



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS VII – GOVERNADOR ANTÔNIO MARIZ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS - CCEA**  
**CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA**

**JONAS MENDES DE FARIAS**

**CONHECER SOBRE A HISTÓRIA DE GRANDES FÍSICOS, INFLUÊNCIA  
NO ENSINO DE FÍSICA A NÍVEL MÉDIO?**

**PATOS-PB**

**2019**

**JONAS MENDES DE FARIAS**

**CONHECER SOBRE A HISTÓRIA DE GRANDES FÍSICOS, INFLUÊNCIA  
NO ENSINO DE FÍSICA A NÍVEL MÉDIO?**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado na Universidade Estadual da Paraíba  
UEPB, como requisito básico à obtenção do título  
de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Carlos de Assis Junior

**PATOS - PB**

**2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F224c Farias, Jonas Mendes de.  
Conhecer sobre a história de grandes físicos, influência no ensino de física a nível médio? [manuscrito] / Jonas Mendes de Farias. - 2019.  
47 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas , 2019.  
"Orientação : Prof. Dr. Pedro Carlos de Assis Junior , Coordenação do Curso de Física - CCEA."  
1. Ensino de física . 2. História da física. 3. Física. I. Título  
21. ed. CDD 530

JONAS MENDES DE FARIAS

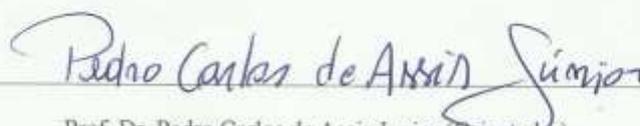
CONHECER SOBRE A HISTÓRIA DE GRANDES FÍSICOS, INFLUENCIA  
NO ENSINO DE FÍSICA A NÍVEL MÉDIO?

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado na Universidade Estadual da Paraíba  
UEPB, como requisito básico à obtenção do título  
de Licenciado em Física.

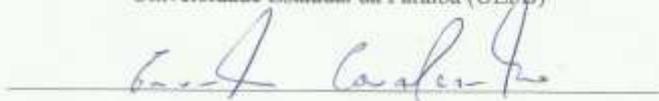
Orientador: Prof. Dr. Pedro Carlos de Assis Junior

Aprovado em 13 de Novembro de 2019.

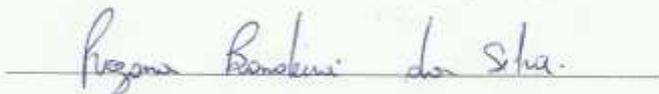
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Pedro Carlos de Assis Junior (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Everton Cavalcante (Examinador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. (a) Rozana Bandeira da Silva (Examinador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

## **DEDICATÓRIA**

*A Deus de forma especial por mim permitir chegar até aqui, e a meus pais que desde os primórdios de minha vida estudantil, nunca mediram esforço para que eu conseguisse realizar meus objetivos através da educação.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me proporcionado chegar até esse momento, sempre ter pela sua infinita graça e misericórdia, força e coragem pra vencer cada desafio.

Agradeço a minha mãe Maria Jose Mendes de Farias, que mesmo não estando mais presente em vida eu a levo sempre viva no meu coração e guardo seus ensinamentos até hoje.

Agradeço a meu querido pai Jose Silvestre de Farias, que nunca mediu esforço para mim proporcionar as condições de chegar até essa fase da minha vida e desse curso de licenciatura em Física.

Agradeço a minha esposa Gerciane de Sousa Mendonça, por cada palavra de incentivo e por estar sempre comigo a cada momento.

A cada um de meus irmãos e irmãs, que se alegram comigo nesse sonho que estou realizando.

Ao meu orientador o professor Dr. Pedro Carlos de Assis Junior, pela paciência que teve comigo, pelas primorosas orientações e palavras de incentivo durante a escrita desse trabalho.

Aos outros dois componentes da banca examinadora, professora Rozana Bandeira da Silva e o professor Dr. Everton Cavalcante por estarem presentes nesse tão importante da minha graduação.

Aos meus queridos professores do curso de licenciatura em Física por cada ensinamento transmitido durante toda essa jornada.

A meus amigos Wellington Batista (Pedro), José Elitom e Sandoval Teodósio por todo o auxílio na parte digital dessa monografia.

E por fim, a todos os outros meus amigos que não foram mencionados, mais que sempre ajudaram-me direto ou indiretamente para chegar a esse ponto da minha vida acadêmica.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma parte do contexto histórico de alguns dos mais influentes físicos. O motivo pelo qual esse assunto ter sido abordado, parte do ponto inicial onde foi observado que os professores de física na questão do ensino, consideram importante somente a transmissão do conhecimento de formulas e regras dentro da física sem se importar por algum motivo em não abordar como foi a realidade histórica vivida por determinado físico envolvido em algum ramo de estudo da física. Para tanto foi realizado um questionário que contém várias questões que visa saber se os alunos acham importante que a história de todo o desenvolvimento das mais diversas partes da física, além disso algumas das questões levantadas dentro do questionário indagava se alunos tem alguma noção sobre a história da física, se de acordo com as respostas obtidas se o alunado acha importante que seja inserido no ensino da física o contexto histórico que viveu cada físico, e depois partir para o ensino de suas teorias e leis que contem a física. A pesquisa feita mostrou que os alunos indagados julgaram ser necessário uma menção a respeito do contexto histórico bibliográfico e da importância desse estudo desenvolvido por cada físico em seus campos de estudo. Por tudo isso, se conclui que mesmo não sendo exigido pelas leis que regem o ensino atual, os resultados mostram que maioria dos alunos questionados jugam importante se ter algum conhecimento dessa área histórica.

**Palavras – Chave:** Realidade Histórica. História da Física. Influentes Físicos.

## **ABSTRACT**

This paper aims to present a part of the historical context of some of the most influential physicists. The reason why this subject was addressed, starting from the starting point where it was observed that physics teachers in the teaching issue, consider only important the transmission of knowledge of formulas and rules within physics without caring for some reason not to address how was the historical reality lived by a certain physicist involved in some branch of physics study. To this end, a questionnaire containing several questions was asked to know if students think it is important that the history of the whole development of the most diverse parts of physics, besides some of the questions raised within the questionnaire asked if students have any notion about history. of physics, if according to the answers obtained if the students think it is important to insert in the physics teaching the historical context that lived each physicist, and then to go to the teaching of their theories and laws that contain the physics. The research showed that the students questioned thought it necessary to mention the historical bibliographic context and the importance of this study developed by each physicist in their fields of study. For all these reasons, it is concluded that even though not required by the laws governing current education, the results show that most of the students questioned jug important if they have some knowledge of this historical area.

**Keywords:** Historical Reality. History of physics. Physical influences.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Capa da revista científica principia. Publicado em 1687 .....	11
Foto 1 – Turma do 1º ano do Ensino Médio. Aplicação do questionário.....	37
Gráfico 1 – O fator histórico é relevante no contexto do ensino aprendizagem .....	38
Gráfico 2 – Menção sobre a biografia ou contexto histórico dos físicos associado ao conteúdo ministrado em sala de aula.....	38
Gráfico 3 – Associação do físico ao conteúdo ministrado .....	39

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

DNA	Ácido Desoxirribonucleico
GPS	Sistema de Posicionamento Global (em português)
TV'S	Televisões
MEC	Ministério da Educação

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
$\Psi$	PSI
$\pi$	Número PI
$\kappa$	Constante de Boltzmann
$w$	Numero de microestados
S	Entropia
log	Logaritmo
°C	Símbolo da escala célsius
K	Símbolo da escala kelvin

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO .....	11
2. BIOGRAFIA DE ALGUNS GIGANTES DA FÍSICA .....	16
2.1 Cinemática, Dinâmica, Movimento Planetário, Lei Gravitacional.....	17
2.2 Hidrostática .....	22
2.3 Termodinâmica e Mecânica Estatística.....	25
2.4 Eletromagnetismo .....	29
2.5 Física Moderna e Mecânica Quântica .....	32
3. METODOLOGIA.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
4.1 Análises de dados obtidos a partir de uma amostra quantitativa. ....	40
4.2 Discussão .....	43
5. CONCLUSÕES.....	44
Referências.....	46
Anexos.....	47

## 1- INTRODUÇÃO

A Física é uma ciência fundamental que serve de base para diversos ramos do conhecimento, tais como: as engenharias, a matemática, a computação, a medicina e em muitas outras áreas do conhecimento. É o instrumento pelo qual exploramos os fenômenos da natureza; visa explicar como o universo foi criado, explica fenômenos do eletromagnetismo, da termodinâmica, da mecânica newtoniana, da mecânica estatística, a física observa fenômenos existentes nas galáxias tão distante da Terra, e outros associados às partículas em nível atômico, como aqueles observados no mundo quântico ou mundo microscópico. Podemos afirmar que a física está presente ao nosso redor, porém muitas vezes despercebida. Quando aplicamos uma força sobre um objeto, ou ascendemos e apagamos as luzes, ou quando medimos a temperatura de um determinado corpo, estamos fazendo uso dos conhecimentos da física. Podemos afirmar com grande convicção que a física está sempre presente em nossa vida cotidiana direta ou indiretamente. Compreendê-la é fundamental em nossas vidas, mas nem sempre foi assim, foram preciso centenas de anos para chegar a esse ponto.

Fazendo uma retrospectiva ao início da humanidade, notamos que o homem mostrou-se sempre interessado em entender sobre as coisas ao nosso redor. Os egípcios tiveram seu momento apoteótico por volta dos anos 3000 a 1000 ac, época grandiosa e vasta mitologia politeísta. Problemas que envolviam a geometria, os egípcios conseguiam resolver apenas problemas simples, na época o teorema de Pitágoras ainda não era conhecido, muito menos o número  $\pi$ .

Os babilônios, muito vezes mencionados na bíblia, é um dos povos mais antigos que a humanidade conhece. Foi na babilônia que surgiu o Enuma Elis, que descreve a formação do universo através da criação de vários deuses por diversas gerações. E, aos poucos foram ordenando a formação das partes do universo. Isso diverge com o livro bíblico do gênesis, que conta a criação do universo através de um único Deus em seis dias.

Os gregos antigos foram os primeiros que buscaram substituir essas crenças ou lendas, por modelos teóricos que apoiavam-se mais na razão. A humanidade começava a deixar as crenças, as lendas e as superstições um pouco mais de lado.

Segundo ROCHA, J. F.M., em sua obra “O livro Origens e evolução das ideias da física EDUFBA, 2002” diz: *Acreditamos não ser exagero dizer que, até os dias de hoje, nossa civilização está profundamente impregnada pelo pensamento e pela cultura grega.*

Esse trecho desse livro faz refletir quanto a nossa forma de pensar e algumas de nossas ideias estão ligados diretamente com a cultura grega, que no seu auge se espalhou por diversos lugares do planeta, com isso, a cultura e forma de pensar dos gregos antigos ficaram gravadas e se expandiram pelo mundo.

Pode-se compreender que as ideias e leis sobre a criação do universo estabelecidas por diversos estudiosos da física, passaram por um grande processo até chegar ao modelo que conhecemos atualmente. A visão inicial era totalmente cosmogônica, que nada mais era que histórias que nossos antepassados passavam de geração para geração, explicando a criação do universo a ideias e pensamentos místicos e religiosos, por forças sobrenaturais e/ou divindades. Somente no século V, depois cristo, é que esse pensamento é alterado, ganhando uma visão mais filosófica. A visão filosófica, ao contrário da visão cosmogônica, baseia-se numa forma mais racional, isto é, em modelos teóricos mais celebre, e com raciocínio mais aguçado.

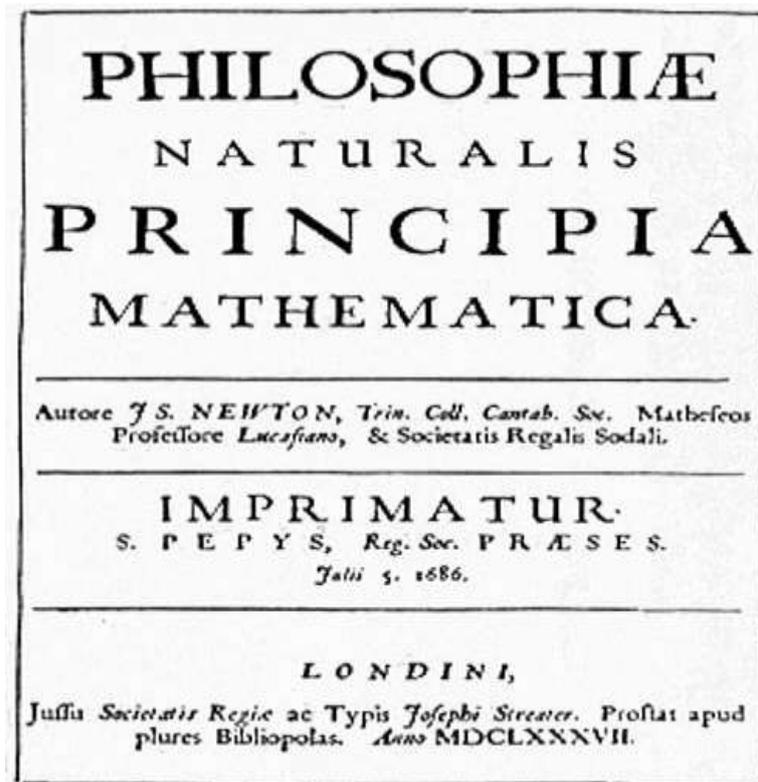
Esta forma racional filosófica começou a se expandir e se torna uma abordagem mais científica da realidade, podendo ser considerada a mitologia e cosmologia do povo antigo, e que através dessas ideias ainda que de forma bem fragmentada, foi-se evoluindo ao passar de centenas de anos, sendo aperfeiçoada e moldada por diversos filósofos, pensadores e estudiosos como Pitágoras, Parmênides, Thales, Anaximandro, Leucipo, Demócrito, Platão, Aristóteles, Arquimedes, Ptolomeu, Kepler, Galileu, Newton e muitos outros no decorrer do tempo, até se ter origem a Física e a Mecânica e a Cosmologia que hoje conhecemos, no qual a cosmologia é ciência que tem mais ênfase no estudo do universo. (Rocha, J. F. M., 2002).

Por volta do século XVI, a matemática, a magia, a ciência, a astronomia e a astrologia ainda estavam interligadas uma com a outra, é nesse contexto que em meados dos anos 1643, morre Galileu Galilei o idealizador dos primeiros conceitos modernos sobre física mecânica e nasce aquele que é considerado o pai da física propriamente dita, Isaac Newton.

Newton, nascido em um momento de grande expansão do conhecimento, pôde ter acesso aos estudos feitos por Galileu, Kepler, Descartes, dentre outros (cientistas renomados atualmente), levaram Isaac Newton a ter uma base para seus estudos, dos quais conhecemos hoje. Este apoio que Isaac Newton teve em trabalhos anteriores ao seu, fizeram com que ele em seu discurso de posse em uma renomada academia de ciências dissesse a seguinte frase: *“se mais longe enxerguei é porque estive apoiado em ombros de gigantes.”*

Autor de uma das mais importantes obras científica já publicadas, Newton publica a sua obra que tem por nome *Philosophie Naturalis Principia Mathematica* (Principia Matemática da Filosofia Natural).

Figura 1 – Capa da revista científica principia. Publicada em 1687



Fonte: <https://www.google.com/search?q=principia+mathematica+fotos&tbm>

Nesta grandiosa publicação, Newton articula as ideias de alguns estudiosos como Descartes e Kepler e fez associações a cálculos matemáticos, calculo matemático que tem sua autoria ao próprio Newton. A partir daí, teorias como da gravitação universal, leis de movimento, cosmologia e muitas outras áreas como óptica e outras, tiveram mais clareza em suas explicações.

Se junta a toda essa evolução dentro do estudo da física, no século XVIII mais um ramo para se incorporar as leis e teorias já existentes, trata-se da Termodinâmica que surge oficialmente com a revolução industrial mesmo que algumas atividades que envolvem situações da termodinâmica já se eram observadas muito antes disso, porem era de forma bem afastada do conceito de fato da Termodinâmica.

Em 1846 Willard Gibbs, com sua publicação *On the Equilibrium of Heterogeneous Substances* que significa (No Equilíbrio de Substâncias Heterogênicas), marca de fato o início da termodinâmica ao introduzir a regra de fases, e as transformações a volume constante. Mesmo depois desta importante obra, alguns conceitos adicionais só foram incorporados ao ramo da termodinâmica alguns anos mais tarde. (Mario Jose de Oliveira. Termodinâmica).

Depois surge a Mecânica Estatística, que semelhante a Termodinâmica estuda propriedades físicas macroscópicas, desenvolve resultado através de probabilidade desses

sistemas macroscópicos. No início muito mal aceita pelo fato de na época os átomos e moléculas serem ainda uma teoria que muitos não acreditavam a Mecânica Estatística se baseava justamente nesses artifícios de componentes muito pequenos e busca uma explicação para as propriedades macroscópicas dos sistemas atômicos observados, com isso os mesmo que se opunham ao conceito de átomos e moléculas iriam resistir à ideia que traz a Mecânica Estatística. (Silvio. R.A. Salinas. Introdução a Física Estatística).

Em meados do século XVIII, surge outro importante ramo da Física que é o Eletromagnetismo. Esse nome tem origem na junção dos estudos e dos nomes de eletricidade e magnetismo, respectivamente. No ano de 1861 James Clerk Maxwell unifica todos os trabalhos dentro desse ramo de seus antecessores que ficou conhecido como as equações de Maxwell. Essas equações tornavam a notoriedade que campos elétricos e campos magnéticos ambos surgiam através de manifestações do campo eletromagnético, além disso, foi possível descrever com mais clareza como de fato se comporta a natureza da luz. Willian Gilbert, Benjamim Franklin em seus estudos tiveram conclusões coerentes dentro desse ramo, depois já no início do século XIX Christian Orsted, obtém evidencias entre a Eletricidade e o Magnetismo.

A combinação de campos elétricos com campos magnéticos é considerado por muitos como sendo um dos eventos mais belos da história da física. A teoria de Maxwell para o eletromagnetismo foi a posteriori comprovado em laboratório por Hertz. Essa descoberta proporcionou grande avanço tecnológico, tais como eletroímã, receptores de telefone, dentre muitos outros atualmente produzidos pela indústria.

Outra descoberta associada ao eletromagnetismo foi a indução eletromagnética, que consiste na criação da corrente elétrica alternada. A indução eletromagnética é a base da geração da corrente alternada, que é associada a diversos tipos de dispositivos na criação da corrente. Temos as usinas hidroelétricas onde usamos geradores de indução eletromagnética para transformar a energia potencial em energia elétrica. Termoelétricas que usam combustíveis, para criação da corrente elétrica. *Além de tudo isso diversas ramificações do eletromagnetismo estão presentes na vida cotidiana, por exemplo, em estações de rádio e de televisão, em sistema de telefone de micro-ondas, todos baseados nas ondas eletromagnéticas que vão se espalhando em formato de ondas.* (Machado, Kleber Daun. Teoria do Eletromagnetismo).

No século XX, a física ganhou novos elementos, saindo daquela visão onde acreditava-se que já não existia mais nada para que pudesse ser descoberto. Porém, no ano de 1905 que ficou conhecido como Annus Mirabilis, Albert Einstein publica alguns artigos que

mudou de forma extraordinária a física, pois esses artigos fez com que novos leques de pesquisa se abrissem no estudo da física. Esses estudos propostos por Einstein é o que conhecemos como teoria da relatividade restrita e a teoria da relatividade especial.

Segundo o livro do Zemansky (SEARS E ZEMANSKY, 2009), essas novas teorias introduziram mudanças significativas em nossa compreensão da natureza. Einstein baseou suas descobertas em postulados que nos parece bem simples hoje, mais que ninguém na época havia observado. Um deles afirma que as leis da Física devem ser as mesmas em qualquer sistema referencial inercial, outro diz que a velocidade da luz no vácuo deve ser sempre a mesma em qualquer sistema de referência inercial. A luz possui sua maior velocidade no vácuo. Esse pensamento fértil, nos levou a refletir sobre como enxergávamos a física, e logo um grande número de sistemas físicos foram rapidamente associado a essa nova visão. Tecnologias foram criadas e hoje sabemos que não chegamos no fim das observações dos fenômenos da natureza. Ao contrário, parece que estamos apenas iniciando. Um exemplo do grande potencial dos estudos de Einstein, e a relatividade, que tem consequências muito importantes em muitas áreas da física, das quais explicitamos: a Termodinâmica, o Eletromagnetismo, a Ótica, a Física Atômica, a Física Nuclear, dentre muitas outras.

Estudos de Einstein nos levaram a fenômenos físicos cada vez mais profundos, a exemplo, ainda no início do século XX, surge o ramo da Física que ficou conhecida como a Mecânica Quântica, que tem seu ponto de partida no estudo dos átomos. Trabalhos de célebres estudiosos como Max Planck, Niels Bohr são considerados como sendo o ponta pé inicial da Mecânica Quântica.

Planck é considerado como o pioneiro na quântica, devido ao ano de 1900 ele descreve problemas de radiação de corpos negros. De forma geral, Planck deduziu a radiação eletromagnética com a frequência. Um ponto fundamental nesse novo ramo da física é que hoje classificamos os fenômenos como sendo do mundo Quântico ou Clássico. (Piza, A.F.R. de Toledo, 2009). Uma série de eventos ocorreram e contribuíram com o desenvolvimento da Física Moderna, físicos como Rutherford, Madame Curie, Einstein, Heisenberg, Schrodinger, Born, De Broglie propuseram as bases da teoria quântica que no ano de 1924 passaria a se chamar de Mecânica Quântica.

Inquietado em observar que a física é ensinada apenas considerando a sua parte que envolve os cálculos matemáticos, buscando apenas comprovar fórmulas e teorias, e que praticamente nenhuma vez os professores se quer mencionam sobre a história e a obra do cientista responsável por desenvolver determinada teoria física, notamos que nesse processo de ensino faltou a presença da realidade vivenciada pelos cientista, em sua respectiva época.

O professor acaba apenas apresentando fórmulas matemáticas e não cria no discente o fator realidade, mostrando quais as dificuldades que esse cientista enfrentou para construir seu trabalho e que só hoje percebemos a importância.

Esse trabalho tem como objetivo, saber se de alguma maneira o contexto histórico da física está sendo mencionado durante os anos acadêmicos do ensino médio, procurando saber através de um pequeno grupo ou amostra de estudantes do Ensino Médio, onde aplicamos um questionário sondando a importância da história e da obra de alguns físicos. Queremos conhecer melhor o quanto esses alunos se importam em conhecer a história que está por trás do conteúdo da física. Apresentar a realidade histórica enfrentada pelo cientista, mencionar como a ciência evoluiu até chegar à física que conhecemos atualmente.

Do ponto de vista mais específico, queremos saber o que os alunos sabem de história da física. Também, procuramos observar se existe a necessidade de se inserir o contexto histórico nas aulas de física e/ou se o não conhecimento sobre a história e obra dos cientistas influencia no desinteresse de se estudar física. Também nos preocupamos em saber se após a inserção do contexto histórico e obra dos cientistas os alunos tornaram-se mais atentos sobre a realidades deles.

No capítulo dois apresentamos algumas biografias de grandes físicos. A ideia central é relembra a história e a obra.

No capítulo três apresentamos o procedimento metodológico para esse trabalho de conclusão de curso.

No capítulo quatro apresentamos os resultados e discussões da nossa pesquisa quantitativa.

No capítulo cinco concluímos fechando nossa metodologia, a partir dos resultados obtidos, onde apresentamos nossa visão final desse trabalho.

## **2. BIOGRAFIA DE ALGUNS GIGANTES DA FÍSICA**

Nesse capítulo abordamos um pouco da biografia de alguns grandes físicos. Através dessa biografia podemos perceber um pouco de como cada um deles viviam e as dificuldades enfrentadas pela pesquisa na época.

### **2.1 Cinemática, Dinâmica, Movimento Planetário, Lei Gravitacional.**

#### **Sir Isaac Newton (1643 – 1727)**

Isaac Newton recebeu esse nome em homenagem a seu pai que pouco antes do seu nascimento havia falecido. Nascido em Woolsthorpe-by-Colsterworth, na Inglaterra, no dia 04 de janeiro de 1643. No calendário Juliano, adotado na Inglaterra na época, a data do seu nascimento é 25 de dezembro de 1642 pelo calendário conhecido atualmente, curiosamente se consideramos seu nascimento pelo calendário atual, é o ano da morte de Galileu Galilei aonde muita historiadores vem essa coincidência como se fosse uma passagem do bastão do conhecimento de um para o outro. Newton é considerado como um gigante filosofo, físico matemático teólogo e alquimista e astrônomo.

Com a morte de seu pai, Hannah Ayscough a mãe de Newton casa novamente e ele é levado para ser criado por seus avós, com 18 anos de idade o jovem Isaac Newton ingressa na universidade de Cambridge, porem nos anos de 1665 uma grave doença denominada de peste negra assolava a região de Londres, com isso Newton se ver obrigado a se ausentar de Cambridge e ir para Woolsthorpe e ficar na casa de familiares onde fica cerca de 2 anos, durante esse tempo em que o ainda jovem Isaac Newton passa na residência de seus familiares acontece o fato da maçã que supostamente caiu onde pouco tempo depois baseado nesse acontecimento ele desenvolve a teoria da gravidade.

Passados dois anos Newton retorna Cambridge, onde cada vez mais ele se torna mais reservado e em alguns casos até mesmo cruel, mais é nessa fase que Isaac começa a revolucionar a ciência para sempre. Pois em meados de Junho Newton ingressa no colégio Trinity – College, o mais conceituado da universidade de Cambridge. Com esse fato começou a se transformar a filosofia natural em ciência natural ainda que de maneira um pouco lenta Isaac Newton já começava a fazer diversos estudos baseado em teorias de estudiosos que o antecederam e em outros que eram seus contemporâneos. Agora os ramos da matemática e

física mudam de vez quando segundo o livro (**The Life Of Isaac Newton. 1993. P. 40**), faz um relato do próprio Newton no qual ele diz:

Consultando as contas de minhas despesas em Cambridge nos anos de 1663 c 1664 escreve ao examinar algumas anotações anteriores, constato que, no ano de 1664, pouco antes do Natal, sendo eu terceiranista, comprei a *Miscelânea* de Schooten e a *Geometria* de Cartes (após ter lido essa *Geometria* e a *Clavis* de Oughtred mais de um semestre antes) e tomei emprestadas as obras de Wallis e, por conseguinte, fiz essas anotações a partir de Schooten e Wallis no inverno, entre os anos de 1664 e 1665. Ocasão em que descobri o método das séries infinitas. E, no verão de 1665, forçado pela peste a me afastar de Cambridge, calculei a área da hipérbole e Boothby.

A partir desse fato, se sucedem ao longo da vida de Newton, estudos e mais estudos em praticamente todo o ramo da física, além da teologia e alquimia, ainda que todo esse material estudado fica guardado sem ser divulgado devido a condição de ser totalmente isolado e do agravamento desse caso quando alguns anos atrás Newton a expor algumas de suas ideias foi fortemente contrariado por Robert Hooke, outro estudioso respeitado da época, esse desentendimento com Hooke despertou a ira de Isaac Newton fazendo com que ele mantivesse em oculto todas as suas descobertas.

Porém o afastamento e solidão de Newton e suas descobertas estavam preste a vir à tona quando ele recebe a visita de Halley em 1684, interessado em compreender a mecânica celeste, uma vez que Hooke afirmou que conseguiria explicar as leis do movimento celeste e veio a fracassar Halley se volta para Isaac Newton.

Em 1684, o DR. Halley foi visitá-lo em Cambridge e, depois de passarem algum tempo juntos, o Doutor. perguntou-lhe como ele pensava que seria a curva descrita pelos planetas, supondo-se que a força de atração do Sol fosse inversa ao quadrado de suas distâncias a ele. Sir Isaac retrucou imediatamente que seria uma elipse, ao que Doutor, com grande alegria e assombro, perguntou-lhe como sabia disso; ora, disse ele, eu a calculei; ao que o DR. Halley pediu-lhe seu cálculo sem maiores delongas, Sir Isaac procurou entre seus papéis e não conseguiu encontrá-lo, mas prometeu refazê-lo e depois lhe enviar. (Richard S. Westfall. **A vida de Isaac Newton**).

Algum tempo mais tarde, Halley recebe mais do que esperava no documento chamado de **De motu corporum ingyruum** que traduzido quer dizer: do movimento dos corpos numa órbita que continha cerca de nove páginas, mais nessas páginas estavam explicadas a demonstração da orbita elíptica e inversamente proporcional em direção ao foco, além de uma demonstração do problema original, com isso Halley reconheceu o tão alto valor desse trabalho de Isaac Newton para mecânica celeste, maravilhado com isso ele visita o Newton novamente com isso o gênio vai se abrindo e expondo suas teorias que conhecemos até hoje,

mais tarde Halley faz com que os trabalhos de Isaac Newton sejam conhecidos pela Royal Society renomada academia de ciências que existe até na atualidade, no qual a mesma ordenou que os estudos e observações que foram organizados e intitulados pelo próprio Newton de *Philosophia naturalis principia mathematica*, fosse impresso e publicado.

Essa obra é considerada a mais importante de Isaac Newton, no *principia mathematica* contém as bases da física como a mecânica e a astronomia que se baseia na geometria, além do cálculo diferencial que por algum tempo foi alvo de disputa com Leibniz, até que tempos depois foi comprovado que cada um usou métodos independentes. Depois mais dois volumes assim podem chamar foram publicados onde Newton adota a mecânica dos fluidos e a gravitação respectivamente, no mais ele deu grandes contribuições no estudo da óptica.

Com a morte de Robert Hooke seu ferrenho rival em 1703, Isaac Newton passa ser uma referência dentro da Royal Society até o final de sua vida. Em 1705 recebe da rainha Ana da Inglaterra o título de SIR, onde fica conhecido por Sir Isaac Newton, no dia 31 de março de 1727 ele morre mais as suas descobertas no campo da matemática e principalmente na física estão vivas até hoje.

### **Galileu Galilei (1564 – 1642)**

Estudioso italiano que viveu entre os anos de 1564 a 1642. Galileu Galilei conseguiu observar situações que outros estudiosos de sua época não foram capazes de enxergar.

Nascido na comunidade italiana de Pisa região da toscana, filho de Vincenzo Galilei que foi músico e matemático da época e a senhora Giulia di Cosimo Ammannati, Galileu acostumado desde cedo com os números por conta do seu pai, onde na sua juventude o jovem Galilei é colocado na universidade da época para cursar medicina, porém a seu interesse pelos números falam mais alto e o mesmo desiste de cursar medicina e se volta para o estudo dos números e observar o universo. Muito pouco tempo depois ele se torna professor de matemática em sua cidade natal, porém no intervalo de anos de 1592 a 1610 Galilei se torna professor na universidade de Pádua que fica ao norte da Itália e é a partir desse fato que a história não só do professor Galileu como da ciência começa a ser mudada radicalmente.

Considerado por muitos o pai da ciência moderna, Galilei ganha destaque no campo da física quando defende o método científico de experimentação das teorias, indo totalmente contra o pensamento aristotélico, quando Galilei desenvolve seus próprios telescópios por volta dos anos 1610, ele começa a fazer observações mais precisas do universo como, por

exemplo, observar as luas de Júpiter, Vênus e até mesmo enxergar Plutão mais não conseguiu identificar se era planeta, com seu equipamento sofisticado para época Galileu consegue observar também as manchas solares, viu algumas crateras na lua e muito outros fatos.

Durante essa época de observações feitas por Galilei, no primeiro momento a igreja se empolga com seu trabalho ao ponto de Galileu fornecer cópias de seu trabalho e até mesmo ser convidado para ir visitar o papa da época, porém essa proximidade não dura muito tempo, pois nas publicações de suas observações Galilei apresentava pensamento que estavam sempre voltados para o modelo Copérnico que era totalmente contrário ao modelo adotado e defendido pelo catolicismo, com isso ele começa a não ser visto com bons olhos pela igreja católica. “*O papado montou uma inquisição sobre crenças copérnicas e concluiu que elas eram “tolas e absurdas e formalmente hereges”* (ROONEY, Anne). Com isso Galileu é sabedor que não deveria publicar e nem ensinar de forma alguma o modelo Copérnico, pois caso isso acontecesse seria punido pela igreja, de início ele acatou as ordens estabelecidas, porém alguns anos depois Galileu publica um trabalho no qual ele fazia um diálogo imaginário entre os pensamentos a respeito do universo da época, nesse trabalho a visão de Copérnico fica explícita e ele é convocado para ir até a cidade italiana de Roma, sede do catolicismo para ser julgado por heresia e ensinar pensamento falso que o sol seria o centro do universo. Porém Galileu Galilei é convencido a se considerar culpado no julgamento para que assim pudesse se livrar de punições piores, com isso ele é condenado a prisão perpétua que Galileu já com idade avançada cumpre em casa entre os anos de 1634 a 1642 ano de sua morte.

O trabalho *Dialogue of the Two Chief World Systems* que rendeu para Galileu a prisão perpétua continha também ideias importantíssimas para o estudo da mecânica, pois Galileu quebra muitos pensamentos como, por exemplo, o raciocínio de Aristóteles que afirmava que uma pedra uma vez lançada verticalmente para cima caía de volta em nossa mão e não para o oeste. Contra este argumento, Galileu afirma que uma pedra abandonada do alto de um navio cairá sempre sobre seu pé, esteja o navio parado ou não, pois a terra estava em movimento na direção leste.

Galileu também pesquisou o movimento da queda dos corpos, trabalho este contido em sua última obra *Discursos Referentes a Duas Novas Ciências a Respeito da Mecânica e Dos Movimentos Locais*, provando que, ao contrário da teoria aristotélica, fossem leves ou pesados, os corpos levavam o mesmo tempo para chegar ao chão. Chegou também à famosa lei de que distâncias percorridas em queda livre eram proporcionais ao quadrado dos tempos. (Rocha, J. F. M., 2002, p.84).

### **Johannes Kepler (1571 – 1630)**

Johannes Kepler, nascido em meados dos anos mil quinhentos no sul da Alemanha, Kepler desde muito jovem tem seu despertamento pela astronomia despertada, quando o mesmo observou alguns fenômenos como um eclipse e passagem de um cometa.

Foi casado com Barbara Müller com quem teve alguns filhos, porem somente Friedrich e Ludwig sobreviveram, no ano de 1612 Barbara tem um grave problema de saúde e vem a óbito, assim pouco tempo depois de ficar viúvo, no seguinte ele casa novamente com Susanna Reuttinger onde o mesmo tem mais alguns filhos e ficou até o fim de suas vidas juntos, inclusive quando a mãe de Kepler foi acusada de feitiçaria que na época era uma inflação gravíssima, Susanna estava a sua companhia quando Kepler para manter sua reputação mesmo não tendo afeto algum por sua mãe, resolve defendela.

Sua afeição pela família não era das mais pacíficas, Kepler odiava seu pai, lhe chamava de malvado, com sua mãe não era diferente Kepler a chamava de fofoqueira sombria e muitas outras qualidades negativas ele aplicava a sua mãe, seus irmãos três deles morreram muito cedo, com isso o jovem Kepler convive com toda essa situação durante sua vida. Além de tudo isso ele era acometido de uma grave e estranha doença que consistia em abrir feridas pelo seu corpo e tinha o surgimento de microrganismo que impediam a rápida cicatrização do ferimento.

Nascido na época em que o protestantismo ganhava força, Kepler muito jovem vai estudar em seminários protestante, Kepler não era muito bem aceito por seus colegas de classe, porem contava com grande prestígio com os professores. Seguidor do Helioentrismo que é a crença que o sol está no centro do universo, Alguns anos depois ele já estava dando aula de matemática, e em uma dessas aulas ele tem uma ideia inesperada.

Ocorreu-lhe então a ideia de criar o seguinte sistema geométrico: uma esfera circunscrita a um cubo (a superfície da esfera contém todos os vértices do sólido), em seguida, uma outra esfera menor inscrita (que tangencia internamente todas as faces do cubo), um tetraedro circunscrito, uma nova esfera inscrita ao tetraedro, e assim sucessivamente até obter seis esferas concêntricas com raios que seriam iguais às trajetórias circulares dos planetas em torno do Sol, este, absoluto e soberano no centro do arranjo. Estaria assim estabelecida a conexão secreta entre a milenar geometria pitagórica e o novo sistema copernicano. (Rocha, J. F. M., 2002. P, 74.).

Pouco tempo mais tarde, devido ao crescimento do protestantismo, a igreja católica obriga Kepler e muitos outros a sair de seus ambientes onde trabalhavam, foi em meio a esse contexto que surge Ticho Brahé na vida de Kepler, Brahé com a morte de um importante rei

que o custeava, Ticho Brahé tem que sair vagando em busca de novos ares já que não tinha mais patrocínio para seus caprichos. Com toda sua inteligência Johannes Kepler foi incumbido por Ticho a analisar a trajetória do planeta Marte, não muito modesto o mesmo afirma que conseguiria fazer isso em questões de dias, porém não foi bem assim que aconteceu e o mesmo chegou por algumas ocasiões até a fugir de suas crenças heliocêntricas, mais algum tempo depois ele consegue em uma sacada extraordinária que deveria se considera a órbita de Marte uma elipse e não um círculo, essa afirmação ficou conhecida com a 1ª lei de Kepler: *“Kepler generalizou sua descoberta ao afirmar que todos os planetas descrevem trajetórias elípticas ao redor do sol e este, por sua vez, estaria localizado um dos focos da elipse. Esse enunciado é a denominada 1ª lei. (Física, Mecânica, 1º ano)”*.

Não demorou muito para que ele chegasse à conclusão da assim conhecida segunda e terceira leis de Kepler. Com esses estudos e mais alguns outros e algumas publicações como *Astronomia Nova* (1609) e *Sobre a Harmonia do mundo* (1619), colocam esse estudioso alemão em um patamar de grandes nomes da Física como Newton, Einstein, Galileu e muitos outros renomados contribuintes das teorias da Física, além de ser considerado um dos pilares para o estudo da astronomia.

No ano de 1630, Kepler morre de uma poderosa febre, já com idade avançada. Mais deixa uma importante obra e legado para ciência atual, mesmo com uma vida familiar difícil e saúde não muito boa, foi capaz de magníficas descobertas como as citadas no texto acima.

## 2.2 Hidrostática

### Arquimedes de Siracusa (288 a.C – 212 a.C)

Arquimedes de Siracusa viveu por volta de 290 AC, Arquimedes constantemente apontado como o idealizador da hidrostática. Concluiu que o mesmo tenha estudado em uma cidade considerada uma potência da economia e de organização da época, a cidade de Alexandria.

Arquimedes viveu onde hoje é a atual Itália, mais precisamente na cidade de Siracusa. Muitas das obras que ele desenvolveu a partir de seus estudos, podem ser encontradas no idioma grego. Suas obras desenvolvidas muitas delas até hoje tem serventia dentro do campo da matemática, um exemplo ele é apontado como sendo o primeiro a calcular o valor da letra grega  $\pi$ , que simboliza uma constante na matemática. E dentro da física deu diversas contribuições também.

As contribuições desse estudioso são muitas porém, as que mais se destacam são suas observações de geometrias esféricas e cilíndricas, ele também define um espiral através de um movimento uniforme, e por fim o seu mais conhecido trabalho dentro do campo da física, quando Arquimedes através de seus estudos consegue observar o que hoje conhecemos de princípio da hidrostática. *Arquimedes estabelece os princípios fundamentais da hidrostática com lei do empuxo, dando o peso de um corpo imerso em um fluido.* (Arquimedes, O Centro da Gravidade e a Lei da Alavanca). Com isso surgiu a famosa frase dita por ele, todo corpo mergulhado num fluido em repouso sofre, por parte do fluido, uma força vertical para cima, cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo. Além do seu livro equilíbrios planos, onde o mesmo traís uma ideia sobre a lei da alavanca.

Um fato que também ficou marcado em sua vida é quando o mesmo é incumbido pelo rei de Siracusa para solucionar um mistério a respeito de sua coroa, não conseguindo ter certeza se sua coroa havia sido feita com todo o ouro dado ao artesão para a confecção de sua coroa, o rei Hierão da essa missão para que Arquimedes descobrisse a verdade, quando ele estava a tomar banho observou que a água do seu recipiente que ele ia tomar banho, transbordava quando ele adentrava, empolgado com isso ele sai gritando eureka, eureka que significa encontrei, nos arredores de sua casa. Depois disso ele faz o seguinte experimento, imerge a coroa do rei em um recipiente com água depois faz o mesmo com uma barra de ouro e uma barra de prata, no final conseguiu observar que a coroa conseguiu derramar mais água que a barra de ouro e menos que a barra de prata quando ambas foram imersas, assim ele concluiu que a coroa do rei só podia ter sido feita com a mistura de ouro e prata. O fato de o ouro derramar menos água ao ser imerso na água do que a prata se dá pelo fato da prata ser menos denso que o ouro.

Arquimedes morreu cerca de 210 anos antes de cristo, quando Siracusa é invadida por soldados de outras nações, o motivo de sua morte se deu quando Arquimedes se recusa a abandonar suas observações de seus desenhos geométricos para ir até o chefe dos soldados que estavam invadindo Siracusa, despertando assim a fúria do soldado que o decapitou, história que não se tem certeza de sua veracidade por conta de não haver muitos registros ao seu respeito.

### **Blaise Pascal (1623 – 1662)**

Muito tempo depois de Arquimedes, mais um grande estudioso se destaca com estudos voltados para hidrostática. Blaise Pascal foi um sem sobra de dúvidas um homem de grande valor para alguns princípios físicos, apontado como físico, matemático e filósofo

extremamente católico, foi um francês que desde cedo começa a receber educação de forma integral, com a morte de sua mãe quando ele ainda era criança Pascal tem sua educação escolar e moral obtida em seu próprio lar e teve seu pai como grande professor. Diversos campos de estudos como estatística dos fluidos, geometria projetiva e claro o famoso princípio de Pascal que dentre todas suas contribuições essa é a mais destacada.

Como forma de retribuir seu pai, Pascal sempre buscou desenvolver alguma coisa que fosse servir para a família adquirir meios financeiros. Foi a partir disso que ele começa de forma definitiva a mergulhar no mundo da pesquisa, inspirado inicialmente pelos resultados do trabalho de Torricelli, foi a partir daí que Pascal chega a desenvolver cálculos que envolvem probabilidade e surge também o famoso triângulo de Pascal que se tem conhecimento hoje. Mesmo durante todos esses estudos e elaboração de suas próprias conclusões dentro da física, Pascal não deixa de lado suas crenças religiosas principalmente quando ele sobre um grave acidente é o que faltava para que Pascal se voltasse ainda mais para religião como forma de agradecimento por Deus ter conservado sua vida. Em frequentes momentos de exoração teológica, Pascal escreve vários pensamentos que ele tinha a respeito de Deus e de sua fé.

Vale ressaltar que mesmo com toda essa gigantesca habilidade de Pascal, para estudos científicos e teológicos diferentemente de outros célebres cientistas renomados, Pascal não ingressou em faculdades de destaque, estudou sempre de forma acentuada em conventos católicos ou algo sempre que envolvesse o catolicismo.

Em seus estudos científicos aquele que mais se tem destaque é o princípio de Pascal, o enunciado desse importante estudo diz que o aumento da pressão em um líquido em equilíbrio seja ela qualquer líquido, esse aumento de pressão é transmitido para todos os pontos do líquido e também para as paredes que formam o recipiente. Um exemplo é quando aplicamos uma força em uma seringa, a força que aplicamos no êmbolo se transmite até o líquido, *além da prensa hidráulica, pode ser observar nos elevadores de hidráulicos dos postos de gasolina e também em alguns caminhões.* (Física: Mecânica, 1º ano).

Cada vez mais interessado aos estudos seculares e teológicos e muitas vezes se submetia a sacrifícios religiosos, de certa forma até obsessivos esquecendo até de seu corpo, aos poucos Pascal ia ficando com sua saúde mais fraca, não demora muito e ele contrai um câncer agressivo em seu intestino que o levaram a morte no ano de 1662, devido sua grande devoção religiosa em seus momentos finais de vida ele disse “que Deus jamais mim abandone” sendo essas suas últimas palavras.

## 2.3 Termodinâmica e Mecânica Estatística

### William Thomson [Lord Kelvin] (1824 – 1907)

Teve seu nascimento na Irlanda do Norte mais foi viveu entre os países da Inglaterra e Escócia, Kelvin ou Lord Kelvin como é mencionado em diversos livros, era filho de um conceituado professor de matemática da universidade de Cambridge, seu nome é sempre lembrado quando se faz menção das escalas de temperaturas onde a escala Kelvin aparece como sendo a escala adotada pelo sistema internacional de unidades, na física, mais a obra desse importante físico vai um pouco mais além e passa pelos campos do magnetismo e da eletrodinâmica. Foi um brilhante cientista que tinha por paixão trabalhos como o de Fourier e Joule, sua vocação para estudar ficou evidente quando ele ainda muito jovem publica seus primeiros trabalhos, devido a seu interesse em observar alguns fenômenos ocorrentes na física por diversas vezes ele desenvolveu equipamentos que o ajudavam como ferramentas de estudo.

Porém, esse nome de Lord Kelvin ele adquiriu depois de diversas contribuições dadas por ele para ciência e recebe da realeza da Inglaterra já com 68 anos de idade o título de primeiro barão Kelvin de Largs e assim fica conhecido por Lord Kelvin. Seu nome de nascimento é William Thomson com esse nome pouco é associado a todos os trabalhos que ele realizou no campo da física. Desde muito pequeno Thomson sempre foi interessado pelos estudos, talvez pela forte influência de seu pai, ele publicou vários trabalhos que ajudaram para o crescimento de várias teorias dentro do campo da física.

Seu maior destaque foi realmente dentro da termodinâmica, conhecedor de trabalhos como Leonard Carnot, Thomson se aprofunda nos estudos que envolvem grandezas como pressão e temperatura, sabendo-se que quanto maior for o grau de agitação das moléculas maior é a temperatura, Thomson começa a observar o que acontecia quando a temperatura diminua e como se comportava as moléculas. Partindo desse ponto de vista Thomson observou *que a pressão de um gás diminuía de 1/273 do valor inicial quando resfriado a volume constante de 0°C a -1°C, concluiu, então que a pressão seria nula quando o gás estivesse a -273°C* (Denise. p. L. P. e Júlio. C.A e Francisco. A. C), Thomson crava que é impossível que uma máquina térmica consiga atingir o máximo de rendimento sem que aja perda de calor, esse enunciado é conhecido como uma das leis da termodinâmica.

Depois disto Thomson propôs que uma nova escala fosse adotada, lembrando que em sua época já existia algumas escalas usadas para medir temperaturas como exemplo a escala

celsius. Essa escala proposta por Thomson mais tarde ficou conhecida como a escala Kelvin, para Thomson, diferente de alguns pensamentos de colegas estudiosos de sua época, ele chegou à conclusão que quanto menor fosse a temperatura de um gás menor seria a energia cinética do gás, essa menor temperatura tem valor de aproximadamente (273,15K). As observações feitas por Thomson ajudaram a sofisticar a produção de cabos e muitas outras coisas, por causa disso ele passa ter uma atenção especial da coroa britânica e como consequência recebe o título de Lord, e adentrou na renomada Royal Society.

Algumas curiosidades a respeito desse grande cientista dizem respeito ao fato dele ter sido um dos poucos na história a conseguir um título de nobreza e bens financeiros da coroa inglesa em reconhecimento a todo seu trabalho, outro fato bastante curioso é que durante seu funeral os britânicos fizeram questão que seu sepultamento fosse a um lugar restrito para pessoas de grande influência, com seus restos mortais estão sepultados na abadia de Westminster e seu túmulo está posicionado lado a lado com o de Isaac Newton criador de diversas teorias da física.

### **Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796 – 1832)**

Nicolas Léonard Sadi Carnot, físico francês teve uma vida breve mais de grande contribuição para a termodinâmica, casou-se com Thalysne Fernandes ainda muito jovem com quem teve alguns filhos, sua vida foi muito curta, talvez por conta disso ele ao contrário de outros grandes estudiosos não chegou a expor diversos resultados de seus estudos, apenas uma grande obra de autoria de Carnot foi divulgada no ano de 1824. Mesmo assim Nicolas Carnot é visto como sendo um dos idealizadores da termodinâmica, ramo esse que se observa que a energia não se desfaz apenas se altera de uma forma para outra.

Pode-se considerar Carnot como sendo o físico que não levou em conta nenhum trabalho que já existisse, ele de forma independente inicia seus estudos que resultam na sua única publicação que se tem conhecimento. Alavancado pelo pensamento que se tinha a época, a existência de uma máquina térmica que pudesse atingir sua apoteose de rendimento e não ter desperdício de calor, Carnot se destaca quando publica seus resultados na obra que no português é chamada de “reflexões sobre potência motriz do fogo e máquinas próprias para aumentar essa potência”. Carnot faz um experimento onde acontecem duas expansões isotérmicas, onde entre cada transformação isotérmica acontece uma expansão adiabática, isso ocorre na forma que um gás faz todo um processo passa por diversos pontos e retorna para sua

posição inicial, adotando um gás perfeito para esse tipo processo, sendo que na primeira transformação isotérmica os gás recebe calor da fonte quente, durante a expansão adiabática não a troca de calor, durante a segunda expansão isotérmica o gás transfere calor para fonte fria e por fim, na última expansão adiabática mais uma vez o gás não troca calor com o meio . Uma máquina que realiza esse tipo de processo é tida como sendo maquina ideal, ou seja, tem um rendimento bem considerável, mesmo assim fica muito distante de conseguir atingir o nível de 100% de rendimento.

Essas conclusões ficaram conhecidas como o círculo de Carnot, mais tarde foram aprimoradas e expostas por Clapeyron. No auge de sua vida científica Carnot morre de forma repentina, vítima de cólera que era muito comum a sua época, muitos de seus pertences e manuscritos foram incinerados como era o costume da época quando alguém era vitimado de cólera.

### **Ludwig Eduard Boltzmann (1844 – 1906)**

Ludwig Eduard Boltzmann foi um grande estudioso que viveu durante o século XIX a início do século XX, esse austríaco aplicado desde muito jovem aos estudos. Mesmo com a situação de sua família que por ter seu pai como um empregado de um negócio da época, com isso ele estava sempre de forma constante precisando ser transferido de um lugar para outro. Em uma dessas constantes mudanças no ano de 1844 em Viena na Áustria nasce Eduard Boltzmann.

Teve sua educação básica adquirida na sua própria casa. Ainda jovem com cerca de 20 anos Boltzmann já ingressa na faculdade de Viena ir daí tudo começa a mudar na vida do ainda desconhecido Eduard Boltzmann e algum tempo depois da Física.

Já por volta dos anos 1868 o jovem professor Boltzmann vira assistente de um conhecido professor de física da época, depois desse fato não demorou a o se tornasse professor titular de física experimental na universidade de Graz, depois devido a proximidade entre Munique e Viena, Eduard Boltzmann também foi professor na universidade de Munique onde era responsável pela disciplina de física experimental. Durante 41 anos ele seguiu carreira de pesquisador e professor, suas pesquisas voltadas para diversos ramos dentro da matemática e física.

Devido todo seu esforço como pesquisador, Boltzmann por diversas vezes recebeu prêmios em reconhecimento aos seus méritos por diversas contribuições com seus estudos.

Segundo (Silvio R. Dahmem) *Boltzmann foi um retrato fiel do país e da época em que viveu, um período da história com grandes revoluções científicas, tecnológicas e políticas.*

Durante sua vida, devido ao contexto histórico vivido na época, Boltzmann viveu diversas situações como a derrota do império da assim chamada na época de Austro-Hungaro. Com o término do seu doutorado o Boltzmann publica um trabalho onde o mesmo tenta trazer fundamentos da segunda lei da Termodinâmica através de meios mecânicos para explicar as moléculas de um gás. Foi em meio a esses estudos que surge o que conhecemos hoje como a constante de Boltzmann.

Foi buscando resposta para essas situações que Boltzmann fez aquilo que nas palavras Schrodinger representa seu maior legado a física, mostrar que nos parece impossível, a reversibilidade dos fenômenos da naturais, não é impossível mais sim improvável. (Silvio R. Dahmem).

Foi em busca dessas respostas que Boltzmann juntamente com outros contemporâneos da época como Maxwell que tendo por base trabalhos já existentes como os de Newton, Euler, Lagrange e Hamilton faz com que venha à tona o ramo da física que ficou conhecido como Mecânica Estatística, porém esse trabalho foi muito resistido por muitos da época devido a forma de estudo de Boltzmann, porém os críticos de seu trabalho puderam ver a veracidade dos seus estudos quando já no século XX, surgiram várias descobertas em relação a física atômica, dentre elas um fenômeno conhecido como browniano, que consiste em movimento aleatório das partículas. Esse movimento browniano só se era possível a sua compreensão através da mecânica estatística proposta por Boltzmann algum tempo antes, com isso todo o seu trabalho foi compreendido e aceito.

Em setembro de 1906, chega ao fim à vida do brilhante austríaco, durante férias ele comete suicídio e se enforca no hotel onde mesmo estava de estadia, tudo leva a crer que o fato do seu imenso trabalho não ter sido reconhecido por muitos da época o fez a cometer suicídio. O que se é comprovado é que Boltzmann teve durante sua vida a convivência com depressão e essa teve uma piora acentuada por conta dos ataques sofridos por ele por muita gente da época a seu estudo, além de que no durante sua vida também teve problemas na visão, problemas este que pouco tempo antes da sua morte pioraram e com isso ele perde praticamente toda sua visão. Em sua sepultura no seu país natal, contém um busto de sua caricatura e a sua famosa equação da entropia registrada no lugar onde estão depositados seus restos mortais.

## 2.4 Eletromagnetismo

### Michael Faraday (1791 – 1867)

Michael Faraday, inglês filho de James Faraday e Margaret Hastwel, nasceu em meados do mês de setembro do ano de 1791, devido sua família não ter uma boa condição financeira Faraday teve um contato bem reduzido com a escola da época, com isso durante algum tempo ele só conseguia escrever seu nome e resolver problemas simples que envolvesse a matemática. Ainda como consequência da condição financeira de seus pais teve que trabalhar desde muito cedo e com apenas treze anos já era ajudante em uma biblioteca. Com 22 anos de idade ele começa a ter seu interesse pela ciência aguçado depois de presenciar algumas exposições de alguns estudiosos da época.

Faraday foi casado com Sarah Barnad, uma participante da mesma seita religiosa que ele acreditava, essa denominação tinha como crença os ensinamentos dos apóstolos de Jesus Cristo, Faraday sempre foi muito religioso e defensor de sua crença. Mesmo tido um casamento logo ele não teve nenhum filho com Sarah.

Contemporâneo de Orsted um grande cientista da época que na época de Faraday publicou a ideia inicial do eletromagnetismo, a partir disso ele começa a realizar suas pesquisas de forma independente. *Faraday se dedicou a ler um grande número dos trabalhos que haviam sido publicados até então e redigiu um artigo que foi publicado em três partes, sob o título de “Historical sketch of electro-magnetism”* (Silva V.D, e Andrade de R. M.)

Ele consegue observar com isso que a corrente elétrica se atraía quando se movia paralela na mesma direção e que a corrente se afastavam quando se moviam paralelamente em direção contrária. Depois disso mesmo que de maneira errônea no início, Michael faz alguns experimentos com um fio de cabelo e uma agulha, os resultados dessas experiências não eram compatíveis com os encontrados por Orsted. Segundo Silva V.D, e Andrade de R. M, Faraday algum tempo depois conseguiu chegar à seguinte conclusão:

Aproximando o fio, perpendicularmente, na direção de um polo de uma agulha, este se desviará para um lado, segundo a atração ou repulsão dada na extremidade do polo; mas, se o fio é continuamente aproximado do centro do movimento, por um lado ou pelo outro da agulha, a tendência da agulha de mover-se na direção anterior diminui até anular-se, de forma que a agulha torna-se indiferente ao fio. Finalmente, o movimento se inverte e a agulha é fortemente forçada a passar pelo caminho oposto.

Esse resultado era compatível com o de Orsted e Faraday segue sua linha de pesquisa, mesmo sendo acusado de ter se apropriado de ideias de Contemporâneos como Wollaston. E os resultados das pesquisas eram cada vez mais interessantes Faraday observava que a corrente elétrica afetava de forma muito extensa um ímã, fazendo com que seus polos girassem juntamente com Ampere ele seguiu essas pesquisas por longos anos, até que em 1831 chega a uma conclusão de sua ideia, depois de exaustivas experiências ele observa que uma onda de eletricidade era produzida sempre que ele aproximava o ímã a agulha do galvanômetro. Essa descoberta era a complementação da ideia inicial de Orsted e comprovava o surgimento de alguns efeitos elétricos através do magnetismo, essas observações ficaram conhecidas como a lei de Faraday em sua homenagem ou lei de indução magnética.

Mesmo com todo esse destaque no campo da Física, Faraday também teve grande participação em diversos estudos dentro da química, ele conseguiu liquefazer o dióxido de carbono, produziu o cloreto de carbono além de observar a decomposição de uma substância por meio de corrente elétrica.

Michael Faraday mesmo com os ciúmes de muitos de seu tempo, conseguiu devido a suas imensas contribuições para a ciência, entrar na Royal Society a mesma que anos antes Isaac Newton integrou, e devido sua experiência com diversos experimentos Faraday se torna diretor de laboratório desse centro de estudo.

Devido a problemas de saúde Faraday é forçado a deixar o ramo da pesquisa tanto na física quanto a química, acometido de doenças como lampejos de amnesia e reumatismo ele passa o resto de sua vida a atividades mais modestas, com idade de 75 anos Faraday morre na cidade de Londres Inglaterra no mês de Agosto de 1867.

### **Heinrich Friedrich Emil Lenz (1804 – 1865)**

Seu nascimento datado no início do século XIX, Heinrich Friedrich Emil Lenz ou simplesmente Lenz, teve grande contribuição dentro do estudo eletromagnético assim como Faraday, Maxwell e muitos outros. Esse renomado estudioso russo deu grandes contribuições para que Maxwell formulasse os conceitos sobre eletromagnetismo que conhecemos hoje. Chegou a ser reitor de uma universidade da Rússia, mais não tem o mesmo patamar de popularidade como Faraday, Boltzmann e outros essa falta de holofotes pode ser associada ao fato de Lenz não ter vivido em lugares onde a física estava se desenvolvendo com mais

destaque, em outras palavras a Rússia diferente de Inglaterra e Alemanha naquela época não estava entre os grandes países onde mais se crescia o intelectualismo.

Pouco registro se tem a respeito de Lenz, porem sua contribuição para a física e em especial no estudo eletromagnético é de grande valia, não se trata de uma formula matemática mais se de um enunciado que serve como regra para algumas situações no estudo da indutância, esse enunciado proposto por Lenz é conhecido atualmente por lei de lenz que a mesma é expressa da seguinte forma:

*A corrente induzida em certa espira, tem um sentido que o campo magnético produzido pela corrente é contraria ao campo magnético que induz a corrente.* (Halliday e Resnick, Fundamentos de física, vol.3).

Lenz também chegou a fazer observações a respeito do calor que uma corrente produzia ao se conduzir ao longo do condutor, alguns anos depois essas observações feitas por ele possibilitaram a determinação da chamada lei de joule que conhecemos atualmente, e fez alguns estudos a respeito da agua marinha, porem como não se tinha um tantos recursos para proporcionar condições melhores de se aprofundar na pesquisa Lenz não teve muito sucesso e seu destaque de maior quilate fica por conta mesmo de seus estudos no campo elétrico magnético e sua famosa Lei de Lenz.

### **James Clerk Maxwell (1831 – 1879)**

Figura crucial dentro do estudo do eletromagnetismo, James Clerk Maxwell foi um dos grandes estudiosos do século XIX, seus estudos até hoje tem influência direta na nossa maneira de compreender fenômenos relacionados a diversos campos da física. Escocês e filho de um advogado da época, muito jovem ver o falecimento de sua mãe e seu pai conta com ajuda de terceiros para ajudar na criação de Maxwell. Mesmo com alguns empasses durante sua criação Maxwell foi destaque em outras áreas da física como ótica geométrica, anéis de saturno e teoria dos gases.

Casado com Katherine Mary Dewar viveram uma vida intensa, porem ao longo de suas vidas foram acometidos de várias enfermidades dentre elas um câncer que levou o brilhante físico a morte no ano de 1879.

Autor de um livro intitulado “teoria do calor”, Maxwell apresenta de forma clara sua visão a respeito de questões envolvendo termodinâmica, mais tarde Boltzmann um grande

estudioso dentro do campo termodinâmico aprimora algumas ideias de Maxwell fazendo com que se tivesse um avanço exponencial nessa área durante o século XX.

Mesmo com destaque em outros campos da física, sem sombras de dúvidas seu maior legado é dentro da área do eletromagnetismo, tendo como base trabalhos como de Coulomb, Faraday, Oersterd, Ampere dentre outros que eram voltados para o estudo da eletricidade e do magnetismo. Maxwell consegue unificar todos esses trabalhos e expressar todos esses estudos em formulas de grandiosa praticidade para o eletromagnetismo, essa união de todos esses trabalhos é o que conhecemos hoje como as equações de Maxwell. Por conta dessa grande sacada Maxwell é apontado como o pai do eletromagnetismo ainda que Oersterd tenha o descoberto muito tempo antes. Depois desse grande feito de Maxwell ele consegue observar que a velocidade das ondas eletromagnéticas se assemelhava com a velocidade da luz que na época de Maxwell já se tinha conhecimento ainda que não muito preciso a respeito da mesma. Maxwell destacava-se por sua forma genial de associar à física a matemática, depois da sua morte muitas teorias propostas por ele utilizando cálculos matemáticos foram comprovadas com o passar dos anos.

## 2.5 Física Moderna e Mecânica Quântica

### **Albert Einstein (1879 – 1955)**

Alemão de origem Albert Einstein é tido como uma das mentes mais brilhantes da história da humanidade, nascido em 1879 em uma família de poucos recursos financeiros, poderia não ter conseguido ir tão longe dentro da ciência quanto conseguiu chegar devido às condições não ser totalmente favoráveis. Hoje considerado um gigante da física, um homem que foi capaz de revolucionar os rumos da ciência em seu tempo, porém Einstein não era aquele aluno de destaque assombroso no seu tempo de estudante como se imagina, ele se enquadrava no grupo de estudantes medianos e era considerado até meio atrasado ao conhecimento por sua própria família, mesmo assim tinha grande Habilidade com matemática. Com aproximadamente 21 anos Albert Einstein já adquiria sua formatura de físico, mais porem não conseguiu emprego de imediato.

Einstein foi casado duas vezes com quem teve alguns filhos, sua primeira esposa foi Mileva Maric também era uma estudante da física assim com Einstein, com quem se casou em meados de 1903 tiveram alguns filhos, foi durante o tempo em que Albert Einstein passou casado com Mileva que ele publica seus postulados que tiveram grande impacto na física e na

ciência como um todo, mais alguns problemas de convivência fizeram com que os dois se separassem. Não demora muito para que mais uma vez Albert Einstein tivesse seu segundo matrimônio dessa vez com uma de suas primas, o casamento com sua prima Elsa Einstein se deu pouco depois do divórcio de Albert com Mileva ser formalizado.

Em 1905 ele ainda estava casado com a também formada em física Mileva, é nesse ano que os rumos da física passam a ganhar novos capítulos, pois as ideias que Einstein estava a publicar viriam mudar algumas teorias já existente, definidas muito tempo antes por Isaac Newton, esse ano ficou conhecido como o ano miraculoso de Einstein, alguns problemas que a mecânica newtoniana não conseguia dá uma explicação satisfatória o princípio de Einstein vem para solucionar a falta de resposta. Tudo se deu quando em meados de 1905 ele publica três artigos onde um deles consistia em analisar o movimento browniano, o outro que ficou conhecido como efeito fotoelétrico, com a publicação desse estudo do efeito fotoelétrico Albert consegue faturar algum tempo depois o prêmio Nobel de física. Por fim constava em seu artigo também um postulado que é conhecido como a teoria da relatividade.

A teoria da relatividade ou princípio da relatividade diz que *as leis da física são as mesmas em qualquer sistema de referência inercial*, o segundo postulado afirma que *a velocidade da luz no vácuo não depende da fonte que está a emitir a luz e é sempre igual em todo o sistema*. (Sears e Zemansky, Física IV). A partir desses postulados Einstein quebrava algumas ideias propostas por Newton como o tempo ser sempre absoluto assim como o comprimento de um determinado sistema, a partir das ideias imposta por Einstein o tempo e o espaço agora poderiam ser considerados relativos, ou seja, dependendo do sistema referencial tanto tempo como espaço podem ser diferentes.

Com essas novas ideias surgem um conhecido embate de ideias de Newton e Einstein:

A mudança que a relatividade geral causou na nossa visão de mundo foi, de fato, considerável. Abandonamos a convicção de que o mundo podia ser descrito em termos da conhecida geometria, sistematizada por Euclides há dois mil anos atrás. A teoria einsteiniana representava o universo físico com o recurso das hoje chamadas geometrias não euclidianas, entes matemáticos tão poderosos quanto abstratos, que haviam sido criados em fins do século XIX. Nas geometrias não euclidianas não temos mais um espaço plano, como aquele da representação euclidiana ou cartesiana, mas sim, um espaço curvo. (Rocha, J. F. M., 2002).

Mais com todas as mudanças estabelecidas por Einstein, não significa que as ideias impostas por Newton não tem mais credito, apenas considerasse que a mecânica de Newton não está totalmente completa, isto é, quando se trata de velocidades muito menores que a

velocidade da luz no vácuo a ideias de Newton são perfeitamente aceitas, porém quando essa velocidade se aproxima da velocidade da luz a mecânica newtoniana não consegue se encaixar a essas situações. A velocidade da luz é a velocidade máxima que se consegue se mover, se um corpo chegar a se mover na velocidade da luz, se observará que o tempo passar de forma mais lenta para o viajante. Se não existisse a relatividade alguns aparelhos do nosso dia a dia não tinham funcionalidade como o eletroímã, o GPS e não teríamos uma imagem de qualidade nas tv's.

Outra ideia apresentada por Einstein em seu artigo foi o efeito fotoelétrico, *o efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons que ocorrem quando a luz incide sobre uma superfície* (Sears e Zemansky, Física IV). Esse fenômeno já havia sido observado por alguns físicos no passado como Hertz e Hallwachs, por exemplo, porém a análise de todos esses estudiosos não conseguiram demonstrar resultados satisfatórios, somente no ano miraculoso como ficou conhecido, que resultados precisos foram obtidos por Einstein diz que a luz era formada por pacotes de energia que recebia o nome de fóton ou quanta de energia, daí vem a expressão de energia quantizada, essa ideia de energia quantizada é totalmente adversa a ideia de energia adotada classicamente.

A grande observação de Einstein foi:

Sempre que a luz é absorvida ou emitida por um objeto, a absorção ou emissão ocorre nos átomos do objeto. Quando um fóton de frequência  $f$  é absorvido por um átomo, a energia  $hf$  do fóton é transferida da luz para o átomo, um evento de absorção que envolve a aniquilação de um fóton. Quando um fóton de frequência  $f$  é emitido por um átomo, uma energia  $hf$  é transferida do átomo para a luz, um evento de emissão que envolve a criação de um fóton. Isso significa que os átomos de um corpo têm a capacidade de emitir e absorver fótons. (Halliday e Resnick, *Fundamentos de física, vol.4*)

Alguns anos mais tarde Albert Einstein ganha o prêmio Nobel de física devido suas observações quanto ao fenômeno fotoelétrico. A respeito do movimento browniano, partindo do ponto de vista de Boltzmann, *ele observa que no movimento browniano um excelente laboratório para observar e medir os efeitos das flutuações microscópicas de um sistema físico* (Silvio R.A. Salinas). Através dos estudos de Albert Einstein foi possível criar a bomba atômica que hoje é usada como armas de guerras com poder de destruição incalculável, exemplos de cidades devastadas por consequência de ataques por bomba atômica são as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki durante a segunda guerra mundial. Em 1939 Einstein escreve uma carta de seu próprio punho chamando a atenção do então presidente

norte americano temendo que a já Alemanha nazista de Hitler conseguisse fabricar as bombas atômicas antes dos Estados Unidos, com isso Einstein pedia que as pesquisas sobre reações em cadeia, continuassem de forma mais acelerada no solo americano.

Por ser de origem judia, Einstein precisou deixar a Alemanha nazista que perseguia e até executava os judeus, após perder alguns de seus bens ele vai para os Estados Unidos onde em 1940, ganha o título de cidadão americano, com isso ele passa o resto de sua vida vivendo em território americano, no meio da década de cinquenta, Einstein morre por complicações abdominais.

### **Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858 – 1947)**

Assim como Albert Einstein, Max Karl Ernst Ludwig Planck ou simplesmente Max Planck, foi um grande estudioso de nacionalidade alemã que viveu durante meados dos séculos XIX e XX, seu nome assim como o de Galileu, Newton, Einstein e companhia é tido como um dos gigantes da física de todos os tempos, Planck é constantemente apontado como o pai da Mecânica Quântica.

Diferente de Einstein seu contemporâneo, Max Planck nasceu em uma família com condições financeira bem mais favorável devido seu pai ser professor de direito em uma renomada universidade da Alemanha da época, Planck adentra na sua vida acadêmica na capital Alemã de Berlim, onde o mesmo contou com professores do gabarito de Kirchhoff e Helmholtz, depois de sua formatura Max Planck passa a exercer o cargo de professor particular por alguns anos, depois ele assume a vaga de professor deixada por seu antigo mestre Kirchhoff.

Mesmo tendo seu destaque voltado para Mecânica Quântica, Planck teve como pontapé inicial em suas publicações trabalhos voltado para Termodinâmica, quando o mesmo se aprofunda nesses estudos na sua tese de doutorado. Em seus estudos na Termodinâmica Planck demonstra que a segunda lei da Termodinâmica não parte diretamente do conceito da entropia.

Tempos depois Max Planck dá início a estudos sobre radiações térmicas, porem algumas dificuldades começaram a surgir a princípio, *as dificuldades apareceram na interpretação da repartição espectral da radiação de equilíbrio térmico, problema conhecido como “corpo negro”* (Amorim e S.L, 2008), com isso Planck se dedica grandemente a estudar corpos negros e buscar resposta para uma fato que já lhe era conhecido, esse fato era a

irreversibilidade de fenômenos macroscópicos. Esse fenômeno do corpo negro já havia sido observado antes por Kirchhoff, ex-professor de Planck, ideia inicial que se tinha a respeito disso era a de Josiah Wedgwood que muito tempo antes observou que todos os corpos aquecidos se tornam vermelhos a mesma temperatura. Sabendo que um corpo negro é aquele que absorve toda a radiação recebida, menos a refletida, sabedor disso em 1899, Max Planck ao verificar os estudos de Wien, ele chega cada vez mais perto de uma solução mais concreta.

No primeiro ano do século XX, Planck apresenta um resultado de seu estudo, Planck diz que a energia é uma grandeza de tamanhos reduzidos. Esses resultados levaram Planck de forma quase que automática a observar os trabalhos de Boltzmann a respeito da entropia, sendo assim ele pode afirmar que  $s = k \cdot \log. w$ . Sendo que:  $s$  é entropia.  $k$  Uma constante universal dos gases perfeitos ou constante de Boltzmann,  $w$  o número de microestados do sistema físico considerado. Depois disso ele ainda seguiu seus estudos e pouco tempo depois ele apresenta uma nova expressão física, essa expressão é considerada como sendo o marco de nascimento da mecânica Quântica.

Assim como Albert Einstein, Max Planck conviveu com o surgimento e crescimento do nazismo, mais ele permaneceu na Alemanha e se apresentou totalmente contra a ideia central do nazismo de perseguição aos judeus, devido a sua posição ele chegou a ter sua casa destruída pelo regime nazista, mais isso não provocou sua morte, Planck só veio a morrer no ano de 1947.

### **Erwin Rudolf Josef Alexander Schrodinger (1887 – 1961)**

Quando se fala a respeito do estudioso Schrodinger, a primeira coisa que se vem a nossa mente é um famoso experimento que tem seu nome associado a ele, esse experimento é o experimento imaginário do gato de Schrodinger no interior de uma caixa e esse gato supostamente estava vivo ou morto simultaneamente, esse pensamento por mais estranho que possa se parecer serviu para que ele tiver uma base para explicar que os átomos podiam está em lugares diferentes ao mesmo tempo. Mais muitas outras contribuições esse extraordinário físico austríaco deu para física na compreensão de muitas questões que até então se estava confusas.

Austríaco de nascimento Erwin Rudolf Josef Alexander Schrodinger mais popularmente conhecido por Erwin Schrodinger, viveu na época de uma grande expansão do conhecimento físico, contemporâneo de influentes estudiosos como Planck, Schrodinger

desde sempre teve um grande interesse em aprender coisas novas, outro fato curioso a seu respeito foi quando durante a primeira guerra mundial ele era combatente do exército durante as batalhas além de ter se casado com sua esposa Annemarie, porém na mesma casa que ele vivia com sua mulher, ele vivia também com sua amante Hilde March com quem chegou a ter uma filha, esse comportamento um pouco mais tarde casou um prejuízo em sua carreira profissional, pois esse fato não foi muito aceito entre os líderes da universidade de Oxford onde ele antes havia sido recebido de bom grado.

Schrodinger no campo da biologia foi um dos primeiros a levantar a hipótese de se ter um código genético e procuraram meios de fazer com que esse código fosse descoberto, autor de um livro intitulado “O que é vida” foi de grande importância para que algum tempo depois estudiosos dessa área conseguisse compreender a estrutura do DNA.

De volta à física, suas contribuições foram gigantescas a ponto do mesmo ser considerado um forte pilar dentro do estudo da Mecânica Quântica, Termodinâmica, Mecânica estatística, onde o mesmo afirmou que as moléculas não podiam se distinguir uma das outras, dentre outras observações feitas por Schrodinger.

Logo depois do fim da Primeira guerra mundial, Schrodinger começa a dar mais ênfase a seus estudos, quando começou a se aprofundar em seus estudos apanhando-se nas ideias de Louis De Broglie, não demora muito para que Schrodinger consiga chegar aos seus primeiros resultados com alguns problemas de autovalores assim chamados por ele, onde o mesmo apresenta a estrutura da mecânica ondulatória e algumas formas de aplicações, *o trabalho inicial de Schrodinger foi desenvolvido sem os conhecimentos de Heisenberg, Born e Jordan sobre a mecânica matricial.* (SCHMIDT. D.G.2008).

Schrodinger segue seus estudos, analisa por diversas vezes os estudos de De Broglie e Einstein, mais ainda não se convencida dos resultados, algumas vezes chegou a escrever cartas de próprio punho para Albert Einstein para indagar a respeito de supostos erros dentro dos escritos de Einstein. Em 1926 Erwin Schrodinger consegue introduzir a equação de energia potencial clássica e adotando a ferramenta de transformada de Laplace ele consegue demonstrar que a energia para o átomo de hidrogênio era quantizada, curioso que esse resultado é o mesmo encontrado por outro grande físico da época de nome Bohr.

Ainda em 1926, Schrodinger finalmente em suas publicações introduz uma função de onda denominada de  $\Psi$ . *Schrodinger procurou justificar melhor a função de onda, para isso, utilizou a analogia desenvolvida por Hamilton entre óptica e mecânica diferente do que De Broglie havia feito.* (SCHMIDT. D.G.2008). Como forma concreta de demonstrar sua teoria,

Schrodinger aplica a mesma no estudo do oscilador harmônico, onde o mesmo concluiu os mesmos resultados que Heisenberg havia descoberto.

Um pouco mais tarde Schrodinger inclui a sua função de onda, a dependência do tempo, isto é, casos onde a energia não é constante, elaborou outras observações através de manipulações da função de onda  $\Psi$  e todas elas eram validas. Destaca-se que essa função de onda diferente de muitas outras equações existentes na física não se consegue ter uma demonstração precisa. Devido a essas grandes contribuições para o campo físico e estudo atômico dos corpos, Schrodinger assim com Planck e Einstein foi premiado com o prêmio Nobel de física.

Essa função de onda apresentada por Schrodinger é conhecida como equação de Schrodinger em sua homenagem, e a mesma é uma extraordinária ferramenta matemática para a física para que se consiga interpretar fenômenos ondulatórios sejam eles simples ou mais complexos de orbitais estacionários de elétrons nos átomos.

Poderíamos continuar citando mais e mais nomes de cientistas que contribuíram com o desenvolvimento da física ao longo da história. A lista é bem generosa. Contudo, na visão do que nós propormos nesse trabalho consideramos que os cientistas aqui mencionados são suficientes. Nessa perspectiva, apresentamos no capítulo cinco uma pequena amostra probabilística de como os discentes do ensino médio de uma escola pública mencionam o quanto eles associam o conhecimento físico adquirido nas aulas de física aos físicos aqui mencionados. Queremos associar o quanto o fator histórico dos físicos são mencionados no decorrer dos conteúdos ministrado pelo professor em sala de aula.

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho está baseado numa pesquisa quantitativa desenvolvida em duas escolas do ensino médio na cidade de Desterro e Teixeira, na Paraíba. A direção da escola cedeu seu espaço para que pudéssemos desenvolver nossa pesquisa. Iniciamos com uma aula expositiva sobre o contexto histórico e a obra de um físico referente ao conteúdo do qual o professor de física havia ministrado. Indagamos os alunos sobre a importância da nossa exposição histórica: deveria ser mais mencionada nas escolas; conhecendo o contexto histórico das teorias da física ajuda na compreensão dos conteúdos; o professor dispõe de tempo suficiente para acrescentar essa metodologia. Realizamos aulas expositivas em turma do 1<sup>a</sup> ano e 3<sup>a</sup> ano do Ensino Médio. Ao todo, realizamos duas aulas expositivas em cada turma, totalizando quatro encontros na escola. Seguindo, aplicamos um questionário onde obtemos os dados da nossa pesquisa quantitativa.

Observamos se os alunos tem algum conhecimento sobre a história e a obra de grandes físicos. Fizemos uma pesquisa quantitativa, através de um questionário, a partir de uma pequena amostra de estudantes dessas duas escolas. Queremos saber a importância que esses estudantes dão ao contexto histórico e a obra dos cientistas que contribuíram ao longo dos anos com a Física. Pesquisamos se os professores mencionam em suas aulas o contexto histórico. Saber sobre a história e a obra de grandes físicos ajuda no processo de ensino aprendizagem? Essa resposta pode nos auxiliar a melhorar nossa metodologia em sala de aula.

A partir dessa pesquisa quantitativa, fizemos nossas interpretações a respeito do exposto pelos alunos. Os resultados e discussões são apresentados no capítulo quatro dessa monografia.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A temática desenvolvida nesse trabalho considera a história e a obra de alguns físicos renomados. Nessa perspectiva, impulsionado a partir de uma pequena amostra probabilística feita em duas escolas de Desterro-PB e Teixeira-PB. Nessa amostra, o autor desta monografia observou como é feito o enredo das aulas de física na esperança de que o professor faça uso do fator histórico do físico associado ao conteúdo ministrado.

Nesse trabalho foi pesquisado sobre a biografia de diversos físicos em livros e artigos para que, se caso fosse questionado durante essa pesquisa, pudesse ter munção necessária para responder. Durante essa pesquisa, pude adquirir bem mais propriedade a respeito do tema desse trabalho. Foi utilizado o método quantitativo de um questionário com dez questões que pude confirmar minha intuição sobre o quanto professores ensinam apenas as fórmulas matemáticas dos conteúdos da física.

Nossa amostra feita em duas escolas públicas do ensino médio. O total de estudantes participantes dessa pesquisa corresponde a sessenta alunos, distribuídos em três séries do ensino médio.

### **4.1 Análises de dados obtidos a partir de uma amostra quantitativa.**

Aplicamos um questionário contendo dez questões nas turmas do 1º a 3º ano do ensino médio de uma escola pública, conforme a foto imagem 1. Nesse questionário (anexo A) contém quatro questões básicas onde mencionamos a importância de se conhecer sobre a história biográfica dos físicos dessa época, e se eles iriam se sentir mais estimulados a estudar física se tivessem consciência das dificuldades vivenciadas pelos físicos.

Foto 1- Turma do 1º ano do Ensino Médio.

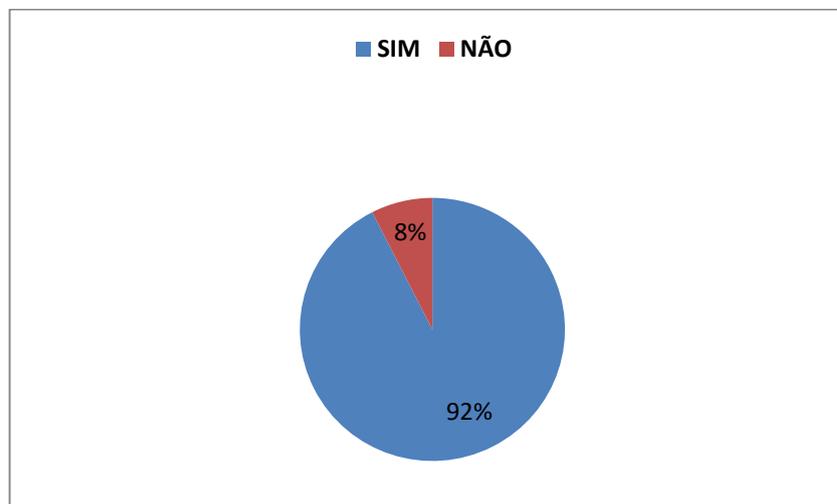
Aplicação do questionário.



Fonte: Acervo pessoal do autor.

Os resultados foram apresentados no gráfico 1. Nesse caso, 92% acreditam que conhecer a realidade histórica ajudaria a compreender melhor a física para que assim pudessem ter um conhecimento mais amplo e com isso ter seu interesse em estudar o conteúdo a ser trabalhado aumentado.

Gráfico 1 – O fator histórico é relevante no contexto do ensino aprendizagem.

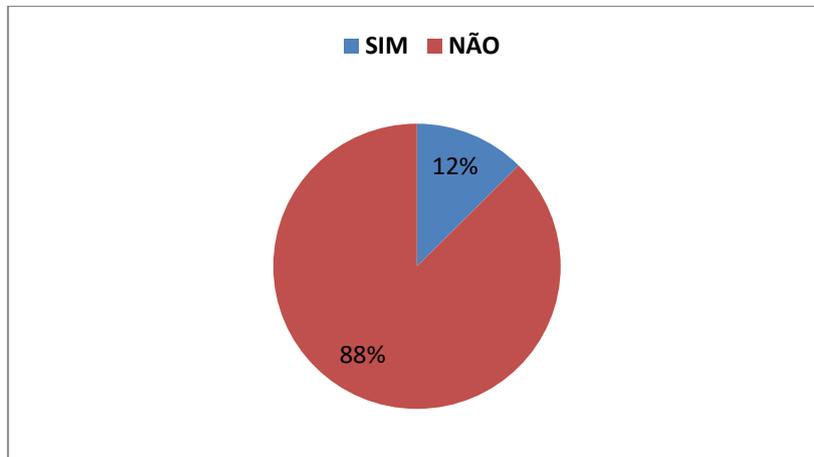


Fonte: Acervo pessoal do autor

Seguindo nosso questionamento quantitativo, abordando outro ponto que consideramos relevante nessa pesquisa que trata se o professor menciona a biografia ou contexto histórico da época. A pesquisa mostrou que os professores de física das duas escolas dessa pesquisa, mesmo com o modelo atual de ensino denominado de ensino integral, antes de iniciar o conteúdo que será ministrado em sala não falam de nenhum momento histórico

biográfico ou das dificuldades enfrentadas pelo cientista na época. O resultado da realidade dessa escola é dado pelo gráfico 2.

Gráfico 2 – Menção sobre a biografia ou contexto histórico dos físicos associado ao conteúdo ministrado em sala de aula.

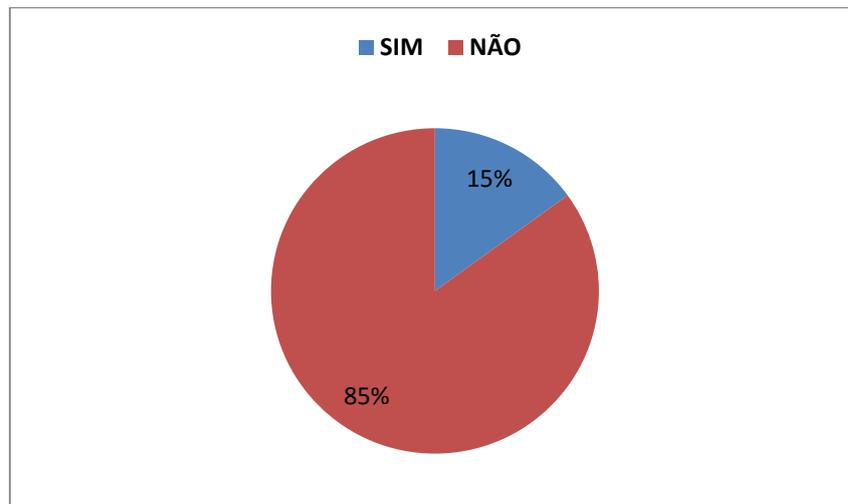


Fonte: Acervo pessoal do autor

O resultado mostrou que somente em 12% dos casos, somente esse pequeno percentual disse que a história da física é abordado pelo professor. Consideramos 12% um percentual muito baixo, no qual podemos pensar que de modo geral o ensino da física é ministrado de forma tradicional, ou seja, os professores buscam trabalhar somente as teorias junto com as fórmulas e assim consideram que o conteúdo foi ministrado. A falta de motivação apresentado a realidade da época é esquecida.

Outro ponto questionado em nossa pesquisa foi se os alunos associavam o físico com a área da física de destaque do físico, gráfico 3. O resultado mostrou dentre as três séries do ensino médio que somente um pequeno percentual de 15% tinham algum conhecimento sobre a física, associando o físico com a respectiva área de estudo.

Gráfico 3: Associação do físico ao conteúdo ministrado



Fonte: Acervo pessoal do autor

## 4.2 Discussão

Discussão – considero de modo geral que essa pesquisa mostrou quão importante é levar em conta no processo de ensino aprendizagem a parte histórica, seja do ponto de vista biográfico ou da relevância científica para a época. Ao fim de sua conclusão do ensino médio, o aluno possa ter pelo menos uma visão mínima do contexto histórico é que observem a realidade dos cientistas a sua própria realidade.

Ressalta-se que não se é obrigado pelas leis que regem o ensino atual que o professor seja obrigado a trabalhar o contexto histórico da física, porém como mostrou a pesquisa é muito básico o conhecimento histórico adquirido ao final do ensino médio.

Professores que a muito tempo lecionam não importam-se em acrescentar tal contexto, Porém, precisamos motivar novos professores que estão a entrar no mercado de trabalho no momento, a se prepararem para essa realidade, como forma de motivação através a contextualização das dificuldades que cientistas tiveram em suas épocas. Dos benefícios que hoje temos em virtude da tecnologia proporcionada pelos pesquisadores vencedores de cada época da história.

## 5. CONCLUSÕES

Ao final dessa monografia, notamos grande deficiência sobre a existência do contexto histórico e da obra de grandes físicos inseridos no processo de ensino aprendizagem nas escolas do qual essa pesquisa pode avaliar. É uma falha do professor? Os alunos não gostam de saber sobre tais fatos? O que nos leva a essa situação? Podemos afirmar que são um conjunto de fatores. O professor segue o livro adotado pela escola e que todos os conteúdos são abordados no decorrer no ano letivo, assim ele sente que fez sua parte. Os estudantes estudam aquilo que lhes são pedido para estudar. Assim, o processo de ensino aprendizagem segue sem maiores problemas até o fim do ano acadêmico.

Na verdade, ao que nos parece, o professor não dispõe de tempo suficiente para acrescentar em suas aulas esse contexto histórico. O fato de trabalhar em outras escolas para complementar a renda familiar e o número grande de alunos nas turmas, gerando um volume alto de trabalho em casa (correções de prova, preparação de aulas, feiras de ciências, dentre outros), elimina a possibilidade de tempo extra para pesquisar e inserir em suas aulas um pouco da realidade vivenciada pela ciência durante sua evolução. Antigamente, a prerrogativa do professor era a falta de dinheiro para comprar livros. Atualmente, a internet permite obter informações com grande facilidade. Então, acreditamos profundamente que um dos fatos que leva o professor a não realizar tal atividade é o tempo.

Outro ponto importante é o currículo, onde o professor traz na sua formação acadêmica a ideia de que saber sobre o conteúdo é o que importa. Então, ele segue rigorosamente aquilo que aprendeu. A capacitação após a formação superior deve ser uma constante na vida dos professores. Manter-se atualizado é muito importante.

A falta de aulas experimentais no Ensino Médio é outro agravante. Na maioria das escolas públicas o professor tem apenas aulas expositivas em um número agora ainda mais reduzido, em virtude desse novo modelo de ensino do MEC. A escola privadas que buscam excelência investem em laboratórios, teatro, feiras de ciências, viagem a centros culturais, dentre outros, despertando nos alunos uma realidade para o mundo.

Enfim, encerro meus comentários finais alertando a escola, os alunos e os professores que todos devem buscar uma melhor formação e que o processo de ensino não é estático, ele precisa acompanhar o tempo, a realidade precisa ser exposta a novas gerações, para que nossos estudantes possam despertar a criatividade. Quanto mais nos dedicamos a aprender sobre o contexto histórico e a obra dos cientistas, seja qual for a área do conhecimento, quebramos a barreira da ignorância e nós lançamos ao mundo de conhecimento, e dessa forma através do

saber adquirido por esforço de cada um, em buscar por novos conhecimentos teremos um mundo melhor e mais rico em conhecimento.

## REFERÊNCIAS

- Amorim e S. L, **Max Planck e a Criação da Quântica**, 2008.
- Assis, André Koch Torres, 1962. **Arquimedes, O Centro da Gravidade e a Lei da Alavanca**.
- Cambridge University Press. **The Life of Isaac Newton**. 1993.
- Denise. p. L. P. e Júlio. C.A e Francisco. A. C. **A termometria nos séculos XIX e XX. 2006**.
- Halliday. D, Resnick. R. Walker. J, **Fundamentos de Física**. 10ª edição, Rio de Janeiro, 2016, vol.4.
- Física IV: Ótica e Física Moderna. **Sear and Zemansky's University Physics**.
- Física: **Mecânica, 1º ano**. 3.ed, São Paulo 2016.
- Machado, Kleber Daun., **Teoria do Eletromagnetismo**. Ponta Grossa: UEPG, 2006.
- Mario José de Oliveira. **Termodinâmica**.
- Piza, A.F.R., **Mecânica Quântica**. Editora da Universidade de São Paulo, 2009.
- Rocha, J. F. M., **Origens e Evolução das Ideias da Física**. Salvador: ADUEFBA, 2002.
- Rooney, Anne. **A História da Física**. 2013- São Paulo.
- Silvio. R. A. Salinas. **Introdução a Física Estatística**. 2ed. São Paulo 2005.
- Silvio. R. A. Salinas. **Einstein e a Teoria do Movimento Browniano**, 2005.
- SCHMIDT. Douglas Guilherme. **Erwin Schrodinger: Compreensão do Mundo Infinitesimal Através de Uma Realidade Ondulatória**, São Paulo, 2008.
- Silvio R. Dahmem. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v.28, n.3, p.281- 285, 2006.
- Silva V. Dias e Andrade R. Martins. **Michael Faraday: O Caminho da Livraria à Descoberta da Indução Eletromagnética**.

## ANEXOS



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – CAMPUS VII – PATOS**

**DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

**PROFESSOR (A): DR. PEDRO CARLOS DE ASSIS JUNIOR**

**ALUNO: JONAS MENDES DE FARIAS**

### QUESTIONÁRIO

1. Em sua opinião, é importante se conhecer mais sobre a história da Física?  
 Sim  Não
  
2. Conhecendo melhor como surgiram às teorias físicas, você se sentiria mais estimulado a estudar a Física?  
 Sim  Não
  
3. Você tem conhecimento de algum fato histórico que marcou a Física?  
 Sim  Não  
Se você conhecer algum mencione:  

---
  
4. Pra você, deveria existir algum momento de estudo sobre a história da Física?  
 Sim  Não
  
5. Quais áreas da Física Isaac Newton deu sua maior contribuição?
  - a) Mecânica e Óptica
  - b) Termodinâmica e Eletricidade
  - c) Magnetismo e Hidrostática
  - d) Eletromagnetismo e Mecânica

6. Qual parte da Física Albert Einstein mais teve destaque?
- a) Teoria da Relatividade
  - b) Segunda Lei da Termodinâmica
  - c) Gato de Schrodinger
  - d) Corrente Elétrica
  - e) Associação de Resistores
7. Para você, quais desses físicos abaixo são considerados pioneiros no estudo da mecânica?
- a) Coulomb, Einstein
  - b) Faraday, Newton
  - c) Newton, Pascal
  - d) Galileu, Fahrenheit
  - e) Newton, Galilei
8. Seu professor de Física, fala a respeito dos fatos históricos que ocorreram na Física e como se chegou ao conteúdo que vocês vão estudar?
- a) Sim ( )
  - b) Não ( )
9. Qual desses físicos citados abaixo, por defender uma visão diferente do catolicismo de sua época quase foi condenado à morte.
- a) Kelvin
  - b) Galileu Galilei
  - c) Kepler
  - d) Hooke
  - e) Schrödinger
10. Qual parte da mecânica é conhecida como a lei de Hooke?
- a) Força peso
  - b) Força elástica
  - c) Força de atrito
  - d) Força centrípeta

“O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um oceano”.  
(ISAAC NEWTON)