizações, currículos escolares, treinamento de professores e muito mais. Para o estudo de alunos do ensino médio (SILVA, 2021).

A reforma também prevê um aumento gradual da carga horária do ensino médio de 800 horas por ano letivo para 1.000 horas, ou 3.000 horas para todo o ensino médio. Destes, 1.800 foram identificados como tendo que se comprometer com BNCC (comum a todos) e 1.2000 horas serão utilizadas para implementação e prática pedagógica prevista no itinerário formativo (SILVA, 2021).

Existem interdependências entre contextos históricos e educação, e a relação entre estado, educação e política, aulas e convívio. A educação finalmente integra e promove a lógica da educação e a desigualdade econômica e social aumentou (SILVA, 2021).

4.3 Evolução dos Conceitos de Mecânica

As maiores mudanças ocorreram na mecânica, afinal Einstein desenvolveu a conjectura da relatividade nesse período e começou a estudar física quântica. Todos esses fatores contribuíram muito para o crescimento científico da física mecânica, pesquisas em assuntos como estática e hidrostática, e mudaram a compreensão desta ciência. Em combinação com as conjecturas físicas existentes, Einstein desenvolveu a conjectura da mecânica relativística e encontrou algumas inconsistências em seu trabalho anterior, conseqüentemente, uma nova fórmula foi criada para entender a mudança no tempo e no espaço (EINSTEIN; INFELD, 1988).

À medida que os fenômenos elétricos e luminosos começaram a ser estudados com mais detalhes no século XIX, rachaduras começaram a aparecer na estrutura referencial da mecânica.

As dificuldades de explicar a natureza e a propagação da luz além da origem quase metafísica das forças elétricas e magnéticas, levaram ao colapso do sistema mecânico de explicação da natureza (SOBRINHO, 2010).

4.3.1 Conceituação dos movimentos de corpos

No início do século XX, a união das conjecturas clássicas com a mecânica respondeu a muitas questões sobre os movimentos dos corpos. Os principais conceitos considerados são retirados de duas conjecturas: mecânica (cinética) e eletrodinâmica. A primeira é baseada no estudo do movimento, o segundo em pesquisas sobre carga elétrica. Nesse período, o principal objetivo dos cientistas era realizar estudos experimentais para desenvolver bases teóricas e assim explicar os fenômenos do universo físico (EINSTEIN; INFELD, 1988).

De acordo com a teoria da relatividade de Einstein, dois princípios podem ser decisivos: a velocidade relativa constante da luz não muda em nenhum referencial, e os eventos físicos são idênticos em todos os referenciais de velocidade relativa constante (SOBRINHO, 2010).

Dessa forma, novas ideias e teorias sobre tempo e espaço nasceram. Sublinha que estes dois fatores são incertos, em última análise, Einstein argumentou que havia uma correlação

entre os fatores. E a localização do evento e o momento em que ocorreu podem interferir nos cálculos matemáticos (SOBRINHO, 2010).

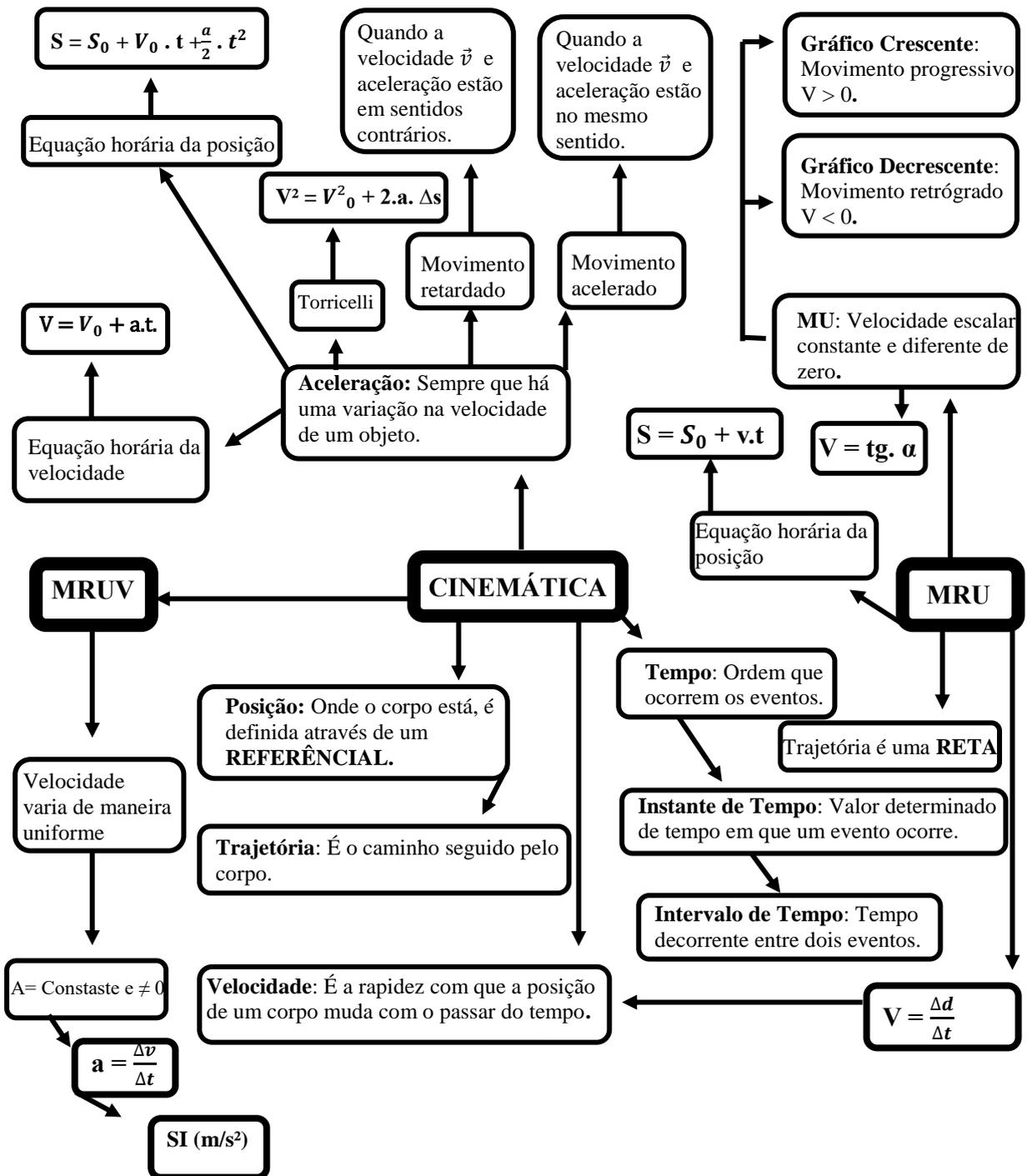
A principal base da mecânica é o conceito de força (ou, mais precisamente, ação). Na mecânica, a ação entre dois objetos geralmente ocorre na direção que os amarra (como a gravitação), e o efeito de um objeto é mudar seu estado de movimento (EINSTEIN; INFELD, 1988).

O sucesso imediato da Mecânica aplicada aos sistemas planetários e termodinâmicos motivou a sua extensão a outras áreas, como a Eletricidade e a Óptica (EINSTEIN; INFELD, 1988).

4.3.2 Cinemática

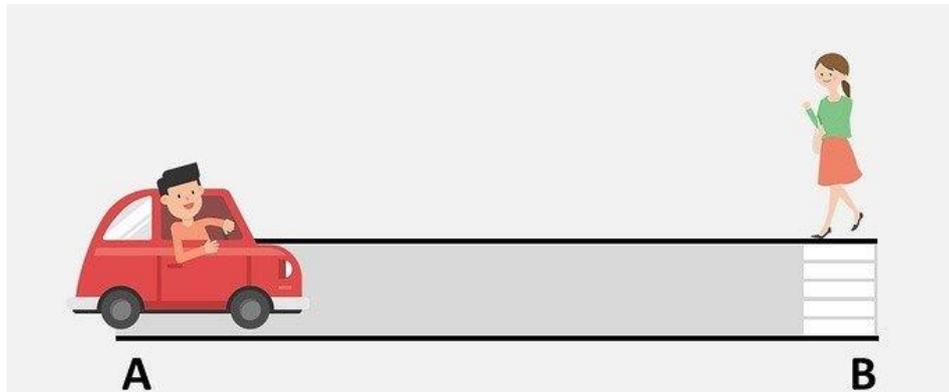
A cinemática é o ramo da mecânica que estuda e descreve os movimentos sem se preocupar com suas causas, seu objetivo é descrever como o corpo se move. A parte da mecânica que trata das causas do movimento é a dinâmica (ARAUJO; VEIT; MOREIRA, 2016)

Figura 1- Mapa mental que descreve os movimentos MRUV e MRU.



Fonte: Elaboração própria.

Por exemplo, o homem dentro do carro é considerado A e segue direto para o referencial B, que corresponde a uma mulher parada próximo à faixa de pedestres, segue abaixo na figura 1 a representação desse exemplo.

Figura 2- Movimento Retilíneo

Fonte: RAFAEL, 2021.

Tendo B como referencial, dizemos que A está se movendo em relação a B, ou seja, segue uma trajetória porque sua distância de B varia com o tempo. Observe que o movimento realizado pelo corpo depende do referencial adotado. Tipo de caminho classifica o movimento como reto (quando o movimento é em linha reta) ou curvo (quando o movimento é em um caminho curvo).

Outro conceito importante para prestar atenção é o movimento. Na vida cotidiana costuma-se associar a ideia de movimento a qualquer coisa que esteja em constante mudança, atividade, animação, comoção, evolução, crescimento e assim por diante. No entanto, na física o conceito de movimento assume um significado final: a variação temporal-funcional da posição do corpo em relação a outro objeto que serve de referência (ARAÚJO; VEIT; MOREIRA, 2016).

O diagrama conceitual anterior visa destacar certas relações entre os conceitos necessários para a descrição dos movimentos MRU e MRUV. Em física o conceito de movimento é baseado no conceito de posição, ponto material e ponto de referência. Desta forma, é possível descrever a mudança de posição de um ponto material, ao longo de sua trajetória, somente se adotarmos uma referência (GONÇALVES; TOSCANO, 2010).

Um deslocamento é definido como um deslocamento numérico igual à distância percorrida quando o movimento é reto e não muda de direção. O deslocamento é o módulo do vetor que conecta as posições final e inicial do corpo em movimento, enquanto o espaço percorrido é a soma de todos os deslocamentos lineares do corpo em movimento. Mas se quisermos obter informações sobre a velocidade em qualquer momento do movimento, precisamos tomar o limite onde o intervalo de tempo for muito próximo a zero para calcular a

velocidade instantânea do ponto do material naquele momento (GONÇALVES; TOSCANO, 2010).

Movimento uniformemente variado, se a aceleração de um objeto é constante, diz que seu movimento varia uniformemente. Se sua velocidade aumenta uniformemente, diz que o movimento está acelerando uniformemente; se sua velocidade diminui uniformemente, diz-se que está desacelerando uniformemente.

Movimento uniforme, o movimento estacionário é caracterizado pela ausência de aceleração. Nesse tipo de movimento, a velocidade é constante e a aceleração é zero.

4.3.3 Leis de Newton

As leis de Newton são compostas por três leis que interliga as forças exercidas sobre um corpo e o movimento exercido por ele, e descrevem as forças que atuam sobre ele, como também a posição e a velocidade de cada uma de suas partículas num instante tempo inicial (ARAÚJO, 2013).

De acordo com DCE (2008), a definição de tempo, massa e espaço existe desde que o ser humano fez seu primeiro contato com a natureza, porém foi Newton que conseguiu conceituar a primeira percepção científica.

O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si mesmo e da sua própria natureza, flui uniformemente sem relação com qualquer coisa externa e é também chamado de duração; o tempo relativo, aparente e comum é alguma medida de duração perceptível e externa (seja ela exata ou não uniforme) que é obtida através do movimento e que é normalmente usada no lugar do tempo verdadeiro, tal como uma hora, um dia, um mês, um ano. [...] O espaço absoluto, em sua própria natureza, sem relação com qualquer coisa externa [...] (NEWTON, 1990, p. 07).

Os conceitos apresentados por Newton podem ser considerados como a compreensão dos movimentos, sendo válido destacar que eles são de suma importância para a confirmação da teoria (DCE, 2008).

As leis de Newton são consideradas geniais, devido ao fato que em poucas palavras consegue transmitir um conhecimento imensurável, entretanto, eles não são passados na forma correta nas salas de aula (PONCZEK, 2002).

Ainda em relação às leis de Newton, é comum ensinar nas faculdades que a primeira lei é um caso particular da segunda, quando a força impressa é nula. Trata-se de um simplismo que apaga da vida de Newton vinte anos de penoso trabalho. O sábio inglês,

possuidor de uma das mais poderosas mentes da história da humanidade, não teria mantido se fosse um mero “caso particular” (PONCZEK, 2002, p. 107).

A primeira lei é a mais simples das três e foi formulada 20 anos depois das outras duas, ela afirma que: “na ausência de forças exercidas sobre ele, todo corpo fica como está: parado se estiver parado, em movimento se estiver em movimento (retilíneo uniforme), por isso essa lei é chamada Princípio da Inércia” (GASPAR, 2010, p. 119).

Ou seja, de acordo com Pietrocola (2010, P. 264): “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele”.

Tenho certeza que você já teve várias experiências com a inércia. Quando um carro freia com força, os ocupantes tendem a seguir em frente. Ou quando estamos em um ônibus parado, quando ele sai da paralisação, nos sentimos jogados para trás, ou seja, para o lado oposto do sentido do movimento, pois tendemos a ficar parados em relação ao solo.

Exemplo: Quando o ônibus freia de repente, observamos que os passageiros tendem a continuar em movimento.

Figura 3- Representação ilustrativa da Inércia.



Fonte: Elaboração própria.

A primeira lei de Newton pode ser deduzida a partir da Segunda Lei (1), existindo assim duas opções caso a força seja nula, podendo ser a aceleração zero, ou a massa do corpo é zero, porém, como o corpo ele existe, ou seja, sua massa não vai ser nula, entretanto, quando sua aceleração é nula, sua velocidade é constante (PERNOMIAN, FUSINATO, 2013).

Uma maneira mais geral de enunciar a segunda lei de Newton (considerando a forma original) é

A taxa de variação do momento de um objeto é proporcional à força exercida sobre ele.

Matematicamente,

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Onde,

\vec{F} = é a força;

$d\vec{p}$ = é a mudança do momento,

dt = é a mudança do tempo gasto.

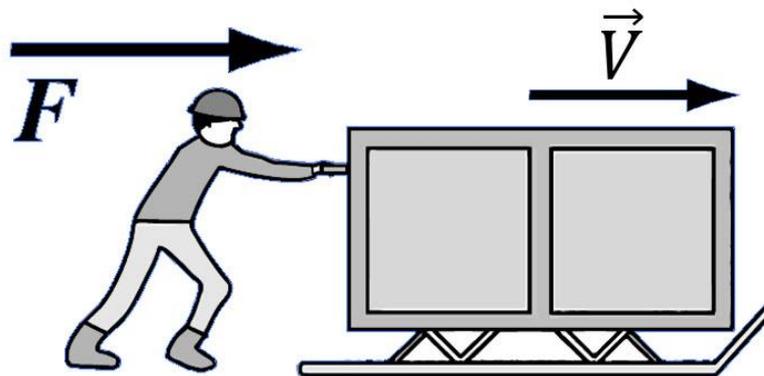
Observa-se que para o caso onde a massa do corpo é constante durante a aplicação desta força (constante m), temos

$$\vec{F} = \frac{m d\vec{v}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

ou seja, restabelecemos a forma mais conhecida da segunda lei de Newton. A segunda lei formulada dessa maneira apoia nossa discussão sobre a variação do momento na presença de forças.

Exemplo: Suponha que uma pessoa empurre uma caixa em uma superfície horizontal plana, ou seja, sem atrito. Agora imagine que de repente ele pare de te empurrar. O que acontece imediatamente depois que a caixa se move?

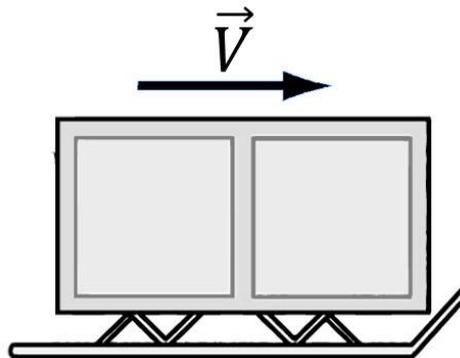
Figura 4- Representação ilustrativa da segunda lei de Newton.



Fonte: CARLOS, 2016

Suprimindo a ação da força promovida pelo homem, pode-se pensar: a caixa continuará em linha reta, desacelerando até parar? NÃO, porque para reduzir a velocidade, ou seja, para se opor ao movimento, você precisa de uma força direcionada contra o vetor velocidade.

Figura 5- Representação ilustrativa da segunda lei de Newton.



Fonte: CARLOS, 2016

Portanto, como sugeriu Isaac Newton, um corpo livre de força resultante deve seguir uma linha reta e um movimento uniforme.

A segunda lei de Newton, ou o princípio básico da dinâmica, afirma que a mudança no movimento de um corpo é proporcional à resultante das forças que agem sobre ele. A versão original cita que: “A variação do movimento de um corpo é proporcional à ação efetiva das forças aplicadas e se dá na mesma direção da força resultante” (PIETROCOLA, 2010, p. 266).

O segundo princípio consiste em que todo corpo em repouso precisa de uma força para se movimentar e todo corpo em movimento precisa de uma força para parar. O corpo adquire a velocidade e sentido de acordo com a força aplicada. Portanto, quanto mais intensa for a força resultante, maior será a aceleração adquirida pelo corpo (PERNOMINA, FUSINATO, 2013, p.9).

A primeira e a segunda Lei de Newton, interligam a força e movimento, enquanto a terceira está conectada à força como resultante da interação entre os corpos. De acordo Gaspar (2010, p. 122): “As forças são exercidas sempre aos pares, não existe ação sem reação. Essa é a ideia fundamental da terceira Lei de Newton”.

A terceira lei pode ser descrita como: “A toda ação existe uma reação de mesma intensidade e direção, mas de sentido oposto” (PIETROCOLA, 2010, p. 271). E de acordo com Gaspar (2010, p. 122) complementa a ideia dizendo: “Se um corpo A exerce uma força sobre

um corpo B, o corpo B exerce sobre o corpo A uma força de mesmo módulo e direção, mas de sentido contrário”.

Podemos escrever a terceira lei matematicamente como:

$$\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$$

Onde,

$F_{A,B}$ = Força que o corpo A faz em B,

$F_{B,A}$ = Força que o corpo B faz em A.

A figura a seguir mostra uma situação em que um corpo exerce uma força sobre outro objeto. Observe que as forças de ação e reação atuam em corpos diferentes e em direções opostas.

Figura 6- Representação ilustrativa da terceira lei de Newton.



Fonte: RAFAEL, 2022

A força exercida pelo canhão sobre a bala é igual e oposta à força exercida pela bala sobre o canhão.

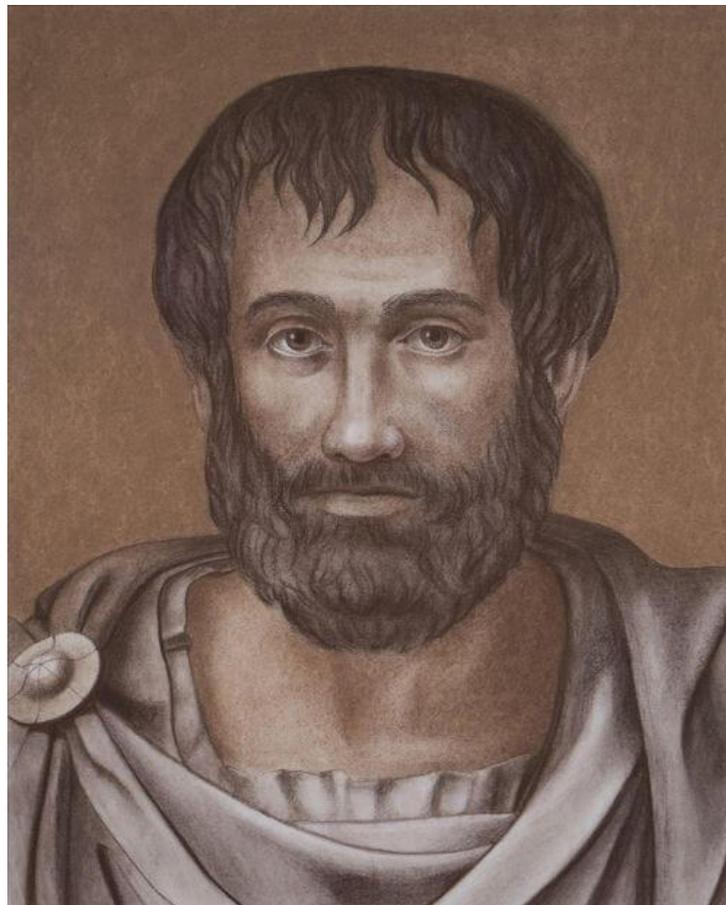
4.4 Principais Cientistas e suas Contribuições para Física em Geral.

Conforme foi descrito no tópico anterior sobre a evolução dos conceitos de mecânica, agora será descrito uma breve biografia dos principais cientistas responsáveis pela evolução dos conceitos e suas contribuições para física em geral.

4.4.1 Aristóteles

Aristóteles nasceu em Staqira. Macedônia em 384 a.C. Ele foi um dos três grandes filósofos da Grécia antiga, tendo vivido e estudado com Platão. Sabe-se que em sua juventude teve sólida base científica, o que influenciou muito seu trabalho filosófico. Ainda jovem, o filósofo foi para Atenas, onde conheceu seu professor Platão e estudou na academia, centro de estudo e discussão de filosofia e política fundado pelo tutor de Aristóteles nos arredores de Atenas (PORFÍRIO, 2012).

Figura 7- Aristóteles.



Fonte: Google imagens, 2022.

Após seus anos na academia, Aristóteles começou a lecionar no instituto e aprofundou seus estudos em temas da filosofia platônica (com forte inspiração socrática) da ética e da política a temas como conhecimento da verdade e formação de ideias (PORFÍRIO, 2012).

Ao estudar tais tópicos, Aristóteles formulou suas próprias conjecturas, o que levou a um afastamento intelectual das ideias platônicas e marcou uma cisão muito grande entre ele e seu professor, que se manifestou na expansão do conhecimento empírico (PORFÍRIO, 2012).

Suas biografias afirmam que, na época da morte de Platão, Aristóteles, que há muito lecionava na academia, esperava um cargo sênior na instituição educacional. Ao não receber esse cargo, o pensador desligou-se da Academia e partiu de Atenas para a cidade de Artaneus, na Ásia Menor, tornando-se consultor e conselheiro político entre os anos de 347 e 343 a.C (JUNIOR, 2004).

No ano anterior ele decidiu retornar à Macedônia e naquela época se tornar o tutor de Alexandre, o herdeiro do império macedônio. Em 335 a.C., na ocasião da posse de Alexandre como imperador devido à morte de seu pai, Aristóteles seguiu de volta para Atenas e fundou, em um local próximo à cidade, o seu Liceu, um centro de estudos de filosofia e esportes para os jovens atenienses (JUNIOR, 2004).

Aristóteles mudou significativamente as filosofias antigas que surgiram na região da Grécia. Tal produção filosófica já havia passado pelos períodos cosmológicos (pré-socrático) e antropológico (socrático) e iniciava, então, o seu período sistemático (PORFÍRIO, 2012).

A obra de Aristóteles influenciou pensadores escolásticos medievais, particularmente Alberto o Grande e Tomás de Aquino. Também foram influenciados por filósofos empiristas da Modernidade, que retomaram a ideia de que o conhecimento também é obtido por meio da prática, operando uma radical e mais completa elaboração da tese do conhecimento como fruto dos sentidos corpóreos e das experiências práticas. Aristóteles também estudou lógica, metafísica, política, ética, ciências naturais (após tratados de biologia e física), retórica e estética (JUNIOR, 2004).

A Mecânica Aristotélica, segundo Aristóteles, havia dois tipos diferentes de movimento: natural, causado por causas internas, e violento, causado por causas externas contrárias ao movimento natural (ROCHA, 2011).

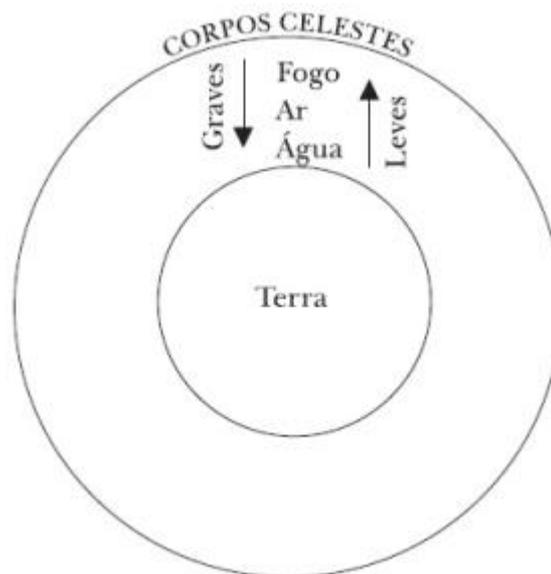
Os movimentos naturais, por outro lado, também eram de dois tipos: descendentes ou ascendentes radiais para corpos terrestres, e movimentos circulares uniformes para corpos celestes. (ROCHA, 2011).

Conforme Rocha (2011, p. 32) os quatro elementos terrestres, fogo, ar, água e terra, devem-se deslocar verticalmente para ocupar seus lugares naturais, obedecendo uma ordem. Assim, o elemento terra deverá sempre deslocar-se para baixo, pois é o mais pesado (grave) de todos, enquanto que o fogo sempre erguer-se-á acima de todos os outros elementos. O ar ficará abaixo, apenas, do fogo e a água acima, apenas, da terra. Se abandonarmos, portanto, uma

pedra, ela cairá através do ar e afundará, mais lentamente, dentro da água, buscando seu lugar natural. Já, se acendermos uma fogueira, a chama elevar-se-á acima do ar para, da mesma forma, encontrar seu lugar natural.

Segue na figura 8 o modelo de acordo que Aristóteles tinha como teoria:

Figura 8- A teoria dos quatro elementos e dos lugares naturais.



Fonte: (ROCHA, 2011)

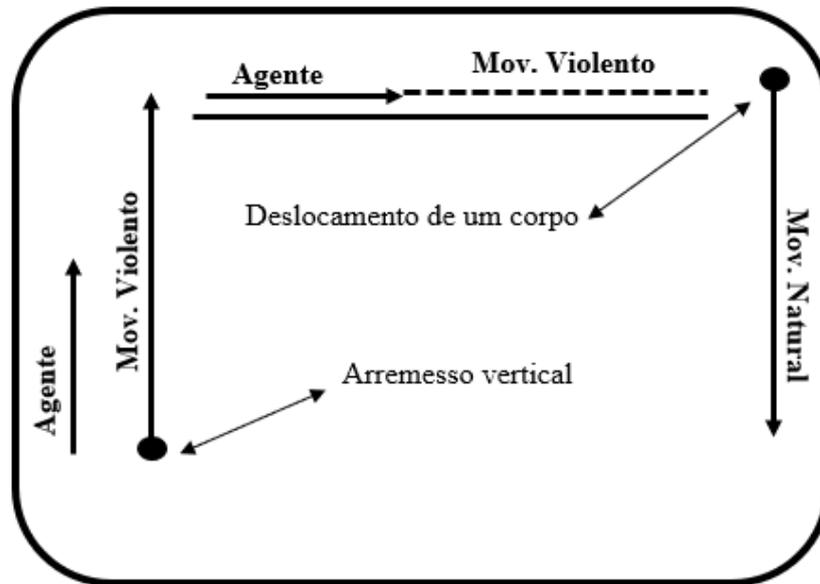
Os corpos celestes eram criados do quinto elemento, ou "quinto ser", tendo um claro movimento natural, um movimento circular uniforme, por ser seres imutáveis e perfeitos, suas trajetórias tinham que seguir uma igualdade perfeita, pôr os gregos na época ter admiração do círculo. (ROCHA, 2011).

Para Aristóteles a principal questão, não era apenas ter o conhecimento por que um corpo estar em movimento, mas por quê. Logo, evidentemente ele teve sua resposta, que era para preencher o seu lugar natural no universo.

Conforme Rocha (2011, p. 33) os movimentos violentos são aqueles que se opõem aos naturais e são sempre provocados por causas externas. Assim, se atirmos uma pedra para cima, ela se afastará de seu lugar natural, mas logo que a ação for esgotada, ela tornará a cair, buscando seu lugar natural. O repouso no lugar natural é o estado final de todos os corpos terrestres e para deslocar-se um corpo, será sempre necessária uma ação violenta. Para Aristóteles, não existe, assim, inércia, pois cessada a causa, o corpo deverá parar.

Segue na figura 9 o modelo de acordo que Aristóteles de movimento violento e natura.

Figura 9- O movimento violento e natural.

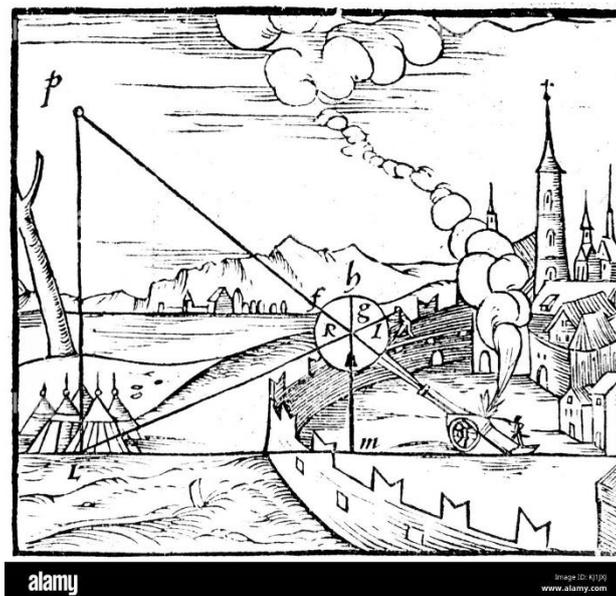


Fonte: Elaboração própria.

Na mecânica aristotélica, um corpo só pode ter um movimento de cada vez, então um projétil lançado em um ângulo terá uma trajetória ascendente reta até que a ação inicial se esgote, momento em que o corpo cairá verticalmente. (ROCHA, 2011).

Na figura 10, há uma ilustração das trajetórias triangulares pronunciadas pela balística da idade média que seguem os princípios da física aristotélica.

Figura 10- A trajetória de um projétil, segundo a Física aristotélica.



Fonte: (ROCHA, 2011)

4.4.2 Nicolau Copérnico

Nicolau Copérnico, um dos pais da astronomia moderna, nasceu em Torun, Polônia, em 19 de fevereiro de 1473. Seu primeiro nome era Mikelaj Copérnico. Copérnico era um monge, matemático e astrônomo. Ele é o autor da conjectura heliocêntrica, segundo a qual o sol é o centro do sistema solar. Até então, a igreja Católica que controlava o poder religioso, político e econômico na idade média adotava a Conjectura Geocêntrica, na qual a terra era o centro do cosmo. Esta teoria é baseada no trabalho de Aristóteles e foi desenvolvida no século II d.C. pelo astrônomo e geógrafo Claudius Ptolomeu. É por isso que é chamada de conjectura ptolomaica (GOVEIA, 2015).

Figura 11- Nicolau Copérnico.



Fonte: GOUVEIA, 2015.

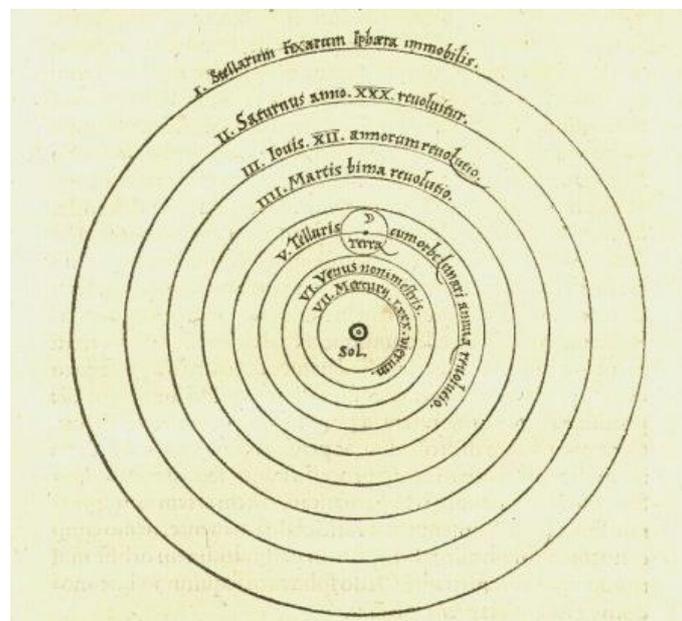
Ele ficou órfão aos 10 anos e foi criado por seu tio materno Lucas Watzenrode, que mais tarde se tornou bispo de Emerland. Em 1491, matriculou-se na universidade de Cracóvia, onde estudou humanidades, matemática e astronomia. Mais tarde, ele estudou grego na universidade de Bolonha. Ele também frequentou a universidade de Pádua, onde se formou na faculdade de medicina, e recebeu o subtítulo de Doutor em Jurisprudência Canônico pela universidade de Ferrara (GOVEIA, 2015).

Em 1501 ele retornou à Polônia, onde assumiu o cargo na igreja Ortodoxa de Frankenburg e também estudou medicina. Trabalhando de maneira paralela como astrônomo, construiu um precário observatório para estudar o movimento dos corpos celestes (GOVEIA, 2015).

Em sua obra, Copérnico afirma que a Terra não está fixa no centro do universo, mas, como os outros planetas, gira em uma órbita circular em torno do sol. Apesar de estar errado sobre as órbitas circulares dos planetas, sua conjectura heliocêntrica abriu caminho para uma melhor compreensão do cosmo (GOVEIA, 2015).

Segue na figura 12 temos o diagrama do sistema heliocêntrico de Copérnico que ele fez para mostrar que os planetas giram em torno do Sol.

Figura 12- Diagrama feito por Copérnico em 1543 mostra os planetas girando em torno do Sol.



Fonte: (ROCHA, 2011)

Após cálculos matemáticos anteriores, ele chegou à conclusão de que a terra é o corpo celeste que faz um movimento completo em torno de seu eixo, explicando a razão do dia e da

noite. Copérnico também ordenou os planetas por sua distância do Sol e concluiu que quanto menor a órbita, maior a velocidade orbital (FRAZÃO, 2019).

A conjectura de Nicolau Copérnico foi apresentada em 1530 no manuscrito intitulado "*Revolutionibus Orbium Coelestium* (na rotação dos corpos celestes)". A publicação só foi permitida em 1540 sob a responsabilidade de Georg Joachim Rhäticus, aluno de Copérnico (FRAZÃO, 2019).

Em 1543, Rhäticus recebeu permissão de Copérnico para imprimir e distribuir toda a obra de seu mestre em Nuremberg. Apresentado cientificamente, não mais como uma hipótese. O prefácio desta publicação foi escrito pelo Papa Paulo III, mas foi substituído por outro texto subscrito por Andreas Osiander. Nele, ele apontou para a teoria copernicana como uma hipótese. Ele afirma que todos os planetas, incluindo a Terra, movendo-se em torno de seu eixo e em torno do Sol. Os cronistas discordam que Copérnico tenha cabido o primeiro volume da obra *Sobre as revoluções dos cadáveres celestes*. Foi impresso no ano de sua morte, 24 de maio de 1543 (GOVEIA, 2015).

Os estudos de Copérnico duraram 30 anos, e sua sabedoria foi comprovada pela constante condenação da igreja a qualquer um que questionasse a doutrina oficial da igreja. Em geral, as condenações resultaram em morte sob acusação de heresia pela Inquisição. Desafiar a conjectura que botava a terra no centro do universo foi um desafio imediato ao pensamento religioso (FRAZÃO, 2019).

Entre as doutrinas da igreja Católica está: o ser humano foi criado à imagem e semelhança de Deus. Consequentemente, é o centro do cosmo. Apenas 20 anos após a publicação dos primeiros comentários copernicanos, o frade dominicano Giordano Bruno revelou seus estudos sobre o cosmo infinito. Ele foi condenado à morte pela Inquisição. O cientista Galileu Galilei, que viveu entre 1564 e 1642, conseguiu provar a teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico. No entanto, Galileu recusou-se a estudar porque recebeu ameaças de boicote e morte no sagrada Inquisição. Mais tarde, Isaac Newton (1642-1727) explicou a base física para a atração gravitacional dos planetas ao redor do sol (FRAZÃO, 2019).

No entanto, o Vaticano remete a ideia do geocentrismo até 1835. O Pontífice Gregório XVI teve seu trabalho revolucionário sobre cadáveres celestes fora da lista de livros revisados pela Santa Sé, reconhecendo os equívocos de seus antecessores (FRAZÃO, 2019).

4.4.3 Galileu Galilei

Galileu Galilei foi um cientista, físico, matemático, astrônomo e notável filósofo ítalo. Sua contribuição científica iniciou uma nova era na história da astronomia, ele foi o primeiro astrônomo a acessar novos conhecimentos usando o telescópio. Defendeu a ideia de que a terra não era o centro do cosmo (FRAZÃO, 2019).

Ele nasceu em 15 de fevereiro de 1564 em Pisa, Itália, filho de Vincenzo Galilei e Giulia Ammannati. A alta inteligência e habilidades especiais de Galilei foram notadas por seus pais desde meiga idade (FRAZÃO, 2019).

O menino mostrava interesse pela arte e era excelente no desenho demonstrando aptidões práticas e criatividade na fabricação de brinquedos e acessórios. Ele tocava facilmente órgão e harpa. Então Galileu se destacou na escola Dominical de Vallombrosa e planejou entrar no mosteiro, mas seu pai não concordou com a ideia e o matriculou na universidade de Pisa para estudar medicina (FRAZÃO, 2019).

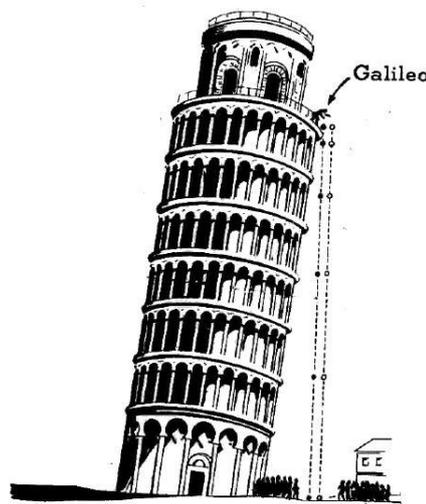
Desistiu após dois anos de matrícula para se concentrar na pesquisa matemática. Seu pai não gostou da mudança, e Galilei acabou deixando a universidade em 1585. Não concluiu nenhuma graduação, mas nesse mesmo ano foi para Florença e começou a dar aulas particulares para se sustentar. Ele se destacou com seu conhecimento em geométrica e continuou seus estudos matemáticos (FRAZÃO, 2019).

Foi nessa época que inventou a balança hidrostática, mecanismo que seria publicado em um detalhado tratado em 1644. Em 1589, em reconhecimento às suas contribuições científicas e raciocínio brilhante, foi nomeado professor de matemática da universidade de Pisa. Ele não foi bem recebido pelos professores porque tinha apenas 25 anos, uma formação acadêmica incompleta e desacreditava publicamente as teorias estabelecidas de Aristóteles. Em 1590 Galileu publicou um tratado sobre o movimento dos corpos. Ele foi removido de sua cátedra em 1591 depois de sucumbir a intrigas e disputas com os defensores de Aristóteles (OLIVEIRA, 2010).

Galileu refutou facilmente a hipótese aristotélica da queda dos corpos. Diz-se que Galileu derrubou vários objetos de diferentes pesos da Torre Inclinada de Pisa e comparou como eles caíram. Ao contrário do que Aristóteles afirmava, Galileu mostrou que uma esfera duas vezes mais pesada não caia duas vezes mais rápido. Além do pequeno efeito da resistência do ar, ele descobriu que objetos de diferentes pesos caindo simultaneamente desmoronaram e atingiram o solo ao mesmo tempo. Em uma ocasião, diz-se que Galileu atraiu uma grande multidão para testemunhar a queda de dois objetos de pesos diferentes do topo da torre. Segundo

a lenda, muitos observadores dessa demonstração, que viram os objetos atingirem o solo juntos, zombaram do jovem Galileu e continuaram a apoiar os ensinamentos de Aristóteles (HEWITT, 2015)

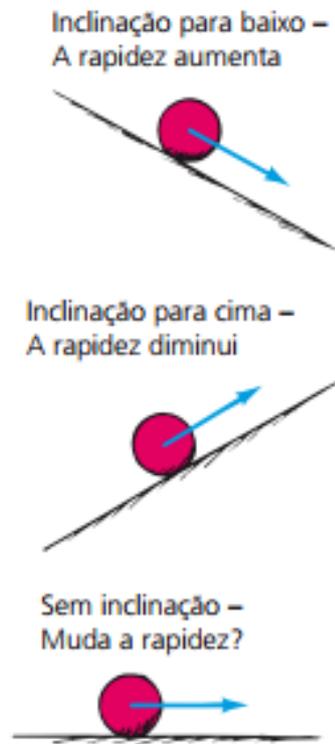
Figura 13-A famosa demonstração de Galileu na Torre de Pisa



Fonte: (HEWITT, 2015)

Galileu testou sua hipótese experimentando o movimento de vários objetos em um plano inclinado em diferentes ângulos. ele notou que as bolas descendo se tornam mais rápida em um plano inclinado, já as bolas que rolam para cima em um plano inclinado, tornam-se menos rápida. A conclusão é que uma bola rolando em um plano horizontal não deve ser mais ou menos rápida. A bola acabará em repouso, não porque sua "natureza", mas devido ao atrito. Esta ideia é corroborada pela observação de Galileu sobre o movimento ao longo de uma superfície progressivamente mais lisa: quanto menor o atrito, mais tempo dura o movimento do objeto; quanto menor o atrito, mais próximo de uma velocidade de movimento constante. Ele raciocinou que, na ausência de atrito ou outras forças opostas, um objeto que se movem horizontalmente se moverão indefinidamente. (HEWITT, 2015)

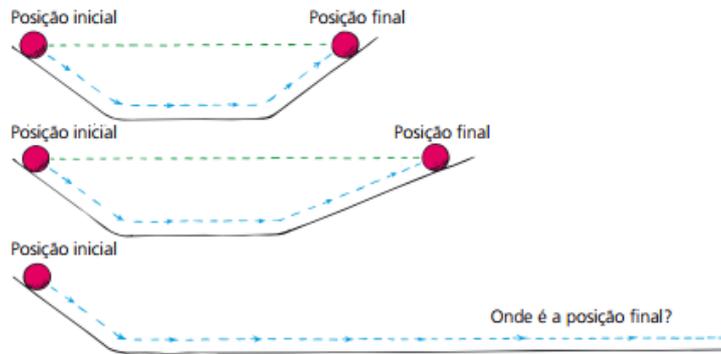
Figura 14- O movimento de bolas sobre diversos



Fonte: (HEWITT, 2015)

Esta afirmação é apoiada por diferentes experimentos e outra linha raciocínio. Galileu colocou dois de seus planos inclinados opostos um ao outro. Ele observou que uma bola lançada do topo de uma rampa, partindo do repouso, rolaria para baixo e depois subiria outra rampa até quase atingir sua altura inicial. Apenas o atrito, ele raciocinou, poderia impedi-la de subir até a mesma altura, porque quanto mais liso o plano, mais próximo dessa altura inicial a bola chega. Então ele reduziu a inclinação do plano ascendente. A bola atinge a mesma altura novamente, mas tem que ir mais longe. Outras reduções no valor do ângulo deram resultados semelhantes: para a mesma altura, cada vez que a bola tem que ir mais longe. (HEWITT, 2015)

Figura 15- Movimento de bolas sobre os planos inclinados

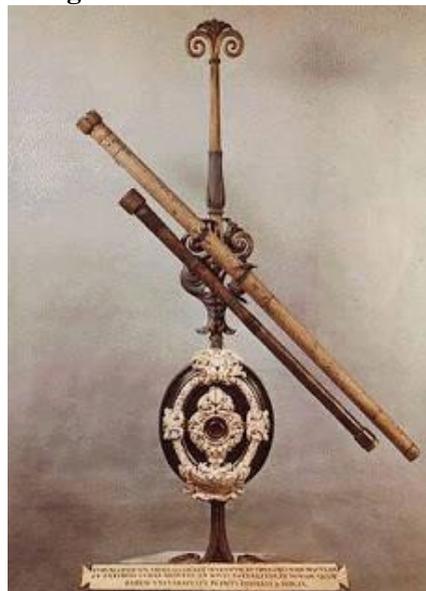


Fonte: (HEWITT, 2015)

Em 1592 foi nomeado pelo Senado veneziano para ensinar matemática na universidade de Pádua, cargo que ocupou por 18 anos. Em 1609 ele construiu um telescópio usando o telescópio anteriormente inventado por Hans Lippershey na Holanda. Galilei fez observações meticolosas do céu e descobertas incríveis: identificou as quatro maiores luas de Júpiter e as montanhas e crateras na superfície da lua. E quando ele viu manchas na superfície do sol, a descoberta ajudou a provar sua conjectura de que a estrela girava em torno de um eixo. Ele investigava Saturno e mirou para o que pareciam ser duas luas fixas, que eram as bordas do sistema de anéis de Saturno, mas o telescópio de Galileu não era preciso o suficiente para identificar exatamente onde esses pontos estavam (FRAZÃO, 2019).

Na figura 16 temos a luneta de Galileu, onde se encontra localizada no Museu de História da Ciência de Florença, na Itália.

Figura 16- Luneta de Galileu



Fonte: Google Imagens, 2022

Sua descoberta foi compilada e publicada em março de 1610 no livro "O Mensageiro das Estrelas". O trabalho foi altamente considerado e até causou muita controvérsia. Porque Galileu defendeu a teoria de Nicolau Copérnico declarava publicamente que o sol era o centro do nosso sistema solar, não a terra. Naquela época, a igreja Católica tinha total controle sobre a ciência e mantinha a visão oposta de que o centro era o mundo (OLIVEIRA, 2010).

Em 1616, Galileu foi encurralado pelas autoridades da Inquisição e ameaçado com pena de morte se não negasse publicamente as verdades científicas que havia comprovado. O ensino e a divulgação de ideias contrapostos à posição da igreja eram expressamente proibidos. Apesar disso, em 1632 ele editou "O Diálogo Sobre os Dois Maiores Sistemas do Universo", o que ocasionou a rejeição e total intolerância da igreja. Incapaz de continuar com suas pesquisas e teorias, o cientista recruzou-se em seu castelo localizado em Arcetri, aldeia perto de Florença, sendo condenado à prisão domiciliar, pelo o resto de sua vida, durante esse período ele dedicou-se com seus experimentos sozinho (OLIVEIRA, 2010).

Figura 17- Galileu Galilei.



Fonte: OLIVEIRA, 2010

Galileu Galilei morreu em Arcetri, Itália, em 8 de janeiro de 1642. Ele quase ficou cego por observar manchas solares feitas sem proteção adequada por décadas. Trezentos e cinquenta

anos depois foi através do Papa João Paulo II, em 31 de outubro de 1992, que a igreja Católica reconheceu oficialmente a legitimidade da teoria de Galileu (FRAZÃO, 2019).

4.4.4 Isaac Newton

Isaac Newton foi um cientista, filósofo, físico, matemático, astrônomo Alquimista e teólogo britânico. Uma figura versátil, ele foi um dos maiores cientistas da história. Deixou obras importantes, especialmente em física e matemática. Seu rigoroso método de pesquisa experimental, envolvendo explicações matemáticas precisas, tornou-se uma forma de método de pesquisa para a ciência (OLIVEIRA, 2010).

Conhecido por sua "lei da gravitação universal", ele também publicou a lei do movimento. Ele descreve fenômenos ópticos: as cores dos objetos, a natureza da luz decência leve. Desenvolveu o cálculo diferencial e integral, que são importantes ferramentas matemáticas utilizadas em diversas áreas do conhecimento. Ele também foi o primeiro a produzir um telescópio refletor em 1668 (FRAZÃO, 2019).

Ele nasceu em Woolsthorpe-by-Colsterworth, uma pequena vila na Inglaterra, em 4 de janeiro de 1643. De acordo com o calendário juliano admitido na Inglaterra na época, sua data de nascimento é 25 de dezembro de 1642. Ele foi batizado, seu pai tem o mesmo nome, que morreu poucos meses antes de seu nascimento. Como sua mãe, Hannah Ayscough Newton, casou-se novamente e mudou-se para outra cidade, ele foi deixado aos cuidados da avó (OLIVEIRA, 2010).

Quando o padrasto morreu, ele voltou para a mãe e foi incentivado a cuidar das terras da família. Contudo, não demonstrou nenhuma aptidão para a tarefa. Em 1661 ingressou no Trinity College, metrópole de Cambridge. Embora o programa de Cambridge seja baseado na filosofia de Aristóteles, Newton dedica-se ao estudo de vários autores relacionados à filosofia mecânica (OLIVEIRA, 2010).

Graduou-se bacharel em humanidades em 1665. No mesmo ano, a Inglaterra foi aniquilada pela peste e muitas instituições foram fechadas, incluindo a universidade de Cambridge. Consequentemente, Newton foi forçado a retornar à sua granja. Durante esse período de isolamento, ele teve a oportunidade de buscar soluções para todas as perguntas que se fez enquanto estudava em Cambridge (FRAZÃO, 2019).

Neste momento, ele desenvolveu um método de séries infinitas (binômio de Newton) e fundamentos do cálculo diferencial e integral. Ele experienciou com prismas, o que levou à teoria das cores e começou a desenvolver o telescópio refletor, também estudou o movimento

circular e analisou as forças associadas a esse movimento. Aplicou essa análise ao movimento da lua e dos planetas em relação ao Sol. Retornando a Cambridge em 1667, Newton tornou-se professor e em 1669 recebeu o título de professor de matemática Lukasovsky, escolhido como membro da Royal Society em 1672, apesar de sua admiração, ele estava relutante em publicar devido à sua natureza retraída e dificuldade em receber críticas (OLIVEIRA, 2010).

Figura 18- Isaac Newton.



Fonte: Google Imagens, 2022.

Apesar disso, em 1687 ele editou seu livro mais famoso, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (princípios Matemáticos da Filosofia Natural). Ele também realizou atividades fora de seu ambiente acadêmico. Em 1696 foi nomeado superintendente da Casa da Moeda e em 1699 é designado diretor da Casa da Moeda. Em 1703, Newton foi eleito presidente da Royal Society, combinando a presidência com o papel de diretor da casa da moeda. Ele publicou *Opticks* em 1704, que alcançou um grande público graças a uma linguagem mais acessível. Em 1705 ele foi nomeado cavaleiro pela rainha Anne e tornou-se Sir Isaac Newton. Ele morreu em Londres em 31 de março de 1727 de problemas renais (FRAZÃO, 2019).

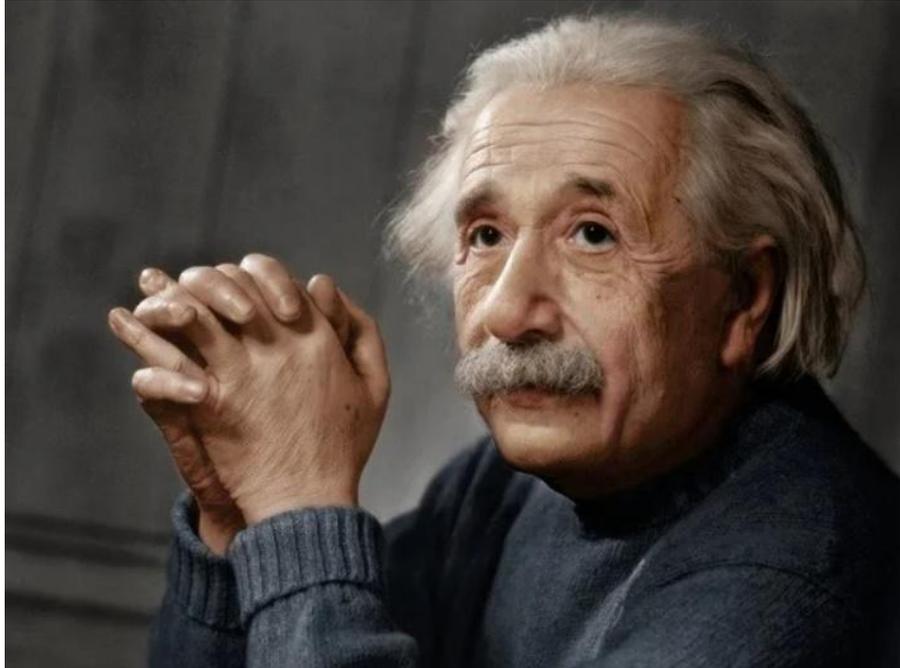
As três leis de Newton são teorias sobre o movimento dos corpos que foram descritas por Newton no final do século XVII, a saber: a primeira lei de Newton: o princípio da inércia; A segunda lei de Newton: o princípio da dinâmica e a terceira lei de Newton: o princípio da ação e reação. Seu trabalho notável é "princípios matemáticos da filosofia natural" (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*), publicado em 1687. Também conhecido como "Principia", é considerado uma das mais importantes obras científicas. Neste trabalho, Newton descreve a "lei da gravitação universal" além de outros tópicos (física, matemática, astronomia, mecânica) (FRAZÃO, 2019).

4.4.5 Albert Einstein

Albert Einstein foi um físico, matemático, professor e ativista político que nasceu em Ulm, Alemanha, em 14 de março de 1879 e morreu em Princeton, Estados Unidos, em 18 de abril de 1955. Apesar de ter nascido na Alemanha, mas renunciou à cidadania germânica e tornou-se suíço e posteriormente se tornou um cidadão americano. Seu pai, Hermann Einstein, de família judaico, era dono de uma fábrica de equipamentos elétricos, e sua mãe, Pauline, era dona de casa. O casal também tem uma filha Maya, que é dois anos mais nova que Albert. (BEZERRA, 2016).

A educação primária aconteceu no ginásio Luitpold, em Munique, onde Einstein enfrentou vários desafios. Ele tinha dificuldade para falar, demorou para aprender a ler e voltou sua atenção para a música clássica. Aos seis anos, ele tinha o hábito de tocar violino ao longo da vida. Além disso, Albert Einstein sofria de dislexia, uma dificuldade de aprendizado que dificultava a leitura, a escrita e a ortografia. No início da adolescência, começa demonstrar interesse pela Física, e escreve "A Investigação do Éter em Campos Magnéticos". (BEZERRA, 2016).

Figura 19- Albert Einstein.



Fonte: BEZERRA, 2016.

Seu pai perdeu a empresa da família e por isso foi preciso se mudar com a família para Milão, na Itália, em 1890. Porém, Einstein continuou com familiares em Munique, para continuar com seus estudos. Ele conseguiu ser admitido no Instituto Federal Suíço de Tecnologia em Zurique, na Suíça, que mostra grande facilidade em matemática. Lá ele conheceu sua futura esposa Milena Marić (1875-1948). Milena foi a segunda mulher a se formar em matemática pela instituição (GOVEIA, 2015).

O casal teve uma filha, Lieserl, em 1902, cujo destino permanece incerto. A menina deveria ser dada para adoção ou criada por parentes da esposa do cientista, mas nunca ficou claro (GOVEIA, 2015).

Depois de se formar, ele teve dificuldade em encontrar um emprego. Em sua vida pessoal, a família de Milena teve problemas em rejeitá-la. No mesmo ano, Einstein conseguiu um emprego no escritório de patentes suíço e em 1903 casou-se com Milena. Eles têm mais dois filhos, Hans e Edward. O casamento terminou em divórcio em 1919. No mesmo ano, Einstein casou-se com Elsa Löwenthals (1836-1936), que era sua prima. Porém, para a mãe dos filhos, prometeu repassar os rendimentos de um futuro Prêmio Nobel, o que cumpriria anos mais tarde. Paralelamente ao seu trabalho na associação de patentes, Einstein continuou seus estudos sobre o princípio da relatividade (GOVEIA, 2015).

Em 1905, quatro de seus trabalhos foram editados no *Annalen der Physik*, um dos mais importantes e influentes periódicos de física da época. O artigo menciona "efeito fotoelétrico", "Deslocamento browniano", "Relatividade especial" e finalmente a equação " $E = mc^2$ ". Dez anos depois, em 1915, Einstein consegue completar a teoria da relatividade geral, que considera o ponto mais importante de seu trabalho. (BEZERRA, 2016).

Da teoria da relatividade geral amplia a pesquisa de Isaac Newton (1643-1727) sobre a teoria da gravitação universal. Assim, permitiu explicações mais precisas das órbitas planetárias ao redor do sol. Os estudos de Einstein foram confirmados por mensurações feitas pelos astrônomos ingleses Frank Dyson e Arthur Eddington durante um eclipse solar em 1919. Anos depois de sugerir a existência de ondas gravitacionais, essas ondas foram descobertas em setembro de 2015 (GOVEIA, 2015).

Albert Einstein recebeu o prêmio Nobel em 1921. Os organizadores do prêmio Nobel afirmam que a conjectura da relatividade não foi comprovada. Em troca, Einstein não compareceu à cerimônia de premiação e falou sobre isso quando recebeu o prêmio. Enquanto desenvolvia a conjectura geral da relatividade de Einstein, questionaram a ideia científica de quando o universo estava em repouso. A conjectura sugere que o cosmo está em constante expansão e pode prever a taxa na qual galáxias estão se afastando umas das outras (GOVEIA, 2015).

Essas teorias descritas anteriormente pelos os cientistas citados foram muito importantes para o progresso da física e astronomia, pois demonstraram que não existe nenhum movimento natural para os corpos e que eles são influenciados por fatores externos, como a gravidade. Essas descobertas abriram caminho para as teorias atuais sobre o movimento dos corpos, com o a teoria da relatividade de Albert Einstein.

5 A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

A sala de aula é um lugar onde convergem contradições sociais, conflitos psicológicos, questões científicas e noções de valores, tanto para professores quanto para alunos. (FONSECA; SOARES; MAGALHÃES, 2016).

A evolução histórica da humanidade mostra que os conceitos vão se modificando constantemente. A aceitação ou resistência a novos conceitos ou ideias reflete diretamente na abordagem teórica e prática do trabalho de especialistas em todas as áreas do conhecimento (SANTOS, 2016).

A história da física traz significado ao mundo que possibilita interpretá-lo, facilitando a capacidade humana de compreender conceitos e pensar sobre eles. Ele também mostra "buracos" em conceitos antigos sendo preenchidos por novos, e vivencia os momentos-chave do próprio ato intelectual na criatividade científica (SANTOS, 2016).

A física é, portanto, uma ciência que investiga a natureza do conhecimento científico e tenta provar que o conhecimento da natureza é possível. Tornar compreensível as leis da física, compreender o significado delas, envolvendo essa ciência menos prescindida para o discente, por meio da evolução do seu noção suas ideias, baseando essas ideias de forma adequada, requerendo um artifício de entendimento, reflexão e pertinência de significados ao ensino, em interação com o meio social, ao compuser a cultura e por ela ser composto, e não ponderando tornando o aluno um mero "reprodutor" de noções previamente situados, por meio de associações despóticas e descontextualizadas que, muitas vezes, não lhe autoriza atribuir significado algum (SANTOS, 2016).

A história da física é extremamente importante no processo de ensino-aprendizagem. Isso porque pode promover sentido ao atuar como ponte entre o que o aluno já sabe e o que é novo para ele, levando assim interações evolutivas entre a geração mais velha e a mais nova informações e conhecimentos.

A pedagogia com base na proposta de Ausubel (1980), não apenas avalia uma determinada "estrutura" como pedagogia, mas antes de tudo avalia o educando como pessoa, como participante do processo de construção da aprendizagem e não como mero intermediário. Ela depende de métodos de ensino que ignoram a capacidade de assimilação de informações.

As condições para a ocorrência da aprendizagem significativa implicam a compreensão de que a aprendizagem ocorre em cada indivíduo, imbricando-se nas relações do ser que aprende com o objeto de conhecimento, em cada situação específica; na interação sujeito / aluno

com sujeito / professor em um contexto cultural e social ao qual pertencem (FONSECA; SOARES; MAGALHÃES, 2016).

Para que a aprendizagem seja significativa, é necessário compreender o processo de modificação do conhecimento e reconhecer a importância dos processos mentais nesse desenvolvimento. Segundo Ausubel (1980), o material a ser assimilado deve ser potencialmente significativo, deve haver um conteúdo mínimo na estrutura cognitiva do indivíduo com subposições suficientes para satisfazer necessidades relacionais e que o aprendiz apresente uma disposição para o relacionamento e não para uma simples memorização mecânica, muitas vezes até simulando uma associação.

Ainda podemos confirmá-lo através da história desta ciência. O que realmente motiva os alunos a dizer que a física existe em sua vida diária, tentando esclarecer e dar sentido ao mundo em que vivemos. A busca por um equilíbrio entre o ensino da história da Física e o ensino da Física curricular é uma tentativa de humanizar esse componente curricular, tornando seu ensino mais prazeroso, direcionado a todos, criando condições para que o aluno tenha a oportunidade, o estímulo para a compreensão da Física, mas também o fracasso de seus limites, além do trabalho sobre as relações sociais no ambiente escolar (FONSECA; SOARES; MAGALHÃES, 2016).

As mudanças de conceitos ocorrem de tempos em tempos e acompanham a linha histórica da humanidade. Para entender melhor essas mutações, uma abordagem histórica do ensino de Física ajuda os alunos a se expressarem de forma diferente em relação à disciplina ao descobrir uma Física de questões que permite novas descobertas em seu desenvolvimento pessoal (SANTOS, 2016).

6 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo geral, analisar o uso da história da física como ferramenta de ensino, e como objetivo específico ponderar a contribuição da contextualização histórica do conceito de movimento e mecânica no ensino de Física e analisar os fatos ocorridos em conjunto com a história de seus agentes. E para a efetivação do mesmo foi preciso realizar uma pesquisa bibliográfica e se basear em materiais já publicados e citados em todo o trabalho descrito acima.

Também foi abordado sobre a história da Física, e o quanto foi fundamental o seu desenvolvimento para o entendimento de diversos conteúdos, sendo eles relacionados a disciplina da Física ou não.

Ao abordarmos a física e sua história de forma contextualizada, tendo como fundamento principal dar aos alunos o ensinamento dos fatos históricos sendo relacionado com a física para sua maior aprendizagem. Isso dá aos alunos a oportunidade de melhorar sua leitura e interpretação dos fenômenos físicos que estão sendo estudados, que é uma tentativa de manter a importância do ensino de física. e acima de tudo procurar alternativas para melhorar este componente do curso como ponto de partida para desenvolver suas ideias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, M. FINN, E. J. Física: um curso básico, v. 2, 10. ed. São Paulo: editora Edgar Blucher Ltda, 2016.

ALVES, R. **Filosofia da ciência**: introdução ao jogo e suas regras / Rubem Alves. – São Paulo, 13° ed., 2008.

ARAÚJO, I. S; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. **Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática. Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 179-184, 2014.

ARAÚJO, Mariana. Leis da dinâmica de Newton. *Revista de Ciência Elementar*, 2013.

AUSUBEL, D.P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BEUREN, Ilse Maria. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade**:

BEZERRA, Juliana. **Albert Einstein**. Rio de Janeiro. 2014.

BRENNAM, R. P. **Gigantes da física: uma história da física moderna através de oito biografias** / Richard P. Brennam; tradução, Maria Luiza X. de A. Borges; revisão técnica, Hélio da Motta Filho e Henrique Lins de Barros. – ed. rev. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. , 2003.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **Evolução da Física**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. (Edição original de 1938)

FILHO, José Camilo dos Santos. **Pesquisa quantitativa versus pesquisa qualitativa: o desafio paradigmático**. In. GAMBOA, Silvio Sánchez (Org.). *Pesquisa educacional: quantidade-qualidade*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

FONSECA, Géssica Fabiely; SOARES, Mariane de Araújo; MAGALHÃES, Rita de Cássia Barbosa Paiva. **Concepções de ensino e aprendizagem de alunos de licenciatura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte: um estudo exploratório**. *Research, Society and Development*, v. 1, n. 2, p. 168-181, 2016.

FRAZÃO, Dilva. **Nicolau Copérnico**: Astrônomo polonês. 2019.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. São Paulo: Ática, 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Como classificar as pesquisas**. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, p. 44-45, 2002.

GONÇALVES F. A. e TOSCANO, C. **Física e realidade**. Vol. 1. São Paulo: Scipione, 2010. 367 p.

GOVEIA, Rosimar. **Nicolau Copérnico**. São Paulo. 2015.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

HOLTON, G. **The Project Physics course, then and now**. Science & Education, 12, 779-786, 2003.

JÚNIOR, Manuel Alexandre. **Aristóteles Obras completas – Retóricas**. 2º ED. P 01-320. 2004.

KALYFOMMATOU, N.; CONSTANTINOU, C. **The properties and the nature of light**: The study of Newton's work and the teaching of optics. Science & Education, 14, 649-673, 2005.

MOREIRA, M. A. **1942 – Teorias de aprendizagem** / Marco Antônio Moreira. – São Paulo: EPU, 1999.

OLIVEIRA, Catarina. **Galileu Galilei**. São Paulo. 2010.

PERNOMIAN, Marcia; FUSINATO, Polônia. **Aplicações das Leis de Newton em nosso cotidiano**. Paraná. 2013.

PIETROCOLA, M. et. al. **Física em Contextos**: Pessoal, social e histórico. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2010, VOL 1.

PONCZEK, R.I.L. **Origens e Evolução das Ideias da Física**. Salvador: EDUFBA, 2002. 374 p.

PORFÓRO, Francisco. **Aristóteles**. São Paulo, 2012.

ROCHA, J. F. M. **Origens e evolução das idéias da física**. Salvador: EDUFBA, v. 2, 2011.

SANTOS, Eniel do Espírito. **Ensinar e aprender na Educação a Distância**: um estudo exploratório na perspectiva das práticas tutoriais. *Research, Society and Development*, v. 3, n. 2, p. 92-114, 2016.

SEROGLOU, F.; KOUMARAS, P.; TSELFES, V. **History of science and instructional design**: The case of electromagnetism. Science & Education, 7, 261-280, 1998.

SEROGLOU, F.; KOUMARAS, P. **The contribution of the history of physics in physics education:** A review. *Science & Education*, 10, 153-172, 2001.

SILVA, Edna Maria. **O novo ensino médio:** Impactos na escolarização da juventude brasileira. Conedu. Paraíba. 2021.

SOBRINHO, Marcos Fernandes. **Análise crítica: Evolução da Física – o declínio do conceito mecânico.** 2010. teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

STRAUSS, S. (Ed.). **Ontogeny, phylogeny, and the historical development.** Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 1988.