

Felipe Torquato Vieira

A VIDA DE KEPLER, NEWTON, FARADAY E EINSTEIN PARA A
DESMISTIFICAÇÃO DO GÊNIO CIENTÍFICO

Dissertação de Mestrado submetida ao
Programa de Pós-Graduação da
Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau em
Mestre em Ensino de Física.
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Freitas
de Andrade

ARARANGUÁ
2019

Vieira, Felipe Torquato

A vida de Kepler, Newton, Faraday e Einstein
para a desmistificação do gênio científico / Felipe
Torquato Vieira ; orientador, Marcelo Freitas de
Andrade , 2019.

142 p.

Dissertação (mestrado profissional) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Física, Araranguá, 2019.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Ensino de física. 3.
História da física. 4. Gênio científico. 5. Uso de
biografias . I. , Marcelo Freitas de Andrade. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

Felipe Torquato Vieira

**A VIDA DE KEPLER, NEWTON, FARADAY E EINSTEIN PARA
A DESMISTIFICAÇÃO DO GÊNIO CIENTÍFICO.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Ensino de Física”, e aprovada em sua forma final pelo Programa Pós-Graduação em Ensino de Física.

Araranguá, 30 de novembro de 2018.



Profa. Marcia Martins Szortyka, Dra.
Coordenadora do Curso


Banca Examinadora:



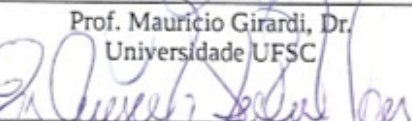
Prof. Marcelo Freitas de Andrade, Dr
Orientador
Universidade UFSC



Prof. Breno Ferraz de Oliveira, Dr.
Universidade UEM



Prof. Mauricio Girardi, Dr.
Universidade UFSC



Prof. Evy Augusto Salcedo Torres, Dr.
Universidade UFSC

Dedico esta dissertação a minha mãe
Lêa Adriana pelo imenso incentivo aos
estudos e a minha esposa Leticia
Torquato pelo encorajamento para
persistir.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus pela construção do universo, e aos grandes filósofos naturais por terem interpretado muitos dos pilares que o estruturam;

Agradeço aos meus pais e avós pela educação e incentivo aos estudos;

Agradeço também pela compreensão de minha amada esposa que em muitos momentos ficou a minha espera enquanto aprendia muito com os professores e com os colegas no mestrado;

Agradeço imensamente ao meu orientador pela paciência e instrução despendidas de maneira intelectual;

Agradeço meus colegas pelas experiências compartilhadas... pelos debates, científicos ou não ... e pelas longas horas de estudo na resolução de listas e preparação para as “provinhas”, de quântica, termodinâmica e eletromagnetismo;

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro através de bolsa financeira concedida durante o período do curso;

Agradeço aos professores por me ensinar em aprender novamente, a voltar a ser aluno e entender que sempre existe mais a saber.

“Compreender a evolução do pensamento científico em domínios como o da física e da química a luz do pressuposto de que a história de uma ciência, como qualquer outra história tem diferentes interpretações conforme mostra a moderna filosofia da ciência, não dispensa dificuldades, mas enseja um envolvimento seguro e consciente nos caminhos complexos da ciência”
(PEDUZZI)

RESUMO

Neste trabalho será descrito como alguns homens se transformaram em cientistas. Na leitura do texto se compreende que um cientista nunca deixa de ser um humano normal com aspectos da vida igual ao da maioria das pessoas e que essa é uma profissão como qualquer outra. É analisada a biografia de 4 grandes cientistas da física para demonstrar que eles tiveram famílias, prazeres, atitudes e fé. A análise dessas biografias é feita com o propósito de construir uma sequência didática onde será enfatizada a “desmistificação” de que só gênios estudam física. A aprendizagem que deverá ser alcançada será que para se tornar um cientista não é necessário ser um “gênio” absurdamente inteligente. A fundamentação para as possibilidades de conhecimento para os alunos terá como base os trabalhos de Ausubel e Moreira sobre aprendizagem significativa, e a análise das biografias será feita a luz dos conhecimentos sobre aprendizagem de Vygotsky entre outros filósofos.

A sequência didática desenvolvida foi aplicada em 3 turmas de terceiro ano do ensino médio da escola Abílio Cesar Borges em Nova Veneza, no segundo semestre de 2017. Os resultados e posterior análise são de acordo com os questionários de opinião e atividades realizadas pelos alunos sobre o assunto trabalhado.

Palavras chaves: Física, educação, história da física, cientistas.

ABSTRACT

In this work we start from the lives of some famous personalities in science to show that anybody could, in principle, work as a scientist. A scientist's life share many aspects of life with most people. Science is a profession as any other. It is analyzed the biography of four famous scientists to emphasize that they had families, pleasures, attitudes and faith. The analysis of these biographies is done with the purpose of constructing a didactic sequence where we emphasize the "demystification of which only geniuses study physics". The theoretical background is based on the works of Ausubel and Moreira about meaningful learning. The analyses of the biographies are made in the light of the knowledge about learning from Vygotsky and others.

The didactic sequence developed was applied in 3 classes of third year of high school at the school Abilio Cesar Borges in Nova Veneza-SC, in the second half of 2017. The results and subsequent analysis according to the questionnaires of opinion and activities carried out by students on the subject worked.

Key words: Physics, education, physics history, scientists.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa da Alemanha, a Região em destaque é cidade de Weilder Stadt, onde Kepler nasceu. Fonte: alemanhaonline.com.br.....	44
Figura 2 - Dominio público - Fernando Bertelli, Die Seeschlacht von Lepanto, Venedig 1572, Museo Storico Navale.....	45
Figura 3 - Segunda lei de Kepler Leis das áreas. Fonte: portaldoprofessor.mec.gov.br/.....	48
Figura 4 - Cidade de Ratisbona, onde Kepler foi sepultado. Fonte: Google Maps.....	49
Figura 5 - Gravura lembrando a amizade entre Newton e Catherine.....	54
Figura 6 - Mapa da Inglaterra com Surrey em destaque, região de nascimento de Michael Faraday.....	59
Figura 7- Livraria de Riebau.....	60
Figura 8 - Alemanha com a posição da cidade de Ulm no estado de Baden-Württemberg.....	63
Figura 9 - Divisa entre a Cidade de Ulm e Neo-Ulm	64
Figura 10 - Histórico escolar com as notas de Albert Einstein no fim do ensino secundário.....	65

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	19
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E VYGOTSKY.....	22
2.1.1 Aula invertida.....	28
2.1.2 CIÊNCIA E CONHECIMENTO CIENTÍFICO.....	28
2.2 GÊNIO.....	30
2.3 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	34
3.BIOGRAFIAS DIRECIONADAS	43
3.1 JOHANNES KEPLER.....	43
3.1.1 As Leis de Kepler.....	50
3.2 ISAAC NEWTON.....	51
3.2.1 Descobertas de Newton na física.....	57
3.3 MICHAEL FARADAY.....	58
3.3.1 Descobertas de Faraday na física.....	62
3.4 ALBERT EINSTEIN.....	63
3.4.1 Descobertas de Einstein na física.....	70
4.APLICAÇÃO.....	72
4.1-PÚBLICO ALVO.....	72
4.2- APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	73
5.CONCLUSÃO.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
APÊNDICE - PRODUTO EDUCACIONAL	97
ANEXO.....	105

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação tem em seu tema o uso da história de ciência, por meio de análise biográfica de quatro cientistas, no ensino de física no ensino médio regular. Produzimos uma sequência didática que pode ser usada em sala de aula com o objetivo principal de desmistificar o trabalho científico e, conseqüentemente, tentar aproximar os educandos das carreiras científicas sem preconceitos ou ideias estereotipadas. Desta maneira, veremos no decorrer do trabalho uma possível intervenção em sala de aula do terceiro ano do ensino médio que possa mudar este pensamento dos jovens e os faça almejar voar mais alto na área que lhe for mais conveniente, se tornando ao menos um intelectual ou um pesquisador.

Será dada ênfase ao fato de que grandes nomes da ciência são pessoas comuns, possuindo problemas como qualquer um, mas com grande força de vontade e curiosidade em relação ao universo.

Estudamos a biografia de quatro grandes cientistas da área da física, focando em aspectos da vida pessoal de cada um que possam auxiliar os alunos na percepção de que também são capazes de seguir um caminho que para muitos é só para pessoas com grande facilidade em matemática, ou para quem tem ótimas notas na escola. Além das características da vida destes cientistas, revisaremos também os conceitos básicos de física que os deixaram famosos. Essas leis e teorias serão revisadas e após a revisão serão feitos debates com relação a carreiras científicas. A escolha dos nomes não foi algo trivial, pois existiram diversos cientistas cujos trabalhos foram muito importantes na evolução do conhecimento humano. Os escolhidos atuaram de maneira decisiva na construção da moderna visão que temos acerca da estrutura do mundo físico. Além disso, são nomes conhecidos dos educandos no ensino médio. Optamos por trabalhar baseados nas biografias de Johannes Kepler (1571 - 1630), Isaac Newton (1643 - 1727), Michael Faraday (1791 - 1867), e Albert Einstein (1879 - 1955).

Conforme Bourdieu [1970], no processo educacional atual, um sistema que emprega conceitos iguais para todos os alunos é um tipo de violência simbólica. Este tipo de violência ocorre nas aulas de física quando não é demonstrado aos alunos que as teorias científicas são feitas por um conjunto de estudiosos que fazem pequenas mudanças e gradativamente vai se construindo o conhecimento. Têm sido retratados conceitos que os alunos acabam imaginando terem sido desenvolvidos por um ser “iluminado” que acordou e descobriu aquele conhecimento,

como as leis de Newton ou a Relatividade de Einstein. No exemplo de Newton é interessante que existem alunos que acreditam na história da maçã, em que Newton teria compreendido a gravitação universal depois de uma maçã ter caído em sua cabeça enquanto estava debaixo de uma macieira próxima a sua casa em Linconshire. Tal acontecimento teria ocorrido nos dois anos em que ele se refugiou da peste bubônica que assolava a Inglaterra. Conforme Dias [2004] tal evento não aconteceu. E o que, conforme Martins [2006], talvez tenha acontecido, é Newton ter se perguntado sobre o porquê de as maçãs caírem verticalmente para baixo e contado a história desse questionamento a conhecidos que escreverem o caso em biografias. Na verdade, foi nesta época que ele começou a compreender a teoria, no entanto não foi neste ano que terminou os livros com as explicações sobre o movimento gravitacional. A teoria só foi concluída com muito esforço depois de 20 anos e o inevitável tempo ocioso que obteve tendo de se ausentar da universidade em 1665 apenas serviu de descanso e para filosofar. No caso de Einstein, conforme MARTINS [2004], é incrível como inclusive licenciados em Física ainda imaginam que Einstein desenvolveu sozinho a teoria da relatividade.

Bourdieu [1970] também discute a reprodução na escola das desigualdades sociais e que isto acarreta em dificuldades em relação a estudos posteriores à escola ou até na formação escolar básica. De fato, existem muitos jovens que não terminam o ensino médio, de modo que incentivar que sigam carreiras científicas é demasiado complicado. Com isto em mente devemos propor abordagens que ajudem a transformar a maneira como o trabalho científico é visto. De acordo com Bourdieu [1970], o contexto local interfere no pensamento. Desta maneira a cultura popular acaba impondo o preceito de que só os "gênios" serão cientistas. De fato, isto tem acontecido, conforme Durkheim e Peduzzi [2001].

Uma nação que investir seus recursos na área de ensino de tecnologia em nível médio não estará desperdiçando dinheiro público se isto for articulado com uma proposta de melhoria da tecnologia nacional. Investindo desta forma estará plantando uma base forte de mão de obra qualificada para colher melhorias no futuro, ou seja, dinheiro usado com planejamento, conforme Ribeiro [1970]. É preciso que haja pessoas habilitadas para trabalhos em áreas modernas, como por exemplo, sistemas de informação, robótica e mecatrônica, para que se consiga prosperar num mundo cada vez mais tecnológico. Por isso o aumento no número de ingressantes em cursos nas áreas tecnológicas e científicas traz benefícios ao país. No entanto, muitos alunos não se interessam por essas áreas por imaginar que são inacessíveis a eles próprios, pois vivenciam a

ilusão de que somente os alunos com notas altas em exatas podem ir para estes cursos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E VYGOTSKY

Para Ausubel [1980] o conhecimento é estruturado, isto é, fica na consciência de maneira organizada e sempre com uma base forte de ligação subsequente. O conhecimento sistematizado é chamado de estrutura cognitiva na proposta ausubeliana. Ele dividiu o processo de armazenamento em três tipos de aprendizagens: a aprendizagem cognitiva, a aprendizagem afetiva e a aprendizagem psicomotora. Enfatizou a aprendizagem cognitiva descrevendo que a estrutura cognitiva é a soma de todas as informações que a pessoa aprendeu, que vai dos conhecimentos específicos para os mais gerais. Levando isso em conta, podemos ver que a estrutura cognitiva se refere ao conteúdo e a organização das ideias que se relacionam com o contexto da aprendizagem. E do ponto de vista propedêutico, estas aprendizagens sobre a vida de alguns cientistas serão de grande importância, já que os alunos podem se sentir mais próximos da pesquisa científica se no contexto do ensino médio perceberem a possibilidade de avanço em seus estudos.

Para Ausubel a aprendizagem significativa ocorre da seguinte maneira: primeiro o aluno deve aprender algo mecanicamente através da mentalização de dados e conhecimentos básicos. No presente trabalho será verificado se o aluno já aprendeu mecanicamente os conceitos ligados às Leis de Newton, Leis de Kepler, Lei de Faraday, e se tem noção de como vive um cientista. Na segunda etapa o aluno, já conhecendo alguns fatos sobre um determinado tema, terá maior probabilidade de aprender algo que esteja ligado a este conhecimento introdutório aprendido mecanicamente. Ausubel denominou estes conhecimentos introdutórios de subsunçores, que seria a base dos conhecimentos gerais que tornam a aprendizagem significativa.

Como vimos, o conhecimento é organizado na mente num tipo de estrutura chamada estrutura cognitiva. A aprendizagem pode ser psicomotora ou afetiva. Na primeira, a prática é primordial para ocorrer a aprendizagem, isto é, o aprendiz deve mover-se de alguma forma, não apenas receber informações por meio da visão ou da audição. Na segunda o aprendiz recebe um estímulo externo através dos seus sentidos causando sensações e sentimentos emocionais. A aprendizagem psicomotora é afetada pela afetiva, como quando o aluno não compreende determinada disciplina escolar por problemas na relação com o professor da mesma.

Existe uma hierarquia na estrutura cognitiva onde os alunos vão guardar as informações, isto é, a ordem que os conceitos vão ser assimilados. Assim, alguns conteúdos são essenciais no início da aprendizagem, pois servirão para aprender outros. Para ampliar esta estrutura deve-se aprender mecanicamente o básico para posteriormente chegar à aprendizagem significativa.

A estrutura é o conteúdo total de conhecimentos de um indivíduo, sendo organizado de conceitos gerais para os mais específicos. Para a aprendizagem de certos conteúdos, o contexto escolar é importantíssimo conforme Bourdieu e Passeron [1970].

Na aprendizagem significativa, Ausubel diz que devem existir conteúdos na mente do aluno capazes de servir de base para as novas informações terem mais significado. Nesta aprendizagem o aluno deve saber descrever o que aprendeu se expressando de maneira diferente, mas aplicando corretamente o que foi aprendido. Como na mente de todos os alunos não existem as bases de todos os conceitos, ele deverá aprender mecanicamente também, ou seja, aprende por repetição e ou decorando certos conhecimentos. No entanto, estes conceitos aprendidos mecanicamente logo serão esquecidos se não forem usados significativamente, ou seja, se não os transformar em significativo.

Tudo que deve ser aprendido pelo aluno será aprendido por recepção ou por descoberta. A recepção e a descoberta podem acontecer simultaneamente. Para Ausubel o mais importante é perceber os conhecimentos anteriores dos quais o aluno já se apropriou, pois os subsunçores são a ligação primordial para aprendizagem se tornar significativa. O termo subsunçor se refere a um conceito, ideia ou proposição já existente na estrutura cognitiva do aluno, que seria o ponto de ancoragem para uma nova informação, permitindo ao aluno atribuir um significado. Para o aluno obter um subsunçor é importante que o professor ensine inicialmente de maneira mecânica um certo assunto, talvez em um método tradicional, usando a repetição. Este processo fará com que o aluno obtenha os conceitos base onde o conhecimento significativo formará um conjunto chave para obter a aprendizagem significativa. Desta forma, a aprendizagem significativa poderá ocorrer de fato. Com o tempo, após o subsunçor ser utilizado na compreensão de um tema, este se tornará um novo subsunçor mais complexo que poderá posteriormente auxiliar na assimilação de outro tema mais abstruso.

Podemos concluir que após a aprendizagem mecânica, a aprendizagem significativa será facilitada pela presença de um subsunçor aprendido mecanicamente ou através do convívio do aluno. Para avaliar se algo foi aprendido significativamente, o aluno deve ter a posse do

significado com clareza de ideia, saber relatar o que aprendeu de modo diferenciado e poder fazer inclusive a transferência deste conhecimento.

Ausubel ainda subdividiu a aprendizagem significativa em;

- Aprendizagem representacional – O tipo de aprendizagem que se relaciona aos objetos vistos pelo aluno durante sua vida.
- Aprendizagem de conceitos - Formação de conceitos através da assimilação e ampliação de vocabulário, após uma aprendizagem mecânica.
- Aprendizagem proposicional - União das várias palavras para produzir uma nova proposição. Que pode ter dois tipos de significados:
 - a) Conotativo - também referido como sentido figurado, é a associação subjetiva, cultural e/ou emocional, que está para além do significado escrito ou literal de uma palavra, frase ou conceito [CONOTAÇÃO, 2018].
 - b) Denotativo - também referida como sentido denotativo e sentido literal é o emprego de palavras ou enunciado no seu sentido próprio, comum, habitual, preciso. A linguagem denotativa é basicamente informativa, ou seja, não produz emoção ao leitor. É a informação com o único objetivo de informar [DENOTAÇÃO, 2018].

Dentro de aprendizagens significativas ele descreveu as formas de aprendizagem como:

- Subordinada – O conceito novo será aprendido utilizando uma relação interna na estrutura cognitiva pré-existente.
- Superordenada - Novo conceito é mais próximo e inclusivo, será assimilado aos já existentes como na aprendizagem das palavras após conhecer as vogais e consoantes.
- Combinatória - é a aprendizagem que ocorre com o uso de analogias. Será a combinação através de analogias utilizando organizador prévio, e se faz o uso deste com o novo conceito.

Para aprendizagens posteriores aos conhecimentos básicos já significativos, Ausubel descreveu duas maneiras, uma delas é a reconciliação integrativa que trata de um modo de relacionamento entre os conhecimentos já existentes, e a outra é a diferenciação progressiva que modificará os subsunçores existentes, explicando assim a ocorrência de pessoas com um amplo conhecimento sobre determinado tema.

A aprendizagem significativa foi estudada por Moreira (2012) que em seu ponto de vista adotou o significado de ser uma maneira muito eficaz de se ensinar. Em seu trabalho descreveu que ela “*se ocupa da aquisição significativa de um corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino e aprendizagem*”. Portanto, utilizar essa fundamentação talvez cumpra o objetivo inicial deste trabalho que é, durante as aulas de física do ensino médio, realizar uma mudança na concepção dos alunos em relação a ciência e assim tentar desmistificar o gênio que faz ciência.

Devemos também deixar que o aluno use os computadores, quando possível, com a mediação do professor, tentando facilitar a assimilação de conceitos. O aluno sempre deve tentar expor de alguma forma o que está fazendo para compreender melhor e tornar a aprendizagem significativa. Desta forma, a ideia é incluir pequenas atividades onde os alunos tenham que utilizar a tecnologia. No presente trabalho a revisão de conceitos físicos elaborados pelos cientistas estudados será realizado por meio da internet com acesso a vídeos e animações, ou alguma tecnologia facilitadora que se encaixe, e desta maneira estaremos trabalhando conforme a ideia de Moreira [2014] que diz:

"Não tem sentido ensinar Física sem incorporar, em alguma medida, essas tecnologias. Incorporar, não substituir totalmente aulas, laboratórios reais, resolução de problemas e outras atividades clássicas. Integrar o clássico e o atual, em benefício de um melhor ensino de Física"
[Moreira, 2014]

Moreira [2014], descrevendo a ênfase do MNPEF, explicando como deve ser o ensino de física na escola de ensino médio escreveu que:

O ensino hoje deve ser centrado no aluno, com participação ativa do aluno e o professor como mediador. Isso não significa

minimizar o papel do professor. Ao contrário, o professor é muito mais importante como mediador, como facilitador, da aprendizagem do aluno do que como repetidor (na lousa ou em slides PowerPoint) do que está no livro. [Moreira, 2014]

De acordo com Vygotsky [1998] as funções cognitivas estão ligadas aos processos sócio históricos. A cultura interfere na maneira de pensar das pessoas. Para compreender melhor o trabalho dos cientistas devemos entender em que momento histórico se inseriram e analisar suas trajetórias de vida.

É a aprendizagem recebida durante a vida de cada um que constrói suas estruturas de conhecimento. Se esta aprendizagem desenvolver o conhecimento e a vontade de fazer ciência, pode qualificá-lo a ser considerado gênio. Desta forma, percebemos o erro de chamar de super-humanos alguém que teve mais oportunidades de aprendizagem e compreender os cientistas como humanos e não como super-humanos. São apenas cientistas, e conforme Reis [1968], o cientista é um homem como qualquer outro que não tem qualquer comportamento anormal, que quando criança viveu sob influência de um meio favorável ou hostil, e de todo meio cultural ao qual esteve inserido como também a influência de um professor do jovem cientista, por exemplo. Reis ainda relata que um cientista pode ser uma criança prodígio ou ainda tardio, como Faraday. Ele descreve também a diferença entre os cientistas em relação a organização, a capacidade intelectual e a criatividade na resolução de problemas. Reis explica que o cientista não provém somente de certa classe social, nem de determina raça, e nem descende obrigatoriamente do que chamamos de ‘família tradicional’. Ele ainda citou que jovens podem ser vistos como indisciplinados na escola quando tem propensão a ciência tendo dificuldades em outras áreas e que os professores devem ter cuidado e analisar estes casos que podem vir a ser cientistas. No entanto Reis também explica que o cientista pode ter QI ¹alto, porém uma inteligência diferente e trabalhar em áreas completamente opostas. E na definição abaixo compreendemos o que faz o cientista moderno e as áreas que atua.

¹ QI- É um teste de Inteligência, medido através de um questionário com questões envolvendo raciocínio lógico.

Um cientista, em um sentido mais amplo, refere-se a qualquer pessoa que exerça uma atividade sistemática para obter conhecimento. Em um sentido mais restrito, cientista refere-se a indivíduos que usam o método científico. Ele pode ser um especialista em uma ou mais áreas da ciência como, por exemplo, nas ciências biológicas, naturais e sociais. A principal função dos cientistas é a de realizar pesquisas com a finalidade de alcançar uma compreensão mais clara e complexa a respeito da natureza, incluindo a dimensão física, matemática e social do ambiente ou do objeto empírico analisado. Wiki, [2018]

Por isso analisaremos a vida de Johannes Kepler, Isaac Newton, Michael Faraday e Albert Einstein. Cada cientista será estudado a fim de compreender, em parte, o que o motivou a entrar no fantástico mundo da ciência. Faremos um estudo dos momentos históricos e das culturas locais vividas por eles (quando possível), o que de acordo com Vygotsky [1998] também pode ajudar a entender um pouco das motivações destes estudiosos. Possivelmente a aprendizagem se tornará mais significativa trazendo as emoções e sentimentos dos cientistas tão estudados em sala de aula no ensino médio.

Devemos também ter noção do que os alunos pensam e a partir desta informação introduzir a vida dos cientistas, o que será feito já na primeira aula da sequência didática. Concluindo o estudo da aprendizagem significativa, compreendemos que o papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa é:

- a) identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria a ensinar,
- b) identificar qual subsunçor é importante,
- c) diagnosticar aquilo que ele já sabe, o que ajuda a descobrir os subsunçores,
- d) ser o facilitador na aquisição do conceito no modo mais significativo.

2.1.1 AULA INVERTIDA

Nesta maneira de ensinar, o aluno será o protagonista em sua aprendizagem, o professor mediará quais assuntos ele deverá estudar, e desta forma procurar o que será aprendido nas aulas posteriores. São realizadas leituras, visualização de vídeos e animações, escuta “podcasts”, manuseio de simuladores virtuais ou aplicativos relacionados ao próximo assunto, uso de games, etc., sempre pensando no que será estudado, assim, no momento em que o professor realizar sua aula expositiva sobre o tema, o aluno já estará familiarizado.

No trabalho que se apresenta haverá dois momentos onde será importante esta metodologia, devido ao longo currículo da Física no ensino médio, reduzindo o tempo da introdução dos conteúdos. O grande número de conteúdos e nomes famosos na ciência acabam por deixá-la com aspecto cumulativo e individual, quando devemos ensinar a ciência como uma construção coletiva. De acordo com os parâmetros curriculares nacionais:

Muitas teorias levam o nome de quem conseguiu fazer essas grandes sínteses, como a teoria da evolução de Darwin ou a teoria da relatividade de Einstein; porém elas são sempre o resultado de acúmulo de pesquisas coletivas e debates entre a comunidade científica, devendo ser, portanto, compreendidas como fruto de produções coletivas. [BRASIL.MEC/SEF, 1998. p. 24]

Então, em momentos de início dos conteúdos, podemos utilizar este artifício da aula invertida e solicitar aos alunos que pesquisem e façam uma revisão dos conteúdos vistos em anos anteriores, e sobre a história envolvida no tema que se seguirá.

2.1.2 Ciência e conhecimento científico

A física é uma ciência antiga. Seus compositores se ajudam muitas vezes sem nunca terem se conhecido. O caminho percorrido pela ciência é tão longo e bonito que não deve ser esquecido. Kuhn [1991] deixou evidente que o estudo da evolução do conhecimento é importantíssimo para o progresso futuro, e essa percepção deve ser passada aos alunos que podem enxergar em seu futuro o progresso vivido por muitos no passado.

É difícil definir a ciência e o conhecimento científico. Fonseca [2002] consegue definir de maneira bem coerente e de acordo com a filosofia da ciência, o que é conhecimento científico:

O conhecimento científico é produzido pela investigação científica, através de seus métodos. Resultante do aprimoramento do senso comum, o conhecimento científico tem sua origem nos seus procedimentos de verificação baseados na metodologia científica. É um conhecimento objetivo, metódico, passível de demonstração e comprovação. O método científico permite a elaboração conceitual da realidade que se deseja verdadeira e impessoal, passível de ser submetida a testes de falseabilidade. Contudo, o conhecimento científico apresenta um caráter provisório, uma vez que pode ser continuamente testado, enriquecido e reformulado. Para que tal possa acontecer, deve ser de domínio público. Fonseca [2002, p. 11]

A ciência é definida por ele de forma também interessante e interligada à história e epistemologia da Física:

A ciência é uma forma particular de conhecer o mundo. É o saber produzido através do raciocínio lógico associado à experimentação prática. Caracteriza-se por um conjunto de modelos de observação, identificação, descrição, investigação experimental e explanação teórica de fenômenos. O método científico envolve técnicas exatas, objetivas e sistemáticas. Regras fixas para a formação de conceitos, para a condução de observações, para a realização de experimentos e para a validação de hipóteses explicativas. O objetivo básico da ciência não é o de descobrir verdades ou de se constituir como

uma compreensão plena da realidade. Deseja fornecer um conhecimento provisório, que facilite a interação com o mundo, possibilitando previsões confiáveis sobre acontecimentos futuros e indicar mecanismos de controle que possibilitem uma intervenção sobre eles. Fonseca [2002, p. 11-2]

O único problema nesta citação talvez esteja no fato de dizer que existem regras fixas para a formação de conceitos e que o método científico envolve técnicas exatas. No entanto, isto gera muitas polêmicas entre filósofos da ciência, já que o conhecimento só é aceito após alguma comprovação, mas não existe uma forma correta e sim várias maneiras de fazer ciência. As descobertas acontecem até por acaso, conforme Gleiser [2006]:

O acaso ajuda aqueles que são bem preparados. Embora seja verdade que a sorte tenha tido um papel importante em várias descobertas científicas, também é verdade que apenas a sorte jamais é suficiente. Em geral, uma descoberta que acontece “por acaso” acontece porque o cientista está procurando alguma coisa. Será que Fraunhofer teria descoberto as linhas escuras do espectro solar se ele não houvesse apontado seu espectroscópio na direção do Sol? Gleiser [2006 p.24

2.2 GÊNIO

A história dos conhecimentos da física é ensinada numa ordem cronológica de descobertas, muitas vezes sem se importar com as dificuldades ou com a vida que os estudiosos envolvidos tinham no período em que as descobertas foram realizadas, ou seja, o que foi vivido, o contexto histórico. Tais questões são muitas vezes deixadas de lado em livros didáticos e em revistas de divulgação científica. Isto gera um profundo erro de compreensão das pessoas em relação aos cientistas e como avança o conhecimento, especialmente nas salas de aula das escolas de ensino médio. Como os conhecimentos que foram adquiridos com o passar dos séculos são de um passado que parece distante, o aluno tem

pensamentos de que a ciência é algo difícil de ser alcançado e por isso poucos almejam um futuro em carreiras científicas. Em nosso país isto se torna uma barreira para avanços tecnológicos pois um número maior de pesquisadores qualificados traz resultados mais satisfatórios.

As pessoas nascem com tanto conhecimento quanto um macaco. Podemos dizer com isto que em geral, nascemos com o mesmo nível de conhecimento, e como temos capacidades mentais muito maiores que os animais podemos aprender muito. Se na infância tivermos algumas curiosidades respondidas adequadamente como quando as crianças perguntam - por que isso ocorre, como algo acende, por que o sol é amarelo, 'por que a bússola aponta sempre para o norte', talvez começássemos a nos interessar mais por áreas como a da física, que de fato, hoje explica os processos ocorridos na natureza, que tanto já deixaram nossos antepassados perplexos ou até com medo.

Algumas mentes que tinham curiosidade quando crianças se transformaram em estudiosos com muito estudo e esforço pessoal. Quem realiza pesquisas em alguma determinada área é considerado cientista, porém nem sempre se chega a grandes resultados para a humanidade. No entanto, há aquelas mentes que transformam o modo da humanidade ver o mundo, como Newton, Einstein, entre outros. Ao ler estes nomes, até leigos em física já se lembrarão que "sua fama é reconhecida porque fizeram algo genial". Ou pensam que eram gênios e por isso surgiram ideias em suas mentes e assim desenvolveram suas teorias sobre a natureza.

Entretanto, sabe-se que as descobertas destes homens só foram possíveis com empenho gigantesco e um pouco de sorte por estarem preparados quando surgiram as questões enigmáticas. De fato, ocorreram avanços nas várias áreas do conhecimento, e estes avanços só ocorreram porque um conjunto de estudiosos está em constante investigação científica e propagam suas descobertas para os seus contemporâneos continuarem a partir deste ponto.

A semiótica explica o fato da imagem do cientista aprendida e relacionada ao ser cientista gerar este significado de “gênio maluco” dentro do laboratório, que não tem família ou amigos... Para Saussure [1969], o signo, a junção do significado com o significante, gera um conceito elaborado, e para muitas pessoas a palavra cientista virou um signo com sinônimo de gênio. E gênio, em algumas referências é alguém com QI alto, como o QI de Richard Feynman de 125, ganhador do Nobel em física. No entanto, existem professores de física do ensino médio que tem QI de 140 e 150 e este QI não significa que são melhores que Feynman por exemplo.

Outra maneira de definir gênios é filosoficamente. Schopenhauer [Cacciola,2012] escreveu que gênio é uma personalidade que tem característica intrínseca como a força de vontade de cumprir objetivos. Porém, atualmente, em geral é aceito como gênio outro tipo de pessoa. Esta visão talvez seja proveniente de Kant, que escreveu que gênio é alguém que é capaz de produzir uma ideia que pode ser descrita como não imitativa. O que gera a ideia moderna de que o pesquisador cria algo do nada. Kant, ao que parece para as pessoas leigas, descreveu a característica principal de Einstein, não imitar uma teoria já existente, e Einstein ganhou um status de gênio, tanto que seu nome é sinônimo de gênio para muitas pessoas. Porquanto não é verdade que não foi imitativo, ele usou muitos conhecimentos que haviam sido construídos por outros cientistas além de ajuda de matemáticos na teoria da relatividade geral. Thomas Edison em 1903 escreveu que um gênio se faz com 1% de inspiração e 99% de transpiração. Concluindo assim que gênio é um termo complexo, já que existem vários tipos de inteligência e aptidões.

Aqui no Brasil os cientistas muitas vezes são chamados de pesquisadores em alguma área do conhecimento. Para ser pesquisador não é necessário ser nenhum gênio. Mas quando perguntamos a algumas pessoas, o que é necessário para se ser um cientista, elas costumam responder que é preciso ser um gênio. No entanto, para ser um cientista no Brasil, ou seja, um pesquisador, necessita-se passar por uma longa caminhada com início na graduação, onde já é comum escrever artigos, fazer pequenas exposições em congressos, entre outros. Depois especialização, mestrado, doutorado. Nestes últimos geralmente é feito algo inovador, mas normalmente não algo gerado do nada, e quase sempre há partes "imitativas". Tudo isso não faz com que o concluinte se torne um gênio, mas sim alguém que tem um ótimo currículo e eventualmente receba o título informal de cientista ou pesquisador.

Einstein não conseguiu resolver o problema da unificação dos campos. Mas como tantos dizem que ele é um gênio não é estranho não ter conseguido resolver o problema? É um problema gigantesco, mas ele não resolveu e isso já nos dá uma evidência de que ele não é um gênio como o descrito por Kant. Einstein era bom em matemática, no entanto demonstrando humildade ele pediu ajuda a matemáticos para resolver problemas em sua teoria da relatividade geral. Na época havia outros matemáticos tão bons quanto ele como Hilbert e Riemann. [Martins, 2006]

Einstein acreditava que a prática científica necessita de uma espécie de

inspiração religiosa; ou, mais dramaticamente, que a devoção à ciência e a fé que implicitamente temos na razão humana como instrumento capaz de desvendar os mistérios da natureza são, em sua essência, atitudes religiosas. [Gleiser pág. 193, 2012]

O estudo adequado de alguns episódios históricos também permite perceber o processo social (coletivo gradativo da construção do conhecimento) permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações– o que contribui para a formação de um espírito crítico e desmistificação do conhecimento científico, sem, no entanto, negar seu valor. A ciência não brota pronta, na cabeça de ‘grandes gênios’ [Martins, 2006]

Trabalharemos a compreensão da “genialidade” de pessoas que atuam em uma área de pesquisa e obtém importantes resultados.

A ciência é definida como uma maneira de desenvolver inovações práticas e que ela é imune a misticismos. No entanto, esse olhar para com a ciência iniciou-se na época no renascimento, mudando o modo de ver e fazer a ciência então vigente. O objetivo da ciência é o conhecimento, e algumas vezes o conhecimento gera inovações que facilitam a vida da humanidade. Assim, o desenvolvimento do conhecimento que não é utilizado para algum tipo de aplicação imediata é criticado, já que não estariam dando retorno aos investimentos das empresas ou dos governos.

Há cerca de 2500 anos Pitágoras e os filósofos pitagóricos faziam estudos em filosofia natural sem fazer distinção entre a ciência e o misticismo. Esse modo de pensar a ciência foi deixado de lado quando a igreja começou a ter domínio sobre as pesquisas na Europa. A igreja não aceitava que fossem feitos experimentos e análises observacionais, e utilizando assim uma espécie de ‘racionalismo cristão’ fez a ciência permanecer em repouso em relação ao grande desenvolvimento ocorrido com os gregos. A ciência voltou a ser observacional na Europa somente por volta dos Séculos XVI e XVII com Copérnico, Galileu, Newton, Kepler entre outros. No Século XVII ocorreu o que convencionou-se

chamar de revolução científica, um período em que uma nova abordagem para o estudo do mundo natural passou a ser utilizada. Nesta época Francis Bacon publicou a obra “*Novum Organum*”, onde descreveu que a ciência deve utilizar a matemática e a experimentação para aprender sobre a natureza e se aproximar dela, e deste modo estaria se aproximando de Deus. Naquela época era difundida entre cientistas a ideia de que um criador inteligente projetou o universo e desta forma estaria ligado à natureza. Com estas palavras sobre a ciência, Bacon influenciou o início da revolução científica ocorrida naquele século.

O experimentalismo foi levado muito a sério principalmente por Galileu, que imaginava que nada deveria ser aceito como verdade se não fosse provado experimentalmente. Este método continuou sendo utilizado por muitos estudiosos desta época em diante. Iniciou-se assim uma nova abordagem do mundo natural, mudando enormemente o jeito do ser humano olhar o universo a sua volta.

Para os gregos platônicos e aristotélicos o estudo dos céus era uma maneira de chegar ao divino. Para eles os astros estavam num mundo perfeito perto do céu divino. Já no Século XVI os astrônomos olhavam para o céu também imaginando que tudo era divino, porém apenas pelos movimentos perfeitos. No entanto já era possível prever, através de leis da natureza, as posições dos astros e estabelecer órbitas ou trajetórias, iniciando o determinismo. Os gregos foram os pioneiros na criatividade e raciocínio contra as dificuldades para obter novos conhecimentos. A sabedoria era importantíssima, para eles somente com ela se poderia vencer o medo.

2.3 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Gerald Holton, grande historiador e divulgador da ciência respondeu em uma entrevista no periódico da UFSC [Oliveira, 2006] a seguinte pergunta:

Você acha que aquele tipo de material (enciclopédia) ainda tem alguma importância na popularização da ciência?

Acho que hoje a educação científica tem que estar presente em todos os canais: televisão, revistas. Parece-me que um dos melhores meios é o que vem sendo largamente

utilizado por professores: noticiários sobre ciência, que têm uma grande circulação. Nós necessitamos atrair os jovens aos museus, cooptá-los por todos os meios possíveis, porque quase todos os outros atrativos os distanciam daquilo que concebemos como ciência. Jogos eletrônicos, MTV e vídeos violentos, os levam na direção contrária. Por isso que temos que contra-atacar por todos os meios disponíveis.

Desta forma, inserir educação científica em sala de aula no ensino médio é um destes meios que estão disponíveis, e podemos usar com frequência nas aulas de física, assim como atividades experimentais, simulações virtuais, entre outros, modificando o método tradicional conteudista usado por muitos no passado. Uma maneira de se trabalhar isso é demonstrar o que se passa na vida de um cientista, pois como Gleiser [2000] destaca:

É muito comum, no ensino de ciência, omitir a parte mais essencial, que é justamente o fascínio que leva um cientista a dedicar toda uma vida ao estudo da natureza [Gleiser, p.1 2000].

Talvez se os alunos estiverem conectados com a realidade de como é a vida de um pesquisador hoje em dia, ou como foi a vida de grandes cientistas eles acabem se tornando pessoas com objetivos maiores com relação aos estudos, como podemos ver na resposta de Videira [2008] à pergunta tema da palestra realizada por ele “é possível produzir Einsteins?”. Ele respondeu que sim e que não. Não porque na opinião dele gênios são impossíveis de se fabricar. Já o sim foi explicado lembrando que Einstein era alguém satisfeito com seu trabalho e isso nós podemos produzir nas escolas, pessoas satisfeitas consigo mesmas e com sua vida.

Por que falar de Einstein? Einstein foi um cientista de renome internacional cuja fama o levou ao status de celebridade e seu nome é muitas vezes utilizado como sinônimo de gênio. Esse status realmente tem explicação. Ele foi o mais celebrado pela mídia por ser o cientista mais famoso do Século XX. Existiram diversos cientistas muito importantes que foram contemporâneos de Einstein, no entanto o que ele realizou para o avanço da física, realmente o deixa em posição de destaque.

Peduzzi, citando Holton, explica essa importância de Einstein:

Conforme Holton (1995, p. 191), referindo-se à relatividade einsteiniana, “para encontrar um outro trabalho que tão ricamente ilumina as relações entre física, matemática e epistemologia, ou entre experimento e teoria, com a mesma extensão científica, filosófica e implicações intelectuais gerais, seria preciso voltar aos Principia de Newton”. Talvez não seja possível expressar de forma tão eloquente, e em tão poucas palavras, a importância do estudo dessa teoria [Peduzzi apud Holton p.74 2006].

Escrevendo sobre os aspectos da ciência que devem ser tratados, Peduzzi nos lembra que:

“a ciência (o empreendimento científico) é uma construção coletiva; o esquecimento ou mesmo o anonimato de muitos de seus personagens é injustificável” [Peduzzi, p.18,2011].

E isso deve ser colocado aos alunos sempre que couber. Na sequência didática aqui proposta serão considerados, além das características dos cientistas biografados, os estudiosos que foram citados por eles em seus estudos.

“a história e a filosofia da ciência/física podem promover a alfabetização cultural do indivíduo, admitindo-se que há um valor intrínseco em se compreender (ao menos) certos episódios fundamentais que ocorreram na história do pensamento científico. É importante observar que, no caso do Ensino Médio, esse nível de estudos será terminal para muitos estudantes; outros tantos não terão mais contato com as ciências da natureza, na universidade. Física também é cultura, como enfatiza João Zanetic.” [Peduzzi,2011 apud Zanetic, Bastos p.17, 1998]

Mas por outro lado, utilizar a história da ciência pode receber críticas. Nos casos em que a história é utilizada demonstrando um processo fácil e perfeito de construção do conhecimento, conforme Robilota [1988]:

é preciso tomar cuidado com a história linearizada, ufanista. De nada adianta apresentar a ciência como um produto a ser venerado, admirado à distância, de modo a fazer com que os estudantes adquiram um sentimento de inferioridade.

Mateus [1995] escreveu sobre as críticas recebidas pelo uso da história no ensino de física em artigo publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, no entanto defendeu seu uso no ensino de ciências porque para ele, ela:

(1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia cientificista; e finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico.

O intuito de utilizarmos biografias de alguns cientistas no presente trabalho é o de levar o aluno a mudar sua percepção em relação à ideia de que a genialidade é item obrigatório e único na atividade científica. Cientistas podem errar ou não serem tão bons em certas áreas. [Koyré, 2002] cita que Robert Hooke e outros eram tão ou mais habilidosos que Newton e poderiam realizar talvez a mesma descoberta. É um erro enaltecer Newton como um gênio inatingível. Podemos dar outros exemplos de grandes nomes da história da ciência que erraram. No entanto, estes erros são parte natural do avanço da ciência.

Utilizar como estratégia de ensino a análise da vida de cientistas pode também auxiliar na divulgação da própria física em si. Os conteúdos relacionados ao seu histórico podem formar uma ponte para o aumento do aprendizado. Baldinoto e Porto [2008], descrevem a vida de Faraday brevemente e fazem uma análise das variadas metodologias pedagógicas utilizadas por Faraday em suas conferências. Eles ainda citam o fato de Faraday se preocupar com a sequência didática pensando sempre no que será útil para seu público entender o que será passado. Também citam que ele deixa claro sua visão de que cientistas também são filósofos e buscam respostas. A ciência, dessa forma, auxilia na compreensão do que é útil.

Acreditamos que o estudo e a interpretação de textos de grandes divulgadores da ciência podem contribuir para a manutenção do dialogo necessário a melhora de formulação de estratégias de ensino. [Porto Baldinoto 2008, p. 23]

Os jovens geralmente não entendem o processo de evolução do conhecimento científico, e às vezes nem sabem o que realmente significa esse conceito. Sobre essa falta de conhecimento por parte dos jovens, Holton respondeu a uma outra pergunta interessante:

Ao discutir manifestações culturais contrárias à ciência, você ponderou que a alfabetização científica por si não provê imunização contra os maus usos da ciência ou movimentos contra seus valores. Em que sentido a alfabetização científica pode promover a cidadania? Você julga que o ensino de ciências da natureza pode ser mais adequado para esse propósito do que outros tipos de ensino, como Ciência Social, Psicologia, política ou Literatura? [Oliveira e Júnior, p.23, 2006]

Ao que ele respondeu:

De forma alguma considero que o ensino de ciências seja algo mais importante do que o de outros conhecimentos na

produção de responsabilidade social e compreensão do mundo. As humanidades e Ciências Sociais também têm um lugar proeminente nesse processo. Mas minha visão é muito próxima dos preceitos de Thomas Jefferson, que julgava não ser possível haver um cidadão efetivo sem uma mente clara. E um dos caminhos para a construção de uma mente clara é a educação científica. Essa é uma das razões: a outra está, obviamente, relacionada com a tecnologia. Metade de todos os campos de atividade em nosso país, e provavelmente em qualquer outro, tem a ver com a tecnologia e a ciência: seja a saúde pública ou energia nuclear, ou que tenha a ver com construções, há sempre algum conhecimento tecnológico; sobre o qual é preciso consultar o que é e o que não é correto fazer o cidadão efetivo. O cidadão efetivo deve ser respeitado. Há uma terceira razão, que para mim é igualmente importante. Acho que o público que não tem conhecimento científico suficiente, mesmo que de forma elementar, seja através da educação escolar, seja através de leituras, não é propriamente sã. Ele não sabe onde vive, não sabe onde está a Terra ou como ela se move, nem como as coisas interagem. Em outras palavras essa pessoa vê o mundo como algo mágico ou como um enigma. Ou então acredita nas coisas por que foi dito por alguém, e isso não é adequado a uma sociedade democrática. A educação científica não é apenas uma questão de democracia, mas de sanidade social. Alguns vão florescer e outros não, mas nós temos que fazer um esforço. Desde os primeiros dias de escola, com no mínimo uma hora de ciência a cada dia. Quando estes jovens se tornarem pais, saberão como responder certas questões, saberão como direcionar o futuro de seus filhos que

estiverem interessados em ciência. Assim, penso que esta terceira razão é igualmente importante, mas isso não às custas do estudo de política e de outras coisas. [Oliveira e Júnior, p.23, 2006]

Carvalho e Gil Perez [1993] também defendem que a história, a epistemologia, e o contexto de surgimento do conhecimento devam ser ensinados. No livro *Didática das ciências*, San Martí [2002] defende o uso de interações socioculturais entre os alunos com o manejo do professor mediador. Não há interação sem comunicação, de modo que neste trabalho procuraremos descrever maneiras de se mediar os debates entre os alunos sobre as possibilidades de se tornar um cientista. Em “O erro de Descartes”, Damázio [2006] diz que, de acordo com pesquisas neurológicas, o desenvolvimento pessoal está intimamente ligado aos conhecimentos do mundo externo e interno do organismo.

Narde [2014, p. 71] diz que "A estratégia do uso de história da física e filosofia da física é muito importante para auxiliar no ensino da física". O conhecimento dos erros cometidos e as dificuldades sofridas por grandes cientistas são importantíssimos para melhorar a concepção de si mesmos dos alunos, para terem autoestima com relação aos estudos, e compreender quando não for tão bom em determinado assunto. Einstein dizia: ‘eu tenho a sensação de estar tateando quando estou pensando em inovação na Física. Em Matemática, eu não consigo concluir, mas em Física eu sei como alcançar. Eu não penso em palavras, eu penso em imagens.’ [Martins, 2006].

Isto mostra uma pequena dificuldade de Einstein em resolver a matemática avançada utilizada na escrita da teoria da relatividade geral. Exemplificando que um grande gênio tem suas adversidades. *Martins [2006]* incentiva esses estudos quando diz:

“O estudo detalhado de alguns episódios da história da ciência é insubstituível, na formação de uma concepção adequada sobre a natureza das ciências, suas limitações, suas relações com outros domínios. Esses episódios podem mostrar grandes sucessos e também grandes fracassos do esforço humano para compreender a natureza; a contribuição titânica de alguns cientistas, acompanhada, no entanto por alguns erros gigantescos das mesmas pessoas; o papel de uma

multidão de pesquisadores obscuros no desenvolvimento de importantes aspectos das ciências (;). Influência de concepções filosóficas, religiosas e o papel da tradição e de preconceitos injustificados no desenvolvimento das ciências; e muitos outros aspectos da dinâmica da ciência.” [MARTINS p.24, 2006]

Na proposta curricular de Santa Catarina existem características do ensino de física descritas como:

“contribuir com o letramento científico e tecnológico, como integrante das ciências no início da escolarização, e para seu aprofundamento subsequente, o ensino de Física deve ser contextualizado, centrado nos conceitos fundantes, ao longo de todo o percurso formativo, de forma dialogada e estimulante.” [PCSC, p.164, 2014]

Já no estado vizinho, a utilização da história da ciência é mais específica, segundo as diretrizes curriculares do estado do Paraná:

“A História da Ciência faz parte de um quadro amplo que é a História da Humanidade e, por isso, é capaz de mostrar a evolução das ideias e conceitos nas diversas áreas do conhecimento. Em Física, essa evolução traçou um caminho pouco linear, repleto de erros e acertos, de avanços e retrocessos típicos de um objeto essencialmente humano, que é a produção científica. Essa história deve, também, mostrar a não-neutralidade da produção científica, suas relações externas, sua interdependência com os sistemas produtivos, enfim, os aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais desta ciência. O que se propõe é que o professor agregue, ao planejamento de suas aulas, a História da Ciência, para contextualizar a produção do conhecimento em estudo”. (DCE Física, p.69)

Nas diretrizes da educação nacional e de alguns estados existem indicações para a contextualização da história da ciência, no entanto na maioria das vezes isto não é posto em prática. São muitos conteúdos a

ensinar e pouco tempo para planejar. O presente trabalho sugere uma única sequência didática, que não usará mais que 8 aulas no fim do ensino médio e pode gerar nos alunos grandes mudanças em sua concepção de ciência, além de proporcionar uma maneira de revisar conceitos importantes da física e introduzir a física moderna.

No trabalho em sala de aula, vemos que há alunos que pensam a Física como uma disciplina difícil, muitas vezes como consequência da falta de matemática ou que é algo acessível somente a “gênios”. Sabemos que isto não é verdade. O que existem são alunos com dificuldades de compreensão da atividade científica, o que faz com que digam que é só para “inteligentes”. Isto nos motivou a desenvolver e elaborar um projeto que seja assimilado por alunos do terceiro ano do ensino médio, objetivando a consciência de que a ciência está ao alcance de todos que se empenham, que existe a possibilidade de qualquer um fazer ciência.

Dessa forma, estaremos mudando o modo de ensino porque, de acordo com Moreira [2014], descrevendo as ênfases do MNPEF,

“é preciso, metaforicamente, abandonar o modelo clássico de “expor, copiar e decorar”. É imprescindível diversificar as estratégias de ensino. Chega de dar a matéria, chega de decorar, chega de pensar que a Física é para poucos.”

3 BIOGRAFIAS

3.1 JOHANNES KEPLER

Os gregos já utilizavam a ideia de que a ciência deveria usar experimentos que corroborassem as teorias. Inspirado nesta ideologia, Kepler, baseado em inúmeras observações dele e de Tycho Brahe², formulou as primeiras teorias com leis matemáticas que poderiam ser usadas para prever posições dos planetas.

Após 53 anos dos escritos de Copérnico³ sobre o Heliocentrismo, com muito empenho, em 1596, Kepler terminou seu livro “Mistério Cosmográfico”, um livro que defendia a ideia de Heliocentrismo utilizando de misticismo, filosofia e física. Ele relatou como era a estrutura do cosmo, e muito religioso, pensou o cosmo como um objeto divino, salientando que Deus era representado pelo Sol.

A Europa no século XVI estava tomada por guerras e o protestantismo estava iniciando suas contradições com relação aos católicos. Onde a igreja católica dominava o conhecimento, quem desafiava este domínio acabava condenado. Houve países que condenaram à morte quem apenas filosofava sobre a estrutura do universo, como fizeram com Giordano Bruno. Nicolau Copérnico era um religioso influente e isso o ajudou a não ser condenado quando nesta época desenvolveu uma nova maneira de ver o mundo, tirando a Terra do centro do universo e colocando o Sol, criando o Heliocentrismo. O Sol no centro, os planetas girando em órbitas circulares ao seu redor. Isso foi uma grande revolução, a sua aceitação era difícilíssima, porém com as influências corretas isso ocorreu, todavia veremos que isso não estava correto, havia alguns problemas na teoria heliocêntrica. Quem descobriu este erro e abriu as portas para uma nova maneira de fazer ciência foi Johannes Kepler que morava na Alemanha, onde ele tinha mais liberdade para realizar estudos científicos.

Kepler foi um dos primeiros a fazer estudos na época do renascimento, e ajudou dando um salto enorme com suas leis dos

² **Tycho Brahe**- Astrônomo do século XVI, ele catalogou centenas de milhares de estrelas, construindo um mapa preciso do céu do hemisfério norte.

³ **Nicolau Copérnico**-Astrônomo e matemático do século XVI, formulou a teoria Heliocêntrica, e deduziu que a terra girava em torno de si mesmo além de transladar em torno do sol.

movimentos planetários. E a base nacional comum curricular, indica este ensino:

Ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos [BNCC, p. 328, 2017].

Esse texto é a história de vida de um grande cientista da física, famoso por suas descobertas e “genialidade”. Ele nasceu na cidade de Weil der Stadt (Alemanha) em 27 de dezembro de 1571.

Figura 1: Mapa da Alemanha, a Região em destaque é cidade de Weil der Stadt, onde Kepler nasceu.



Fonte: alemanhaonline.com.br.

Na região em que morava a economia era agrícola e havia conflitos militares com batalhas violentas, então tudo estava sendo destruído ou vandalizado. Dois meses antes de seu nascimento houve uma das maiores batalhas da época, cerca de 500 navios e mais de 40 mil soldados como foi ilustrado na Figura 2.

Figura 1: Domínio público - Fernando Bertelli, Die Seeschlacht von Lepanto, Venedig 1572.



Fonte: Museo Storico Navale.

Nesta época havia uma disputa do império otomano com a Europa por terras europeias. O cume dos conflitos político-religiosos da Reforma e da Contrarreforma em que prevaleceu a dominação católica.

Sua infância foi difícil, no entanto conseguiu ir à escola entre os anos 1577 e 1589 onde estudou alemão e latim, nas escolas latina em Leonberg e na escola monástica, um tipo de escola religiosa, em Adelberg e Maulbronn.

Sua avó, como Kepler definiu, era uma pessoa de relacionamento difícil e violenta com os netos. Seu pai Heinrich, era um mercenário, um homem muito mau e agressivo, violento com todos da família, teve seu rosto dilacerado quando sofreu um acidente com pólvora. Além disso, seu pai era vadio e não ajudava em nada sua família. Após uma briga violenta com sua mãe ele saiu de casa e após uns dias veio a falecer. O pai de Kepler teve 12 irmãos, três destes morreram jovens e alguns dos outros tios de Kepler tiveram muito azar na vida. Uma tia virou mendiga, outra teve muitos filhos e não tinha condições de alimentá-los e outro era um jesuíta que contraiu sífilis e morreu pouco tempo depois. A mãe de Kepler era uma mulher baixa, agressiva e com aparência triste. Foi criada por uma tia que era considerada Bruxa e que acabou sendo queimada viva.

Aprendeu muito com a tia, e com isso se transformou numa curandeira que ajudava as pessoas enfermas com chás, além de haver boatos de que lançava maldições sobre pessoas que não gostava. Kepler teve seis irmãos, dos quais três morreram na infância e um outro tinha necessidades especiais. Com tantos problemas, Kepler imaginou que havia sido amaldiçoado pelas estrelas. Então quando já tinha conhecimento suficiente construiu mapas astrológicos de sua família para tentar interpretar o porquê do grande número de infortúnios e explicar tantos familiares com gênios tão complicados. Além de tudo, nasceu prematuramente e desta maneira foi uma criança fraca e aos quatro anos de idade quase morreu de varíola tendo ficado com as mãos deformadas. Ainda na infância Kepler teve outras dificuldades... Também na adolescência teve doenças de pele, sofrendo com muitas partes infeccionadas. Em resumo, Kepler enfrentou diversos obstáculos durante o início de sua vida.

Em 1577, quando tinha apenas seis anos, sua mãe o levou para ver um cometa que refletia luz como um planeta e ainda tinha uma longa calda. Em 1580 assistiu a um eclipse lunar, com uma lua de Sangue, fenômeno que causa uma sensação de grande admiração com a beleza do universo. Esses dois fatos que o fizeram encantar-se pelas estrelas não interferiram tanto no que iria estudar já que se interessou por astronomia bem depois de ter estudado outras coisas. As dificuldades vividas por Kepler não o deixaram desanimado, ele se esforçou para estudar e obter conhecimento. Sempre buscou conhecer o universo, que acreditava ser divino como Deus, tudo perfeito. Como muitos jovens de sua época ele estudou Teologia para se tornar um pastor da igreja protestante, que era uma maneira de continuar os estudos, pois a igreja apoiava e financiava quem estudava teologia.

Depois de concluir a escola primária e a escola de latim, ingressou no seminário com o objetivo de estudar Teologia e seguir a carreira religiosa, porém não chegou a exercer esta carreira. Durante seus estudos começou a aprender sobre astronomia com um de seus professores e então passou a estar convicto de que gostava muito mais de astronomia e não da carreira religiosa. Entretanto, só por volta dos 31 anos decidiu se dedicar ao estudo da natureza.

Em 1589 obteve uma bolsa de estudo para a Universidade de Tübingen, onde entrou em contato com as ideias de Copérnico a respeito do movimento dos planetas em torno do Sol. Estudou um pouco de matemática com o professor Michael Maestlin que também o ensinou os conhecimentos do geocentrismo de Ptolomeu e do Heliocentrismo de Copérnico a Kepler.

A fascinação pela Ciência e pela Matemática era tão grande que ele desistiu de se tornar ministro da igreja. Com 22 anos casou-se com Barbara Müller. Aos 23 anos aceitou o convite para lecionar Astronomia na Universidade de Graz.

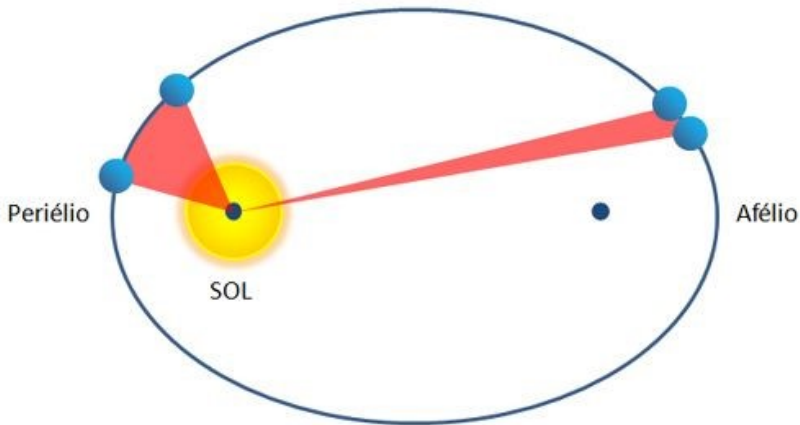
De 1594 a 1600 ficou em Grás onde no dia 19 de julho de 1595 [Caspar, 2012] teve uma epifania, uma súbita sensação de entendimento ou compreensão da essência de algo, enquanto explicava a órbita de Júpiter e de Saturno a seus alunos. Ele imaginou que os planetas poderiam ter sido colocados em posições estratégicas de maneira que formassem as arestas de sólidos geométricos, acreditando que o plano divino para o universo usava a geometria.

Aos 31 anos iniciou suas observações precisas do movimento planetário. Suas observações eram boas, porém tinha feito poucas observações até então. Em 1600 se tornou assistente do astrônomo Tycho Brahe, que havia criado um catálogo de 777 estrelas fixas meticulosamente medidas, que serviram como uma grade para a determinação da posição exata dos planetas. Em 1601 Brahe faleceu e assim Kepler pode utilizar os dados de Brahe junto com os seus para escrever seu primeiro livro.

Tycho Brahe, o chefe de Kepler entre 1600 e 1601, foi um astrônomo observacional, ele marcava tudo o que podia de suas observações, inclusive contratou Kepler para o ajudar. Tycho já havia feito um mapeamento das estrelas fixas. Então Kepler precisava apenas olhar as estrelas errantes, no caso, os planetas, já que estes faziam trajetórias específicas, diferente das estrelas que caminhavam sempre o mesmo caminho de um lado ao outro do céu como o sol. Passou dias e noites tentando desenvolver a ideia das órbitas geométricas, mas quando comparava os resultados desta ideia com os dados obtidos por Tycho Brahe pelos telescópios, não fechava. Nesta época houve perseguição religiosa, e Kepler, que se recusara a converter-se ao Catolicismo, deixou Grás e foi trabalhar de astrônomo assistente de Tycho Brahe. Tycho era um desses grandes ricos da corte que investiam parte da sua riqueza na ciência. Kepler criticou Tycho por investir pouco em ciência já que tinha tanto dinheiro, ele não queria formular as órbitas para Tycho e este não queria dar os dados para Kepler e acabar não ficando famoso. Discutiam com frequência e depois se reconciliavam. Após dois anos de muitas discussões e trabalho duro de Kepler, o superior e patrocinador de Kepler faleceu, e pouco tempo depois Kepler teve acesso aos dados de Tycho. Mesmo com todos os dados precisos obtidos anteriormente por seu antigo chefe, Kepler trabalhou muito tempo para compreender os movimentos dos astros do sistema solar. Teve que interpretar inclusive um erro que

em seu entendimento não era possível de existir. As órbitas dos planetas tinham 8 minutos de arco em comparação com as órbitas circulares. Esse problema foi complicadíssimo, o sistema heliocêntrico descrevia orbitas circulares, em sua intuição isso era verdade, e como foi dito os dados não fechavam. Então, após muito cansaço tentou aplicar a elipse aos dados do movimento dos planetas. E como podemos ver na figura abaixo ele obteve êxito conseguindo descrever o movimento de maneira correta.

Figura 2:Segunda lei de Kepler Leis das áreas



Fonte; portaldoprofessor.mec.gov.br/

Porém pouco tempo depois teve que ir embora dali porque a Igreja Católica estava chegando e iriam prendê-lo ou matá-lo se o encontrassem. Então foi morar em Praga na República Tcheca. Em 1612 ficou viúvo. Em 1613 casou-se com Susanna Reuttinger.

Depois da morte de Tycho, passados alguns meses, com os dados obtidos ele conseguiu desenvolver a lei dos períodos. Apenas 8 dias após a descoberta estourava a guerra dos 30 anos e o seu patrocinador o imperador Rodolfo II não pode o ajudar mais, ficando sem dinheiro até para comer. Foi nesta época que um de seus filhos e sua esposa morreram. Além disso, por estar envolvido com estes estudos foi excomungado da igreja anglicana.

Em seus escritos Kepler não deixava de relatar todos os seus erros, por isso seus livros são um pouco pesados de ser lidos, mas esta é uma demonstração de modéstia e da característica que deve evidenciar o fazer ciência. Em 1612 trabalhava como matemático imperial, e novamente teve que se mudar de Praga para Linz, pois a guerra católica chegava na

cidade e teve que fugir. Já em Linz trabalhou como topógrafo e no resto de sua vida continuou a mudar-se junto com sua família sempre em função da contrarreforma católica.

Em 1615 sua mãe foi acusada de feitiçaria ou bruxaria pela inquisição, Kepler parou tudo que estava fazendo para defender sua mãe, que após ser absolvida da culpa, acabou morrendo por estar deprimida e doente por ter estado presa durante seu julgamento.

Como sempre foi uma pessoa com problemas de saúde. Em seus últimos meses de vida não foi diferente. Desde sua infância tinha problemas de visão fortíssimos além de infecções e outras doenças. Aos 60 anos uma doença séria o atacou e como sempre em sua vida, não teve muita sorte, e a doença o levou para sempre. Ele foi sepultado na cidade de Ratisbona na (Alemanha) em 15 de novembro de 1630.

Figura 3: Cidade de Ratisbona, onde Kepler foi sepultado.



Fonte: Google Maps

Após sua morte, ainda houve mais um azar em sua história. Seu túmulo foi destruído na guerra dos trinta anos⁴ que ocorreu entre 1618 e 1648, na Europa na região da Alemanha destacado na Figura 4. Conflito

⁴ **Guerra dos trinta anos**- Motivada pela reivindicação dos dogmatismos religiosos, por poderes territoriais entre outros.

que marcou a transição do feudalismo para a Idade Moderna. Durante a passagem do exército pela região destruíram igrejas, cemitérios e casas.

Como vimos ele buscou harmonia entre os dois mundos. O mundo extraterrestre, o céu perfeito, e o mundo terrestre onde haviam as imperfeições dos seres humanos. E foi através de muito empenho, que chegou nas respostas. Não foi fácil a caminhada até o estabelecimento das leis de Kepler, houve muitos erros, tempos perdidos, dificuldades e outras adversidades, porém, entrou pra história por descobrir uma das chaves para o entendimento do universo. Ele obteve êxito porque não fez como Copérnico quando errou em seu sistema Heliocêntrico, Kepler não filosofou, ele desenvolveu suas leis para explicar os dados e não ao contrário.

O primeiro a estudar a vida de Kepler foi Friedrich Apelt, escrevendo que Kepler foi um dos geradores da revolução científica do Século XVII. Willian Whewel escreveu em "*History of the Indutive Science*" que Kepler era considerado um grande cientista indutivo. Kepler influenciou Isaac Newton e Laplace entre outros grandes nomes da ciência.

Kepler defendeu a astrologia na obra "*Tercius Interveniens*". Em 1623 Kepler terminou de escrever as tábuas Rudolfinas que foram publicadas somente 4 anos depois. Em 1625, a contrarreforma, fechou sua biblioteca, censurando os estudos científicos. Em 1626 Mudou-se para Ulm, cidade onde Einstein nasceria 250 anos depois. Galileu Galilei e René Descartes não aceitaram as leis de Kepler ignorando-as completamente. Kepler teve contato com filósofos muito influentes de sua época. Entre 1609 e 1612 se comunicava através de cartas com Galileu que estava na Itália e não pode expor seus trabalhos por estar num país católico. Kepler pode expor na Alemanha por que lá a igreja não tinha muita autoridade na época da publicação. Kepler debateu astrologia com Philipo Feselius um escritor da época.

Como vimos Johannes Kepler foi um homem de muitos infortúnios e adversidades que podiam fazê-lo desistir, contudo, a dedicação e esforço falaram mais alto e ele entrou para história, mesmo hoje a cerca de 400 anos depois ainda estamos lembrando do nome deste cientista.

3.1.1 As leis de Kepler

Em 1543 Copérnico desenvolveu a teoria do Heliocentrismo, onde se aceitava o sol como centro do universo, e os planetas e estrelas girando em trajetória circular ao redor deste centro. Baseado neste conhecimento e em anos de observações astronômicas, suas e de seu chefe

Tycho Brahe que já trabalhava nisto a anos, foi baseando-se nestes conhecimentos que Kepler iniciou seus estudos sobre o movimento dos corpos do sistema solar. Johannes escreveu em seus livros as leis do movimento dos planetas ao redor sol. As leis que Kepler escreveu foram

- Lei das órbitas – Colocando o sol no foco de uma elipse, os planetas se movem numa trajetória elíptica ao redor do sol.
- Lei das áreas – O vetor que liga o planeta ao sol varre áreas iguais em tempos iguais.
- Lei dos períodos – A razão do quadrado do período de um planeta pelo cubo do raio médio é um valor constante para todos os planetas

3.2 ISAAC NEWTON

Os gregos já estudavam o céu há 2 milênios. Hiparco⁵ desenvolveu o astrolábio para auxiliar nestes estudos. Neste período da história, Ptolomeu⁶ descreveu o movimento dos astros colocando a Terra no centro de todo o universo, e este modelo de mundo foi aceito por muito tempo. Somente em 1543 Copérnico tirou a Terra do centro das atenções, colocando o Sol no centro do universo, criando o modelo Heliocêntrico. Pouco tempo depois, em 1564 Galileu Galilei escreveu sobre a queda dos corpos. Kepler desenvolveu melhorias nos telescópios refratores e quando descreveu as 3 leis dos movimentos planetários poucos as compreendiam, era complexo até para os estudiosos da época. Somente cerca de 100 anos depois um grande estudioso compreendeu as Leis de Kepler e ainda utilizou deste conhecimento para desenvolver uma teoria sobre gravitação universal. Esse homem foi Isaac Newton.

Este texto sobre Newton, baseou-se em diferentes fontes, pois houve biógrafos que não escreveram de maneira imparcial, deixando de lado pormenores que denegrissem a imagem de Newton como William Stukeley e David Brewston. Estes são autores de boas biografias, no entanto deve-se ter cuidado, pois nestas biografias Newton foi colocado como um Deus da ciência. Seu trabalho na física foi excepcional, mas foi

⁵ **Hiparco de Niceia (190 a.C. – 120 a.C.)** foi um filósofo grego que tinha interesses em astronomia.

⁶ **Claudio Ptolomeu (100 d.C. – 160 d.C.)** foi um astrônomo grego famoso por desenvolver um sistema de mundo geocêntrico.

um homem com características excêntricas, e pesquisas profundas mostram essas características como veremos no prosseguimento do texto, que demonstram seu lado humano e, é claro, sua enorme força de vontade.

Newton nasceu em Linconshire, em um casarão em Woolsthorpe na Inglaterra no dia 25 de dezembro de 1642, natal no calendário Gregoriano, que no nosso calendário já seria dia 3 de janeiro de 1643.

Durante a gravidez de sua mãe, seu pai veio a falecer. Sendo assim, Newton cresceu sem pai por perto para ensinar as obrigações da fazenda onde morava. Já órfão aos 3 anos, sua mãe casou-se novamente e deixou Newton com sua avó. Ela se casou porque na época era tradição que mulheres viúvas fossem pedidas em casamento para que o homem administrasse a vida financeira da família. Então seu novo marido, um pastor viúvo de 63 anos pediu Hannah em casamento. Como o pastor morava num vilarejo distante, não sabemos o motivo, mas deixou Newton vivendo com James e Margery, pais de Hannah até os 11 anos quando ficou viúva novamente e voltou para casa. Ele ficou triste em ter vivido com a avó, já que ela não o tratava tão bem e ainda achava o jeito dele estranho. Sua família não tinha problemas financeiros, entretanto toda família paterna era analfabeta e não incentivava os estudos. Foi a influência materna que o fez estudar. O maior desastre para a personalidade dele talvez tenha sido a falta da mãe na infância, isso o fez ser um homem amargo. A falta de afeto na infância também deve ter deixado seu coração frio e sem desejo de relacionamentos afetivos como casamentos ou muitas amizades. Richard Bressan observou que *"O comportamento característico de Newton não podia ter se originado de um fracasso em ser reconhecido e reverenciado em seu próprio tempo, porque o foi"* [Brennan, p. 25 1998].

Talvez por isso nunca se casou e parece que houve poucos episódios que citam algum envolvimento ou até conversas com mulheres. Sendo assim toda sua energia era para o trabalho como filósofo natural. Newton, sendo muito religioso, escreveu todos os seus pecados. Um deles era a vontade de queimar sua mãe e seu padrasto, o que demonstra seu ódio por ter ficado sem sua mãe na infância. Este fato, e outras situações em sua vida, o tornou um homem muito nervoso e desconfiado de tudo e de todos. Durante toda a vida Newton fora um homem introvertido e discreto. Desde a adolescência quando já lia livros que nenhum jovem queria ler como os de alquimia e filosofia, e talvez por isso também não tivesse muitos amigos porque deveriam ter outros hobbies. Como não tinha muitos amigos, na maior parte do tempo ficava montando máquinas simples, e lendo livros.

Porém, quando Newton estudava, ele esquecia o mundo a sua volta e se concentrava enormemente no que fazia, tanto que chegava a esquecer de comer. Newton teve um pouco de sorte por sua mãe lhe apoiar financeiramente com o mínimo para estudar. No entanto o seu apoio era para aprender a administrar o patrimônio familiar, uma pequena fazenda. Deste modo o apoio de sua mãe não durou muito porque Newton abandonou o curso agrícola já que não gostava destes serviços. Assim lia muitos livros sobre outros conhecimentos como geometria e filosofia natural que não ensinavam no King's School, escola de ensino básico que estudava em Grantham. Nesta época na escola ele não se esforçava, era um aluno mediano nem teve fama de melhor aluno. Somente após uma briga com um colega na escola que ele resolveu estudar mais. Nesta briga, Newton recebeu um chute na barriga e revidou com socos e pontapés. O mais interessante foi que Newton, muito orgulhoso, resolveu ser melhor que o seu oponente na briga, até nas notas. Ele além de prestar mais atenção e participar mais das aulas começou a ler muito em casa, de modo obsessivo, todos os livros que tinha acesso sobre processos químicos, máquinas e começou a fabricar pequenos utensílios, sendo esses os primeiros contatos com ciências, já que na escola não se estudava ainda.

Em 1661 foi aceito em Cambridge para cursar o ensino superior no Trinity College onde foi visto seu grande potencial em matemática.

Em 1665 ele teve que deixar Cambridge por conta de uma epidemia de peste bubônica, uma doença causada por uma bactéria presente na pulga de roedores, que causou a morte de cerca de 50 milhões de pessoas na época. Foi durante o tempo em que fugia da peste e ficando em sua fazenda estudou surpreendentemente e desenvolveu teorias importantíssimas para a humanidade, como a teoria das cores, as primeiras ideias do “*principia*” e da teoria da gravitação universal.

Naquela época não se podia ler o livro que quisesse, somente os que a igreja aceitasse esta leitura. Foi assim então que Newton adquiriu seus conhecimentos, aos poucos, com os livros que podia como uma esponja absorvendo cada pequeno conhecimento ao qual tinha acesso. Durante sua juventude, Newton escreveu muitas questões ou problemas que planejava estudar durante a vida para encontrar as soluções. A maioria respondeu, outras ficaram em branco ou pela metade, talvez por falta de tempo, algumas nunca conseguiu responder. Isso mostra que Newton não encontrou uma teoria para problemas que sabia que existiam, e também chegou a muitas vezes descrever pensamentos e hipóteses incoerentes. Ele também avançou muito em seu modo de pensar e de

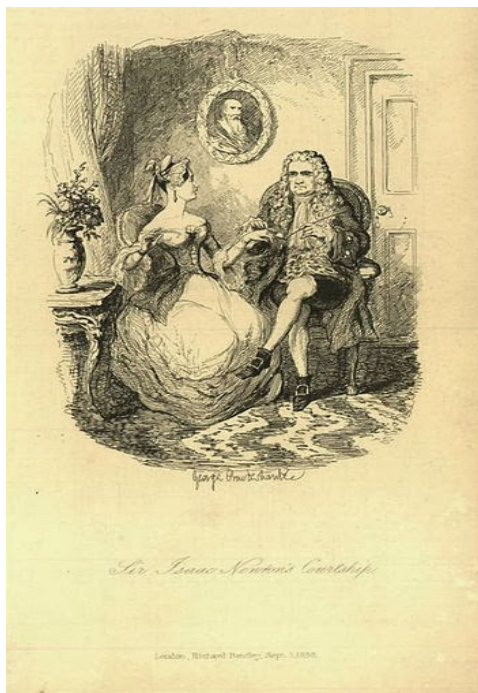
descrever a natureza das coisas durante a vida, deixou de apenas dar hipóteses e começou a utilizar uns métodos rigorosos de fazer ciência, com explicações comprovadas por experimentos.

Newton é considerado um dos maiores gênios de todos os tempos. No entanto, é também importante contextualizarmos esse gênio dentro de sua realidade social e humana. Esse "gênio" era uma pessoa de difícil trato com os demais, não era dado a explicar suas conclusões e descobertas e, naturalmente, errou com relação a alguns fatos científicos. Isso não retira o

status de grande intelectual dado a Newton, mas o coloca num lugar compreensível e aceitável para um ser humano. Como diz o ditado popular "errar é humano". Ele chamava de espírito algumas substâncias

[COHEN p.36, 2002], tinha muita fé na existência do éter⁷. Newton acreditava que Deus criou o universo utilizando partículas muito diminutas, maciças, impenetráveis e inquebráveis de maneira que elas formam os corpos e depois outro corpo e assim por diante. São partículas eternas sendo estruturas singulares que se unem e se separam e nunca deixam de existir. Nutriu grande interesse por Catherine Storer, a filha de William Clark⁸ com quem Newton morou durante sua juventude. Naquela época um jovem, quando era apaixonado por uma jovem, apenas conversavam ou trocavam cartas, e com Newton não foi diferente. Nesta

Figura 4 - Gravura lembrando a amizade entre Newton e Catherine.



⁷ **Éter** – Fluido que no imaginário dos cientistas até o fim do séc XIX ocuparia todo espaço interplanetário, onde não haja corpos celestes.

⁸ **William Clark** – Um farmacêutico com quem Newton morou de favor e aprendeu química.

época a única pessoa que Newton tinha contato era Catherine, no entanto o que é difícil de compreender é o porquê de Newton deixá-la e não voltar atrás para tentar casar com ela, sendo que ela foi a única mulher com a qual Newton teve esses afetos. O que se sabe é que ele apenas cogitou a ideia de casar-se para manter o status que na época era o correto, um homem ter uma esposa. Mais tarde, quando já havia feito fortuna, Newton ajudou Catherine financeiramente. Na figura 5 vemos uma pintura da época exibindo Newton conversando com sua amiga Catherine.

Newton descobriu as leis do movimento, descreveu o movimento de corpos sólido e fluidos, e desenvolveu uma lei sobre o movimento dos planetas em torno do sol chamando a força que existe entre eles de gravidade, ligando isso a todos os corpos ao redor da Terra e, também como quando uma maçã cai de uma macieira.

A queda da maçã, como um episódio descontextualizado e meramente 'curioso', no ensino da física, tem contribuído para disseminar a ideia de que "a gravitação universal surgiu diante de Newton num lampejo de discernimento". Típico de relatos que fazem um mau uso da história da ciência junto ao ensino, esse fato vulgariza uma das mais impressionantes realizações do conhecimento científico. "A gravitação universal não se curvou diante dele ao primeiro esforço. Newton hesitou e tropeçou, momentaneamente aturdido por complexidades esmagadoras, que já eram imensas na simples mecânica e que foram várias vezes multiplicadas pelo contexto global [Peduzzi p 97, 2006]

Entretanto Newton admitiu que não poderia explicar o motivo da existência da gravidade, o que a causa [Cohen p. 93 2002]. Acreditava que podia ser a atração uma força divina [Cohen, p. 91, 2002], demonstrando aqui seu aspecto religioso ou ao menos sua esperteza de não deixar lacunas para os críticos. Outro fato relevante no trabalho de Newton foi sua necessidade de estudar muito, para amadurecer lentamente sua mente e conseguir escrever os "*Principia*" [Cohen, p 113, 2002]. Com idade avançada mudou de opinião com relação a algumas

situações, como gerar hipóteses infundadas sobre o éter que já tinha deixado de defender. [Cohen, p.113, 2002].

Em sua teoria corpuscular já imaginava que havia espaço entre as partículas, chamava de poros, e relatou: "Mas qual é realmente sua estrutura interna ainda não sabemos" [Cohen, p.123 2002]. Somente no século XVIII John Dalton voltou com a teoria atomista, todavia com um modelo da bola de bilhar, diferenciando os elementos por tamanhos diferentes destas bolas.

Demonstrando o aspecto natural da evolução do conhecimento, Newton citou filósofos antigos em seus escritos nos quais ele se firmava para fazer alegações ou criar teorias, no "*principia*" volume III, ele escreveu que a lei do inverso do quadrado da distância já teria sido descrito por Pitágoras quando fez uma relação do "Uníssonos de duas cordas, quando as tensões são inversamente proporcionais ao quadrado dos comprimentos" [Cohen p.135, 2002]

De qualquer modo, do ponto de vista dos cânones da ciência, o que importa é o produto concreto do trabalho de Newton: uma nova matemática, uma nova mecânica, uma nova óptica, uma nova forma de olhar o céu, com o telescópio refletor. As suas elucubrações, os seus sonhos, sua motivação, suas neuroses, seus interesses pessoais, que se situam no contexto da descoberta, não fazem parte do relato científico. Efetivamente, em uma ciência que valoriza o contexto da justificativa, não importam os caminhos extra científicos trilhados por Newton. Pode ser curioso, ou mesmo surpreendente, para o físico, que Newton tenha procurado "perscrutar a mente de Deus e Seu plano para o mundo e a humanidade, tal como o exposto nas profecias bíblicas" [Peduzzi, 2010].

A aceitação das ideias de Newton são também explicadas, entre outras coisas, pela divulgação em aulas populares de seus conhecimentos, pelas críticas que dirigiu a Descartes, pelo seu jeito de escrever o livro "*Principia*" de acordo com as regras científicas aceitas na época, pela substituição vagarosa de professores escolásticos e cartesianos por newtonianos ortodoxos incentivadas pelo próprio Newton, e pela eleição

de Newton à presidência da Royal Society⁹. Lembramos também que somente após 50 anos da publicação dos “*principia*” as teorias newtonianas foram aceitas no restante da Europa.

Como vimos, Newton lia muito e tinha facilidade para trabalhos manuais. Foi um homem sério e de difícil relacionamento, as vezes até grosseiro. Trabalhador ao extremo, chegava a ficar dias sem dormir com apenas alguns cochilos, enquanto tentava solucionar uma teoria sem explicação. Adorava matemática, tinha interesse pelo lado oculto dos processos químicos, era extremamente rígido com regras e obrigações, e não era dado a relacionamentos amorosos. Enfim, esse era Newton um grande homem que desenvolveu grandes conhecimentos para a humanidade.

3.2.1 Descobertas de Newton na Física

Newton descreveu a teoria da gravitação universal, quando generalizou a força de atração entre os corpos para tudo no universo. Nesta teoria ele conseguiu demonstrar que a força da gravidade é responsável pelo movimento dos planetas em torno do Sol. Chegando com excelência na equação do cálculo desta força $F = \frac{G \cdot |M_1| \cdot |M_2|}{R^2}$.

Além disso, analisando os movimentos com maestria e utilizando explicações de Galileu, Descartes entre outros filósofos, descreveu as leis fundamentais dos movimentos. As três leis de Newton:

1. Lei da Inércia- Todo movimento é contínuo, isto é, se não houver nenhuma força resultante sobre um objeto, este tenderá a manter o movimento. Assim se está em repouso continua em repouso, se está em movimento continua em movimento e em linha reta com a mesma velocidade.

2. Lei do movimento- Para um corpo de massa m obter uma aceleração a ele necessita de uma força F . $\vec{F} = m\vec{a}$

3. Lei da ação e reação – Na interação entre dois corpos em contato ou a distância, a força que um corpo faz no outro é sempre de mesma intensidade e direção, porém no sentido oposto.

Também se aventurou na óptica, desenvolvendo o primeiro telescópio refletor, que utiliza espelhos esféricos e não as lentes que causavam problemas refrativos na imagem vista pelo observador. Newton

⁹ **Royal Society** – Sociedade criada para o desenvolvimento do conhecimento, fundada em 1600 em Londres na Inglaterra.

estudou o comportamento da luz e escreveu sobre as cores e a natureza da luz, e realizou um estudo da luz branca e a dispersão da luz.

3.3 MICHAEL FARADAY

No século XIX algumas descobertas abriram portas para inovações na área da eletricidade. Dentre elas, temos a lei que estabelece a força de atração ou de repulsão entre cargas elétricas, proposta por Coulomb¹⁰. A invenção da pilha voltaica em 1819, criada por Alessandro Volta¹¹. O experimento de Oersted¹², que fez uma corrente elétrica atravessar um fio condutor e colocando uma bússola ao redor deste fio, percebeu a geração de um campo magnético ao redor do mesmo. Após estes avanços, alguns cientistas, como Ampère¹³, desenvolveram diversas experiências sobre força elétrica e ou magnética. Um assistente de laboratório na Inglaterra, simples e com pouca experiência se interessou numa destas áreas. O nome deste assistente era Michael Faraday.

Faraday nasceu na Inglaterra no dia 22 de setembro de 1791 numa vila, próxima de Londres, em Surrey, uma localidade de pouca importância na época. Na Figura 6 e percebemos a pequena área do lugar onde Faraday nasceu.

Seu pai se chamava James Faraday e sua mãe Margareth Hastwell. Eles eram de famílias pobres. Sua mãe, antes de casar, trabalhava como empregada doméstica ou serviçal como era chamada a profissão na época, e depois do casamento e do nascimento dos filhos, ela não pode mais trabalhar. Na sua infância, Faraday chegava a ficar semanas sem ter um prato digno de comida, comendo apenas migalhas para não vir a falecer. Seu pai estava procurando melhores empregos para tentar dar uma vida melhor a sua esposa e filhos e, então, quando ainda era muito pequeno, sua família se mudou e fixou moradia em Westminster, também em Londres. Ficaram em uma casa muito simples, sem conforto. O emprego melhor procurado por seu pai nunca foi encontrado. Desta forma a

¹⁰ **Charles Augustin de Coulomb** – Físico francês que propôs importantes experimentos para o entendimento de cargas elétricas

¹¹ **Alessandro Volta** – Professor de Física italiano apaixonado pela eletricidade, famoso pela invenção da pilha voltaica.

¹² **Hans Christian Ørsted** – Físico e químico dinamarquês interessado na relação entre eletricidade e magnetismo.

¹³ **André-Marie Ampère** – Cientista francês com importantes contribuições no eletromagnetismo.

situação não teve alteração e a vida financeira da família continuou péssima.

Figura 5 : Mapa da Inglaterra com Surrey em destaque, região de nascimento de Michael Faraday.



Faraday vivia em Londres na sua infância e sendo assim, estudou em uma escola primária próxima de sua casa. Ele tinha muita dificuldade em falar, e havia uma professora que o criticava muito por ele ser assim. Possivelmente tinha problemas na fala do tipo que fazem as crianças trocarem o som de algumas letras e recebia castigos por não acertar as palavras que falava, tendo com isto problemas no aprendizado. Acabou saindo cedo da escola por não se dar bem com o tipo de ensino recebido. Começou a trabalhar bem cedo, aos 13 anos. Com isso aprendeu apenas a ler, escrever e realizar as quatro operações básicas de matemática. Seu primeiro emprego foi em uma livraria entregando livros e auxiliando na

encadernação. Quem lhe deu emprego foi um emigrante francês, George Riebau, dono da livraria exposta na gravura da Figura 7.

Figura 6: Livraria de Riebau



George deixava Faraday ler os livros que tinha acesso. Muitos deles encadernava e depois lia. Faraday ficou trabalhando neste local até os 21 anos. Neste tempo que passou ali, enquanto não trabalhava, estava lendo sobre vários assuntos de seu interesse como química, eletricidade e a enciclopédia britânica. Ele também se interessou por filosofia e frequentou um grupo de discussões filosóficas, chamado “City Philosophical Society”. Ficou então ligado aos livros durante toda a adolescência.

Com 19 anos ele investia o pouco dinheiro que lhe sobrava em experiências de química. Quando tinha 20 anos de idade, um cliente benevolente que sabia do grande apreço de Faraday pela ciência lhe deu um ingresso para seminários de Humphry Davy, um químico famoso que fazia demonstrações experimentais fantásticas para grandes públicos, como um grande show de mágica. Faraday foi a este evento e ficou maravilhado com o que viu, e durante toda a palestra escreveu todos os pormenores que percebeu Humphry realizar no palco. Tudo que escreveu

ele encadernou e enviou para Humphry pedindo-lhe um emprego de ajudante. Quando Humphry recebeu os manuscritos os achou muito organizados e detalhados, porém não precisava de ajuda no momento. Passados alguns meses, ele sofreu um acidente enquanto preparava uma reação química, sofrendo alguns ferimentos, machucando principalmente os olhos e impossibilitando-o de realizar seu trabalho no laboratório. Lembrou então do jovem entusiasta da ciência que lhe pedira um emprego e mandou chamá-lo. Faraday ficou imensamente feliz de ir trabalhar com ciência. Foi no mês de março de 1813 que chegou ao laboratório da Royal Institution para ser um auxiliar de laboratório, ele tinha 21 anos. Ficou trabalhando e aprendendo com seu instrutor, tornando-se um dos maiores experimentalistas de todos os tempos. Realizou cerca de 15 mil experiências durante a vida. Em 1821, com 30 anos publicou seu primeiro trabalho científico, um ano após Oersted realizar seu lendário experimento no qual descobriu o campo magnético ao redor de um fio atravessado por uma corrente elétrica. Ainda neste ano casou-se com Sarah Bernard e vivia com ela num pequeno apartamento no prédio da Royal Institution. Em 1825 fazia conferências para a sociedade sobre química, eletricidade e o andamento das ciências, e nesta época foi promovido a coordenador do laboratório da Royal Institution, e depois a diretor. Neste local ficou até o fim da vida. Enquanto trabalhou lá, Faraday fez descobertas importantíssimas para a humanidade, como o motor elétrico, o transformador e o gerador de energia elétrica e muitas outras da área da química.

O trabalho de Faraday mostra-se assim um bom exemplo de que a evolução científica se faz com muita pesquisa, com resultados positivos e negativos, com debates dentro da comunidade, com conflitos e, principalmente, com investigações em torno de hipóteses e ideias. Elementos importantes para uma discussão sobre a Ciência que devem ser levados para as salas de aula, juntamente com a valorização do trabalho experimental. [Martins e Dias p. 12, 2004]

A vida de Faraday na ciência foi importante para ele. Entretanto dava o mesmo ou maior valor a seus amigos, sua igreja e sua família. Ele

trabalhava e em todo o tempo que lhe sobrava ficava com sua esposa e ia à igreja.

Vários cientistas da época procuravam bases para harmonizar a ciência e a religião, mas Faraday não achava isso interessante. Para ele deveria haver uma separação entre as duas. Ele era tão religioso que chegou a rejeitar honras por ser destaque em sua área de trabalho, e não aceitou posições melhores em seu emprego para não ter riqueza porque, de acordo com a seita religiosa a que pertencia, chamada de Sandemaniana, por ter sido criada por um homem chamado Sandman, os cristãos devem ser humildes e não enriquecer com bens materiais, mas somente espirituais [BODANIS, 2001]. Ele sublinhou em sua bíblia, entre outras coisas: "*O amor ao dinheiro é a raiz de todos os males*" I Timóteo seis; 20 e Mateus 6; 19-20 que relatavam sua tradição religiosa. Ele deixou de receber um salário 10 vezes maior que recebia por não querer ir contra sua religião. Assim recebia seu salário digno para viver com simplicidade. Faraday chegou a ser diácono em 1832, e ancião em 1840, dois cargos superiores em sua congregação pelas pessoas da época. Essa seita era desprezada pela maioria das pessoas da época, que eram católicas.

Faraday morreu em 25 de agosto de 1867 aos 75 anos. Durante toda a vida foi um homem muito ávido pelo conhecimento. Ele tinha talento para fazer observações e experimentos e conseguia tirar ótimas conclusões, assim analisando experiências podia planejar outras experiências ou prever outras aplicações para os experimentos que havia visto e ou realizado.

Foi um homem muito humilde, tinha amor ao próximo, religioso, atencioso com sua esposa, e foi um grande amante da ciência. Na lápide de Faraday está escrito seu epitáfio "Para Faraday a exploração científica não foi apenas emocionante e gratificante, mas uma vocação cristã" [Tyndall, 1961].

3.3.1 Descobertas de Faraday na Física

A indução eletromagnética descoberta por Faraday foi de extrema importância para sociedade. Ele descobriu a indução eletromagnética depois de Oersted ter descoberto o campo magnético criado ao redor de fios percorridos por uma corrente elétrica. Ele descobriu que uma variação do campo magnético nas proximidades de um condutor gera uma variação no campo elétrico gerando assim uma diferença de potencial podendo criar, quando necessário, uma corrente elétrica num condutor.

O estudo desta teoria é importante pelo enorme uso na sociedade para a geração de energia elétrica, compreendendo assim como é a transformação de energia ocorrida nas hidroelétricas, termoeletrônicas, etc.

Além das descobertas em Física, ele desenvolveu muitos estudos em química, como a primeira e segunda lei da eletrólise, descrevendo as reações químicas ocorridas nos processos e definindo regularidades para chegar às fórmulas de cálculo de carga no sistema eletrolítico e a massa dos reagentes presentes nos eletrólitos. Também fez estudos na área de gases, sendo o primeiro a liquefazer a maioria dos gases conhecidos. Fez o isolamento do benzeno e muitas outras melhorias na compreensão de estudos em Química e Física.

3.4 ALBERT EINSTEIN

Einstein nasceu na Alemanha no dia 14 de março de 1879, na cidade de Ulm, onde se encontra a catedral com a maior torre do mundo, com 161 metros. A cidade fica na região da Baviera, como está exposto na Figura 8, ao lado do rio Danúbio, rio que separa os estados de Baden-Württemberg e Baviera. De um lado do rio fica a cidade de Ulm e do outro, já no estado da Baviera, uma cidade muito parecida chamada de Neo-ulm, como podemos ver na Figura 9

Figura 7 : Alemanha com a posição da cidade de Ulm no estado de Baden-Württemberg.



Figura 8: Divisa entre a Cidade de Ulm e Neo-Ulm



Sua família era comum, pai, mãe e filhos. Viveu toda a infância com seus pais e foi educado em grande parte por sua mãe que passava mais tempo com o jovem Einstein. Seus pais eram judeus não praticantes e recebiam visita de parentes periodicamente, como a de seu tio Jacob e um estudante de medicina chamado Max Talmey que costumava jantar na casa da família, e brincava com sua irmã sempre que podia.

Seu pai Herman era um tipo de empresário esforçado, que quando um de seus negócios não dava certo e falia, não ficava parado indo atrás de um novo negócio para ter o seu ganha pão. Antes de Albert nascer, seu pai tinha um comércio de materiais agrícolas, um ano após o nascimento de Albert, deixou a vida de comerciante e começou a fabricar dínamos e materiais elétricos, o que fez até sua morte em 1902. Foi seu pai quem lhe deu uma bússola de presente quando criança, e incentivava seus aprendizados em áreas ligadas a engenharia, talvez por estar relacionado a sua empresa.

A mãe de Einstein era uma mulher calma que teve uma educação básica. Cuidava dos afazeres domésticos e gostava de artes e música. O gosto de sua mãe por música o fez aprender aos 6 anos a tocar violino, e tocar durante toda sua vida, inclusive na adolescência aprendeu a tocar sonatas de Mozart. Como podemos ver, sua família não era rica, vivendo modestamente com pouco luxo.

Em sua época de infância, vivia com seus pais na cidade de Munich, para onde seu pai foi logo após o nascimento de Einstein para abrir um novo negócio com seu irmão Jacob. Ele brincava muito

empilhando cartas de baralho e ficava sozinho em pensamentos distantes. Lia os livros sobre filosofia e ciência que seu pai tinha na estante de casa, e só começou a se comunicar plenamente através da fala, aos 9 anos [Gleiser, p. 261 2000]. Ele estudou numa escola primária católica até os 8 anos e então foi transferido para a escola Ginásio Luitpold, hoje conhecido como Ginásio Einstein, onde ficou até meados de 1894, último ano do ensino secundário. Aos 12 anos seu tio Jacob lhe deu um livro sobre geometria elementar o que para ele era muito mais interessante que geografia, francês e história, as disciplinas que não admirava e que tinha dificuldades nas provas. Seu tio Jacob aproveitando esses gostos por matemática e ciência, ensinava-lhe sobre álgebra e geometria desde pequeno. Nesta época de adolescência, Einstein lia muito. Max lhe deu um livro de Immanuel Kant, “Crítica da Razão Pura”, e que Einstein leu antes dos 15 anos de idade. Max também foi importantíssimo para Einstein se tornar um intelectual, dando-lhe 21 pequenos volumes escritos por Aaron Bernstein, que enfatiza as interrelações entre biologia e física [Talmey, 1972].

Figura 9: Histórico escolar com as notas de Albert Einstein no fim do ensino secundário

Der Erziehungsrat
des
Kantons Aargau
urkundet hiemit:

Herr **Albert Einstein** von Allmen,
geboren den 14. März 1879,
besuchte die **argauische Kantonschule** von der III. S IV. Klasse
der **Gemeinschafts-**
Schule abgetreten schiffsam und **Reifeprüfung** am 18. 19. 20.
September, sowie am 26. September 1896, erhielt derselbe folgende Noten:

1) Deutsche Sprache und Literatur	5
2) Französische	5
3) Englische	5
4) Mathematische	5
5) Geschichte	6
6) Geographie	4
7) Physik	6
8) Chemie	6
9) Geschichte (Hammatische, Schweizerische u. argauische Geschichte)	6
10) Physik	6
11) Chemie	5
12) Naturgeschichte	5
13) Latein	4
14) Die hebräische Sprache	4

* Die gelben Noten bezeichnen
Spezialkenntnis und denselben das Zeugnis der Reife stellt.
Aarau, den 2. Oktober 1896.

Der Vorstand des Erziehungsrates
Der Präsident:
[Signature]
Der Sekretär:
[Signature]

Ele sempre foi um bom aluno. O mito de que era mal aluno pode ter sido por uma diferença de linguagem em relação às notas na Alemanha onde estudou quase toda a educação básica e na Suíça onde cursou os últimos anos do ensino secundário. Ele chegava a ajudar os colegas com dúvidas. Na Suíça o 6 era considerado excelente e o 1 muito ruim. [Isaacson, 2007] Ele era ótimo em matemática e ciências, mas mediano nas outras disciplinas. Como podemos notar no seu histórico escolar na Figura 10, onde 6 é excelente, 5 é bom, 4 era suficiente, 3 ou menos eram notas baixas.

Einstein tentava resolver de várias maneiras diferentes os problemas pedidos pelos professores, o que seus professores autoritários não aceitavam e isso o irritava. Isso o desanimava, de modo que faltava muito à escola. Um de seus professores chegou a dizer que ele não chegaria a lugar nenhum, por não seguir os protocolos em seus estudos.

Aos 15 anos de idade, Einstein teve que ficar longe de seus pais por alguns meses. Seus pais foram para Itália no início de 1894, e mais uma vez seus negócios não deram certo. Foram tentar uma nova maneira de ganhar dinheiro, desta vez na cidade de Milão na Itália, Einstein foi para Itália somente no meio do ano quando pediu uma licença médica para poder se deslocar à Itália. Foi a Suíça tentar terminar seu ensino secundário para conseguir entrar no ensino superior. Matriculou-se na escola Cantonal em Aarau na Suíça, onde estudou entre 1895 e 1896 se formando e abrindo a possibilidade da tão sonhada universidade. Enquanto morou em Aarau se hospedou com a família do professor Jost Winteler, e apaixonou-se pela filha dele Marie Winteler, o que não resultou em relacionamento.

Em 1896, aos 17 anos, fez os exames para ingressar no curso universitário para ser professor de Física, conseguiu e ainda com ótima nota. Formou-se em 1900. Suas notas na faculdade não foram as melhores, nem tampouco melhor o aluno. Assim seu objetivo inicial de ser um professor universitário em Zurique foi por água abaixo, já que seus professores não lhe deram os créditos necessários para que fosse aceito. Suas notas talvez não tenham sido melhores porque Einstein faltava a muitas aulas para ler obras de grandes cientistas e filósofos, como gostava de fazer na sua adolescência, só que para ele seria mais interessante que ir para aula.

Como não conseguiu emprego na universidade foi lecionar em escolas de ensino secundário e dar aulas particulares, mas não se deu bem nestes trabalhos, fazendo alguns amigos e recebendo um pouco de dinheiro para se sustentar. Aos 22 anos, em 1902, conseguiu um emprego

graças a seu amigo Marcel Grossman. O pai de Grossman lhe deu um emprego num escritório de patentes¹⁴ em Berna na Suíça,

Neste emprego Einstein pode estudar mais nas horas ociosas, e escrever artigos sobre a Física. Aproveitando muito o tempo, escreveu 3 artigos que foram publicados em 1905 incluindo um de 17 páginas sobre o efeito fotoelétrico, publicado em março de 1905 e que lhe rendeu o prêmio Nobel em física em 1922.

Einstein desde sua juventude foi um homem que adorava a companhia de amigos e principalmente de mulheres. Quando se casou, pela primeira vez, em 1902 com Mileva Maric, ele estava apaixonado e teve dois filhos com ela. Todavia alguns anos depois de ter os filhos, se correspondia com sua prima Elza Einstein e escreveu que não estava contente com sua esposa e que a tratava como uma empregada [Isaacson, p. 172, 2007]. Einstein então se relacionou com sua prima nesta época, o que além das brigas e das diferenças, motivou o fim de seu primeiro casamento. Ele se casou com a prima Elza depois do divórcio em 1919. No casamento com sua prima escreveu um contrato em que Elza não poderia falar com ele se ele não estivesse disposto e também que ele teria liberdade de dormir em quarto separado e fazer o que vontade [Isaacson, 2007]. Isso demonstrou que Einstein era um pouco machista e um homem namorador. Ele adorava se mostrar para as mulheres ao tocar seu violino de maneira perfeita como o fazia. Com Elza ficara até o fim de sua vida.

Aos 12 anos, quando recebeu um livro de geometria, Einstein não demonstrava seu potencial intelectual inovador. Entretanto gostava muito de estudar lendo livros sobre matemática e filosofia. Seu pai sabia de sua facilidade com cálculos e como era empresário na área de materiais elétricos desejava que seu filho estudasse engenharia elétrica. Seu pai, talvez sem intuito, deu a Einstein, quando ele tinha apenas 4 anos, uma bússola, o que motivou Einstein a pensar em campos e forças invisíveis que alteravam a posição da agulha magnética da bússola. Como sempre se surpreendeu com as belezas da natureza e as explicações escondidas nela, se interessou então pelo curso de Física e não pela Engenharia como seu pai pretendia. Entrar no curso de Física o auxiliou a se tornar um cientista. Porém, somente no tempo que estava em Berna no escritório de

¹⁴ **Patente** é uma concessão pública, conferida pelo estado, que garante ao seu titular a exclusividade ao explorar comercialmente a sua criação. [Wiki, 2018]

parentes, que ele conseguiu escrever artigos de grande importância para a ciência e assim após a aceitação e publicação em periódicos de Física, passou a ser conhecido como cientista. Entretanto não era levado a sério pela maioria dos cientistas da época, mas um importantíssimo o apoiava, Max Planck, que desenvolveu estudos importantíssimos introdutórios à física quântica.

Entre 1905 e 1916 estudou profundamente tudo que se sabia sobre relatividade e apresentou a Teoria da Relatividade Geral em 1916. Em 1922 recebeu o prêmio Nobel de física por ter explicado corretamente o efeito fotoelétrico. Ele escreveu um artigo de 17 páginas explicando este efeito que havia sido descoberto por Hertz e seu auxiliar Philip Lenard em 1900. No entanto ninguém o havia explicado corretamente até 1905. Assim não havia maneiras de aplicá-lo em novos produtos na indústria. Com a explicação satisfatória este efeito pode ser aplicado no desenvolvimento de sensores modernos que utilizamos até hoje, em alguns casos diariamente.

Para Einstein, a ciência deve ser aceita uma espécie de religião, na qual a fé está na própria veracidade da ciência e do fazer científico. Atitudes religiosas de outras religiões afetam o desenvolvimento da ciência porque são subjetivas, por isso estudiosos como Kepler, Newton entre outros até justificavam que foi Deus que fez o mundo e que por isso era perfeito e os dados dos experimentos demonstravam essa perfeição, e em conjunto também justificava a ciência [Gleiser, pág. 193].

Como podemos perceber, Einstein viveu metade da vida na Europa, e mesmo nascendo na Alemanha não se dizia alemão e sim judeu. Depois recebeu as nacionalidades, suíça e americana. Na Alemanha, na sua adolescência e no início da vida adulta, o país tendo perdido drasticamente a primeira guerra mundial, teve que se reerguer. No país, nesta época, havia grandes cientistas, políticos e artistas famosos, tais como Max Planck, Hitler, Freud e outros. Einstein era apenas um estudante aspirante a professor de Física que se formou não se saindo muito bem e não conseguindo emprego a princípio.

Na infância, Einstein recebia críticas antisemitas dos colegas católicos, e depois na vida adulta houve severas campanhas antisemitas,

inclusive com ameaças de morte. Isso e a dificuldade de lidar com sua esposa e filhos foram os problemas de vida mais complicados que Einstein não conseguiu resolver.

A ciência é feita de suor. A verdadeira vida de um cientista tem erros atrás de erros e muitas frustrações. O verdadeiro poder do gênio é a força de vontade em cometer os erros necessários para chegar às respostas e nunca desistir. É preciso ter habilidade de se concentrar num problema por dias, meses ou até anos. Muitas vezes fazem centenas de indagações sem nenhum acerto. Por exemplo, Einstein em 1915, após tentar dezenas de vezes resolver o problema da órbita de mercúrio, lembrou-se que certa vez conseguiu resolver de uma maneira diferente. Havia resolvido em 1912, porém na época havia uma informação imprecisa deixando de lado aquela resolução. Em 1915 esta resolução foi utilizada novamente.

O período entre primeira e a segunda guerra mundial influenciou muito Einstein, psicologicamente e cientificamente. Psicologicamente por ver vários dos cientistas ao seu redor ajudarem os alemães nazistas que estavam em ascensão. Cientificamente por que em 1914, quando dois astrônomos, um americano William Wallace Campbell e um Alemão Erwin Finlay Freundlich, foram à Crimeia na Rússia para fotografar um eclipse e tentar "provar" resultados da relatividade geral. Nesta ocasião o exército russo destruiu os telescópios e prendeu o astrônomo alemão acusando-o de espionagem. Desta forma a prova da teoria da relatividade de Einstein ainda iria esperar alguns anos. Arthur Stanley Eddington¹⁵ havia participado da expedição para fotografar o eclipse de 1919. Em 1919 ao relatar os resultados da expedição, havia um quadro de Newton de onde ele assistia uma nova teoria da gravitação universal, enquanto explicava na Royal Society que Einstein estava certo em relação a sua teoria da relatividade geral. Só neste momento que Einstein começou a ter sucesso e prestígio como cientista. Mas este resultado não estava tão bom, de modo que sete expedições foram a Austrália e obtiveram dados que deram força à interpretação de Einstein para a gravitação. Na época, Poincaré não aceitava a teoria de Einstein e levou junto com ele muitos outros cientistas, o que levou a um atraso na aceitação da relatividade geral em muitos países. Poincaré também havia desenvolvido uma teoria semelhante.

¹⁵ **Arthur Stanley Eddington** – foi um astrofísico britânico que ficou famoso por trabalhos sobre a teoria da relatividade.

Einstein continuou seus estudos e pesquisas até sua morte em 1955. Ele tentou resolver o problema da unificação dos campos¹⁶, mas não chegou a nada. No último ano de vida relatou que ela deve ter alguma relação com os átomos e as partículas. Ele foi um grande conferencista e palestrante, participou de grandes debates intelectuais sobre a ciência e recebeu algumas premiações por seu empenho. Chegou até a receber um convite para ser o presidente de Israel, o que não aceitou por achar que não tinha perfil.

Enfim, Einstein foi um homem que adorava crianças, que teve problemas em aprender idiomas como francês e grego, que adorava ciências, que teve alguns acessos de raiva quando contrariado, que não gostava do militarismo, que tocava violino e adorava Mozart e que era um apaixonado pelas mulheres. Estas são as particularidades que mostram o Einstein como um homem bom, um homem normal que se preocupava com os outros, e com a vida humana.

3.4.1 Descobertas de Einstein na Física

Einstein estudou a relatividade restrita dando explicações precisas e de fácil compreensão em comparação às de outros cientistas. Além disso Einstein descreveu o movimento Browniano¹⁷ e o efeito fotoelétrico, recebendo o prêmio Nobel por este último. No estudo deste trabalho, a Física de Einstein que será revisada é apenas o efeito fotoelétrico, para introduzir a Física Moderna.

Philip Lenard, em 1895 fez experiências satisfatórias demonstrando o fenômeno do efeito fotoelétrico, no entanto não sabia explicar. Einstein em 1905 escreveu a teoria explicativa de maneira excelente, podendo a partir da sua explicação utilizar o fenômeno para aplicações industriais e domésticas. Esta explicação foi a de que ao iluminar uma placa de um certo material, este libera elétrons somente se os fótons desta luz tiverem uma energia maior que um determinado valor que é o material da placa que define. Einstein também descreveu que o aumento da intensidade apenas altera a quantidade de elétrons liberados, mas não sua energia cinética. Einstein chamou estes fótons de pacotes de

¹⁶ **Unificação dos campos** – unificar o eletromagnetismo com a gravitação, por intermédio de uma generalização da Teoria da Relatividade geral.

¹⁷ **Movimento Browniano** - é o movimento aleatório das partículas suspensas num fluido, resultante da sua colisão com átomos ou moléculas do fluido.

energia que podem ser calculados com $E = hf$, sendo calculada com a constante de Planck. Einstein utilizou o termo quantizada para energia dos fótons, sendo a primeira aplicação da Física Quântica.

4. APLICAÇÃO

4.1 PÚBLICO ALVO

A escola na qual foi aplicada a sequência didática desenvolvida neste trabalho é a escola Abílio César Borges, uma escola estadual de ensino básico na cidade de Nova Veneza-SC, localizada na rua Alfredo Pessi, 384 no centro da cidade. A escola foi criada em 1950 com apenas 3 turmas e com cerca de 60 alunos e 3 salas e havia somente o ensino fundamental I. Atualmente a escola conta com cerca de 500 alunos. Para atender estes alunos a escola dispõe de 12 salas que comportam cerca de 30 alunos, e tem aulas nos 3 períodos, atendendo turmas desde a sexta série do ensino fundamental até o terceiro ano do ensino médio. A escola ainda conta com secretaria, sala de orientação, ginásio de esportes e um campo externo. Os alunos desta escola moram numa região onde existe grande movimento agrícola, então, em geral são de famílias de agricultores.

Todas as turmas de **terceiro ano de ensino médio** participaram desta aplicação do produto educacional. A turma 301, com 17 alunos, a turma 302 com 16 alunos e a turma 303 com 30 alunos. Todos os alunos estavam cientes da participação na aplicação. A três turmas eram consideradas razoáveis com relação ao aprendizado. Havia alunos medianos e alguns ótimos alunos. O contexto era diferente pois foram duas turmas do matutino, a 301 e 302, e uma turma do noturno, a 303. Então houve uma diferença com relação ao tempo disponível para atividades de casa, já que muitos alunos do noturno trabalham o dia inteiro e sempre justificam que acaba não sobrando tempo para estudos. Já os da parte da manhã fazem as atividades de casa e somente poucos alunos que por falta de interesse, não as realizam.

Essas turmas foram escolhidas por já terem visto os conteúdos de mecânica, gravitação e eletromagnetismo. Deste modo estariam revisando tais conteúdos. Por haver o conteúdo do efeito fotoelétrico no currículo do terceiro ano que faz parte da Física Moderna, este também foi motivo da escolha destas turmas.

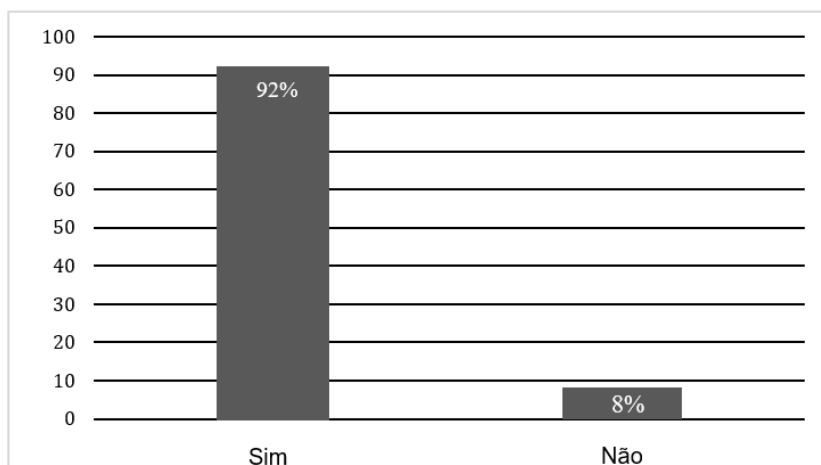
4.2 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Para iniciar a apresentação do projeto realizamos uma pesquisa de opinião com 13 questões sobre o conhecimento dos alunos com relação a ciência e seu interesse pela área. A análise das respostas dos alunos colocamos abaixo, juntamente com gráficos.

Respostas dos alunos à pesquisa antes do projeto

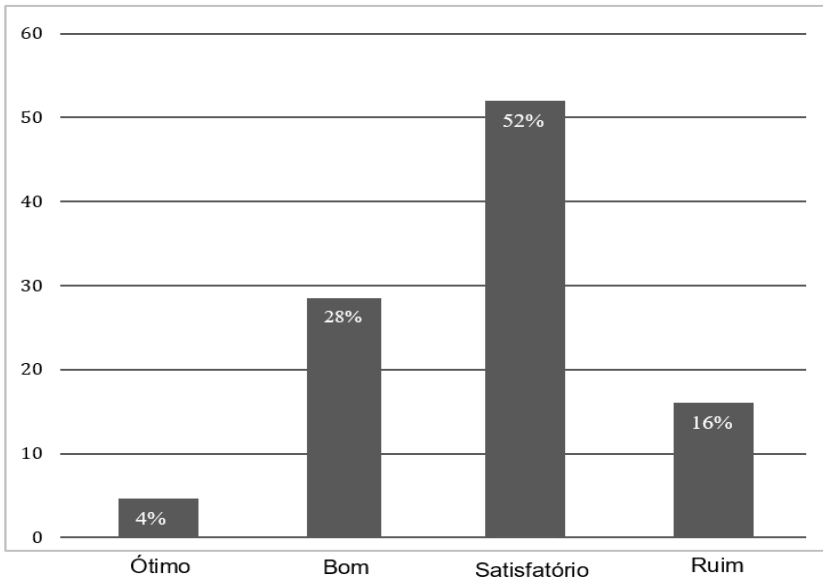
1. Em suas aulas de física, são citadas as vidas dos cientistas?
() Sim () Não

Se sim responda a questão 2.



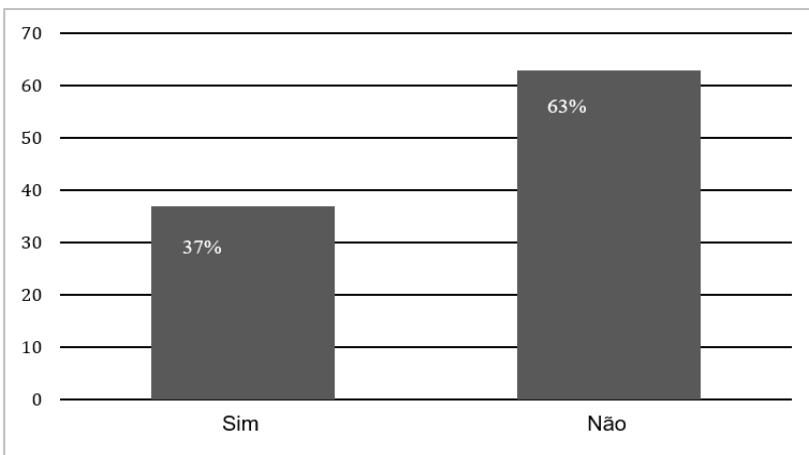
2. Com relação ao modo que tem sido abordada a história dos cientistas, como você o classificaria?

Ótimo Bom Satisfatório Ruim

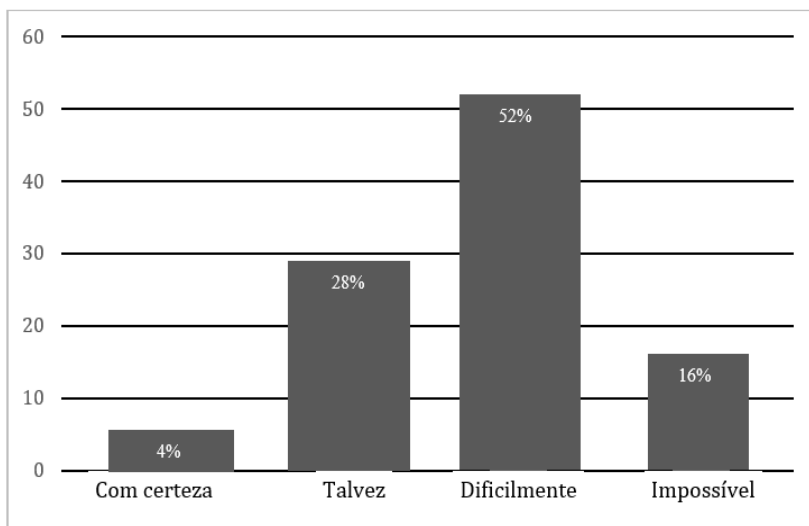


3. Teorias de física como as que você aprendeu podem ser descobertas por pessoas comuns que um dia estudaram em escolas de ensino médio?

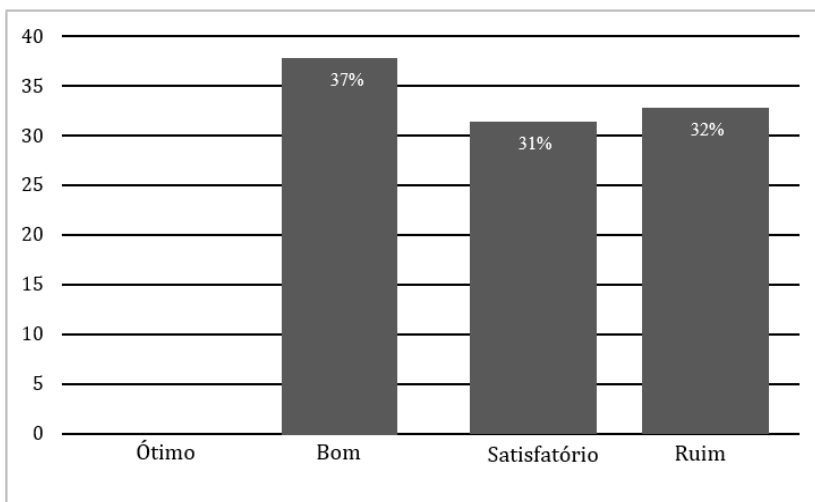
Sim Não



4. Você teria condições para iniciar uma carreira de cientista?
() Com certeza () Talvez () Difícilmente () Impossível

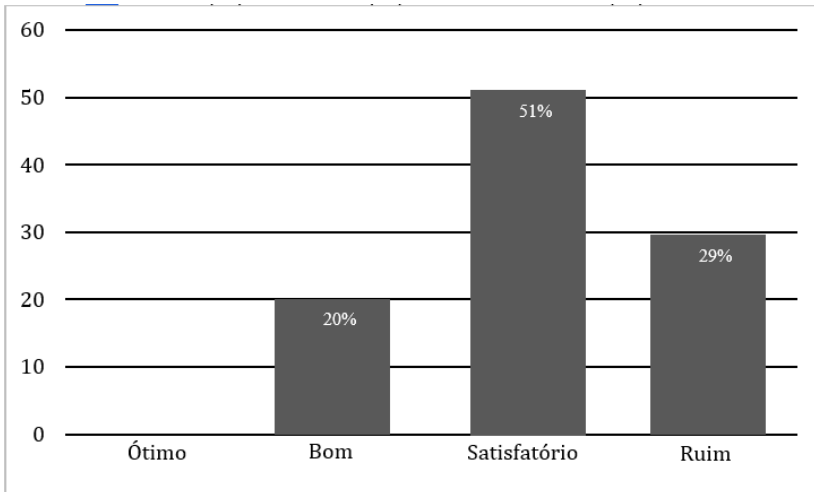


5. Como é seu desempenho na área de matemática?
() Ótimo () Bom () Satisfatório () Ruim



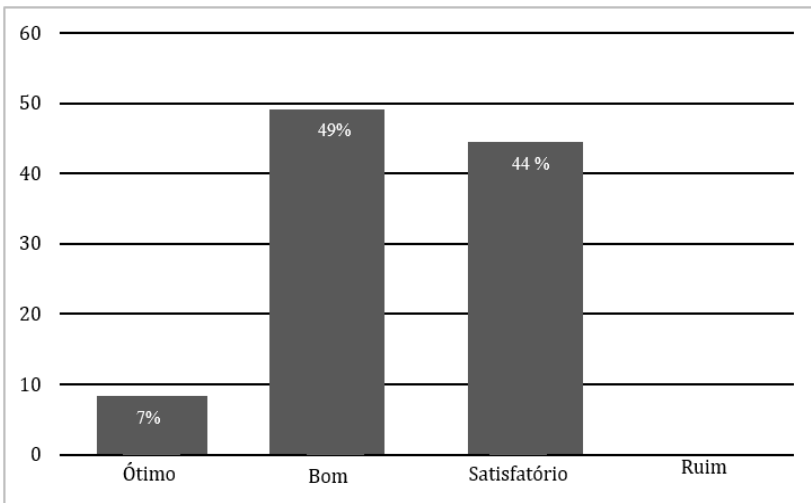
6. Como é seu desempenho na área de Física?

Ótimo Bom Satisfatório Ruim



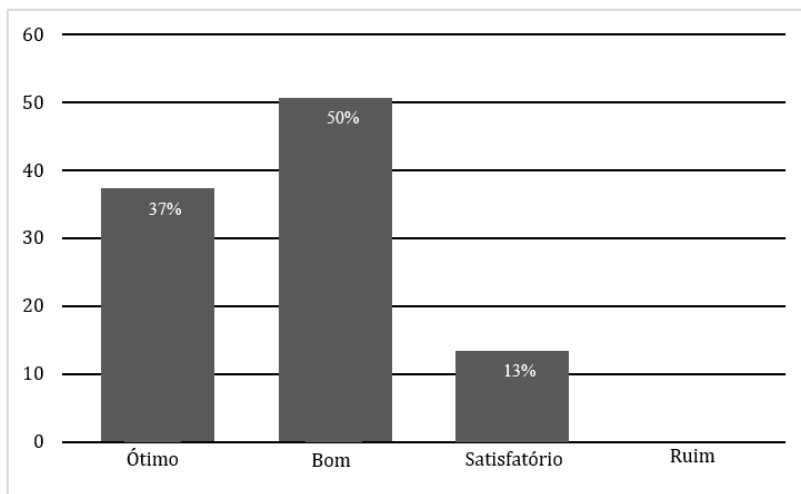
7. Quanto ao material didático de Física, você o considera:

Ótimo Bom Satisfatório Ruim



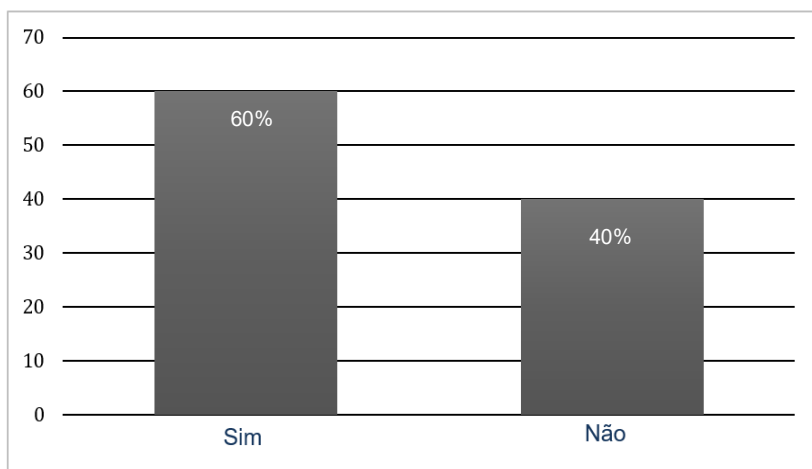
8. Sua relação com o professor de Física?

Ótimo Bom Satisfatório Ruim



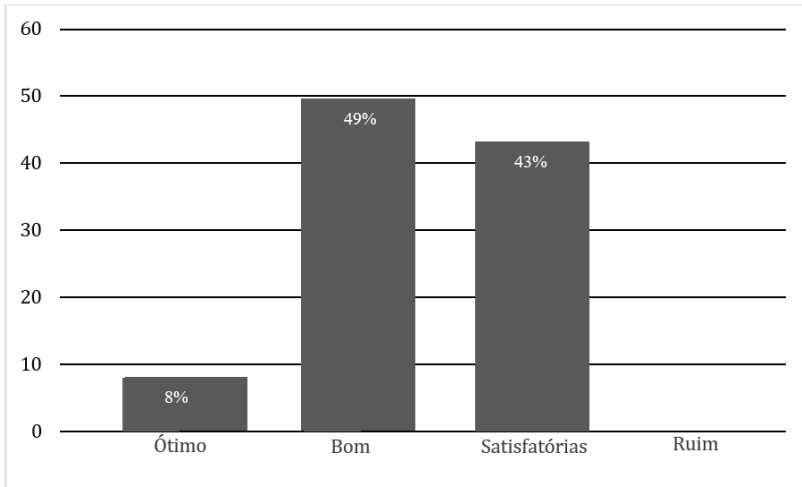
9. Em sua opinião, todos os cientistas são gênios que se diferenciam do restante das pessoas?

Sim Não



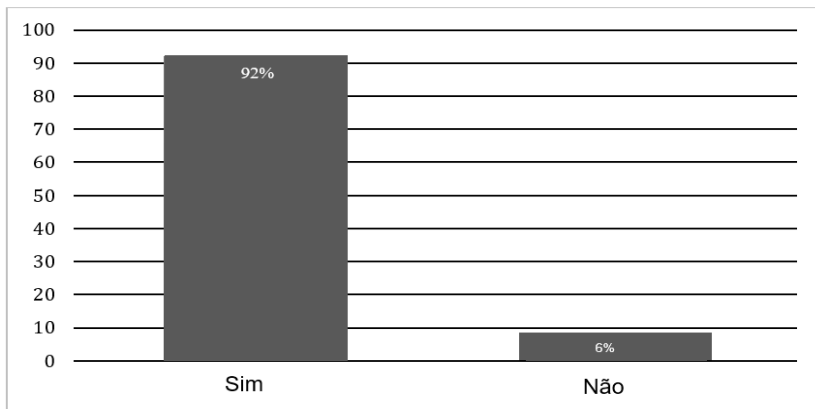
10. Suas notas em Física e Matemática são:

Ótimas Boas Satisfatórias Ruins



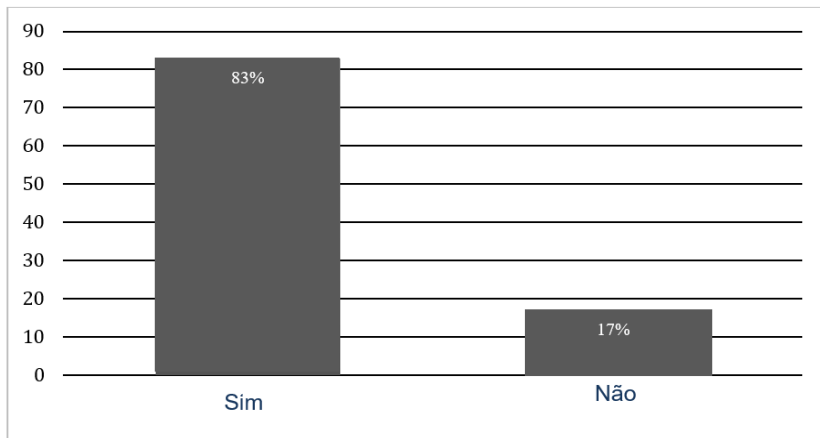
11. Você se sente capacitado para iniciar uma vida de cientista?

Sim Não



12. Saber como é a vida de um cientista ou como foi a caminhada seguida por ele (cientista) pode ajudar um jovem a seguir uma carreira nas ciências da natureza?

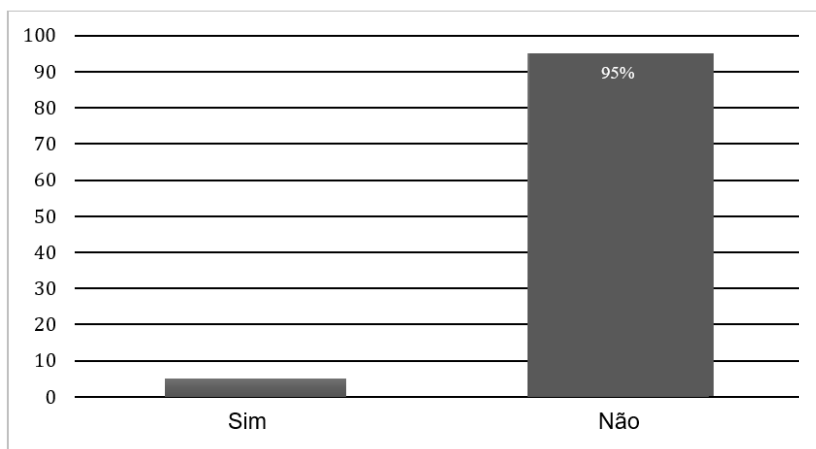
Sim Não



Um alto percentual de alunos imaginava que conhecer realmente a história de um cientista não traria mudança em seus pensamentos e possibilidades em relação ao futuro. Porém no final do projeto, houve um aumento no índice de alunos que se achavam aptos a se tornarem cientistas ou intelectuais.

13. Estudantes que tem notas medianas, ou seja, a grande maioria, podem um dia vir a serem cientistas?

Sim Não



Moreira, descrevendo a ênfase do MNPEF, explicando como deve ser o ensino da Física na escola de ensino médio:

O ensino hoje deve ser centrado no aluno, com participação ativa do aluno e o professor como mediador. Isso não significa minimizar o papel do professor. Ao contrário, o professor é muito mais importante como mediador, como facilitador, da aprendizagem do aluno do que como repetidor (na lousa ou em slides PowerPoint) do que está no livro. [Moreira, 2014]

Já na **atividade 1** os alunos foram os personagens principais. Nesta fase ocorreu a aprendizagem por descoberta. Eles deviam ler uma pequena biografia com dados históricos da vida de celebridades até aos 20 anos de idade. Os alunos leram o texto e responderam a **atividade 1** com entusiasmo, que consistia em descobrir entre as 7 biografias quais eram de cientistas, onde apenas duas biografias eram de cientistas. E sem conversar entre si, lendo cada um em sua folha e respondendo individualmente, apenas 46% acertaram pelo menos 1 dos cientistas. Quem conseguiu acertar os dois cientistas foram apenas 10 % ou seja 90 % não conseguiu descobrir quais se tornaram cientistas na fase adulta. Como apenas 10 % acertaram os personagens que eram ou são cientistas, vimos desta forma que não existem particularidades específicas evidentes que demonstrem a vocação para cientista. E os alunos conseguiram mudar sua concepção com relação a vida de um cientista na sua juventude, que para eles era de que uma pessoa que se torna um cientista é alguém que escolhe isso desde a infância. Um exemplo disso foi que 45 % indicaram a personalidade que em sua biografia dizia que desde os doze anos de idade já sabia o que queria para sua vida. E esta personalidade é na verdade um músico.

Percebemos que o objetivo da atividade 1 foi alcançado, pois eles constataram a dificuldade de se observar características durante a juventude que demonstrem a vocação para ser um cientista. E que para prosseguir nos estudos pós-ensino médios é apenas uma escolha. Esta percepção ocorreu ao ouvir os debates entre os alunos e entre o professor e os alunos. Nesta conversa também foi percebido que os alunos tendem a fazer descrições dos cientistas que:

“enfatem apenas o produto das descobertas científicas; reportem-se aos grandes cientistas como seres excepcionais, de inteligência superior, usualmente isolados em seus laboratórios, envolvidos em descobertas; apresentem o conhecimento científico como algo acabado e certo; etc.” [Peduzzi, Köhnlein p. 7 2002]

E descrevendo atividades de pesquisa sobre a visão dos alunos referente a vida de um cientista, Köhnlein e Peduzzi, relatam que:

Através das representações dos alunos, percebe-se que os estudantes centram o trabalho do cientista no laboratório, envolvendo-se em experiências e observações. O cientista também aparece como um atento observador da natureza. Sempre com os cabelos desajustados, como que esquecido de si mesmo em função da sua pesquisa, ele parece personalizar a imagem de um sujeito solitário, que procura fazer descobertas que sejam úteis à humanidade. [Köhnlein, Peduzzi, 2002]

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio [PCN, 1999], está descrito que o ensino de Ciências, entre outras coisas, deve contribuir para criar no aluno competências e habilidades que “permitam ao educando compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade”. [Peduzzi, p.107, 2002]

A **atividade 2** consistiu de um texto para leitura e para posteriormente responder um questionário. O texto com a biografia de Kepler, Newton, Faraday e Einstein, foi lido e respondido pelos alunos. Esta atividade, objeto de aprendizagem específico que criamos, em conjunto com os outros trabalhos, proporcionou o conhecimento da vida dos cientistas renomados da Física. No momento da troca de informações das respostas do questionário os alunos relataram as características diferentes dos cientistas e num debate em sala de aula demonstraram seu aprendizado com relação ao trabalho do cientista.

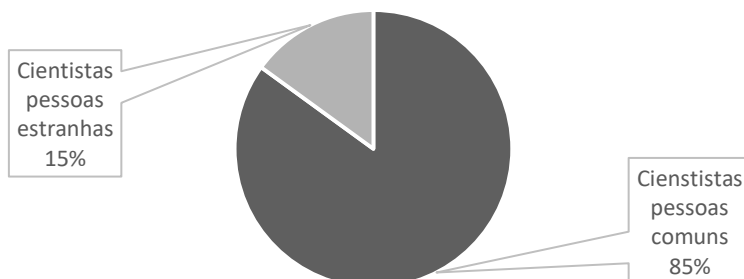
Na **atividade 3** houve a entrega de pesquisas realizadas individualmente e manuscritas. As pesquisas tinham como objetivo revisar as descobertas na Física do cientista estudado na **atividade 2**. Os alunos entregaram suas pesquisas no início da aula, e no decorrer da aula foi realizada a revisão dos conceitos físicos. Na revisão utilizamos os materiais descritos no roteiro (apêndice).

Na **atividade 4** os alunos inventaram a história de vida de um cientista e qual criação teria desenvolvido. Em grupos de 3 alunos tiveram que escrever uma biografia de alguém que não existiu e um conhecimento que teria criado. Na resolução desta etapa começaram a aparecer resultados animadores. Os alunos escreveram histórias interessantes com características comuns de “pessoas normais” para os cientistas criados por eles. Houve uma história que o cientista era homossexual, outra que era infiel a suas companheiras, outro era um pai de família muito estudioso, outro ainda que era um cientista alemão e durante a vida veio morar em Nova Veneza nos anos 40... As descobertas inventadas pelos alunos foram desde um avião sem asas, até teletransporte.

No fim da aplicação, os alunos realizaram a **atividade 5**, escreveram uma redação com o tema “O cientista é uma pessoa comum como todas as outras”. Nesta redação houve opiniões variadas e suas justificativas, entretanto 85% descreveu que os cientistas vivem normalmente e apenas 15% descreveram os cientistas como pessoas estranhas que vivem presas em laboratórios, que não tem amigos ou relacionamentos amorosos, que não tem religião.

Houve, desta maneira uma mudança em suas opiniões, que antes da aplicação do projeto apenas 37% responderam que sim são pessoas normais como os alunos de uma escola.

Porcentagem de respostas da atividade 5

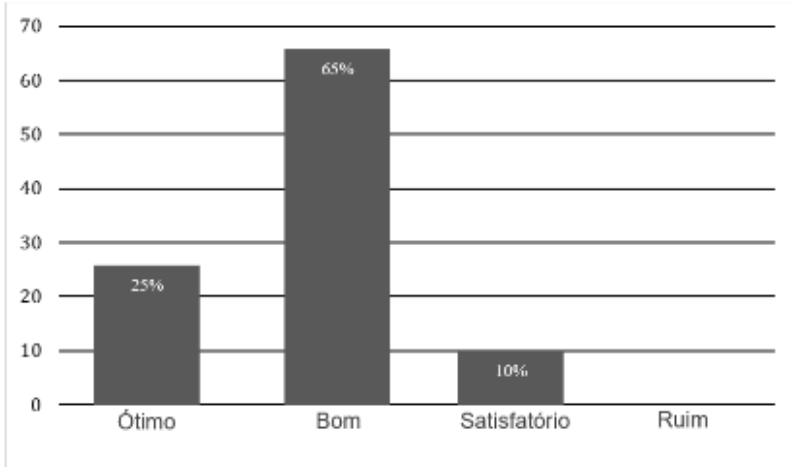


O objetivo do trabalho não estava relacionado a nenhum conhecimento físico específico, assim durante a aplicação percebemos a diminuta parte de conteúdos de Física, o que ocorreu pelo pouco tempo de aplicação na escola. Por isso como sugestão no produto produzido, a partir da quinta aula foi colocado o uso de simulações e experimentos para o professor que tiver um número maior de aulas e quiser fazer isto também, podendo ser uma boa maneira de contextualizar os conteúdos. No último dia após finalizar todos os trabalhos, foi aplicado um questionário investigativo. As perguntas do questionário e suas respectivas respostas estão colocados em seguida.

Respostas dos alunos, aos questionários após o projeto

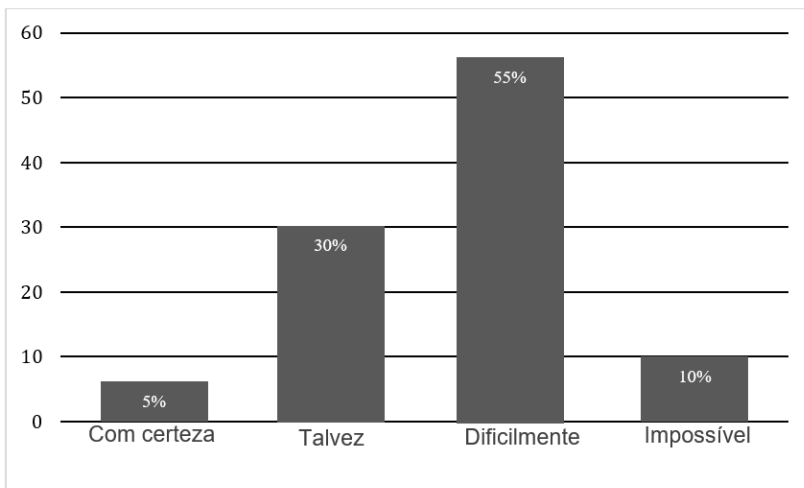
1. Qual sua opinião sobre a maneira como foi tratada a história dos cientistas?

Ótimo Bom Satisfatório Ruim



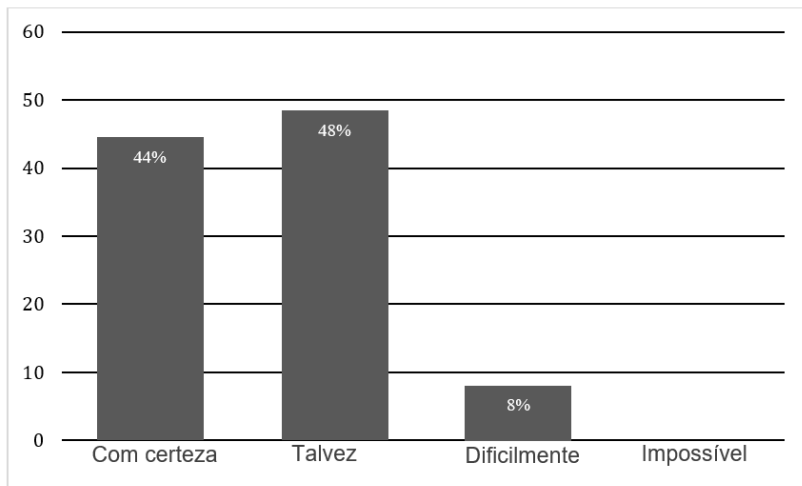
2. As teorias de Física ensinadas, podem ser produzidas por pessoas comuns ou que estudam em escolas como a sua?

Com certeza talvez Dificilmente Impossível



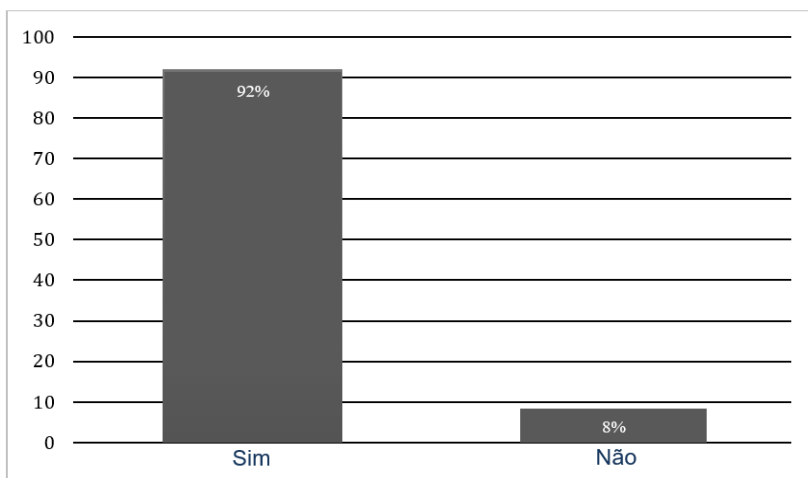
3. Você teria condições para iniciar uma carreira de cientista?

Com certeza talvez Difícilmente Impossível



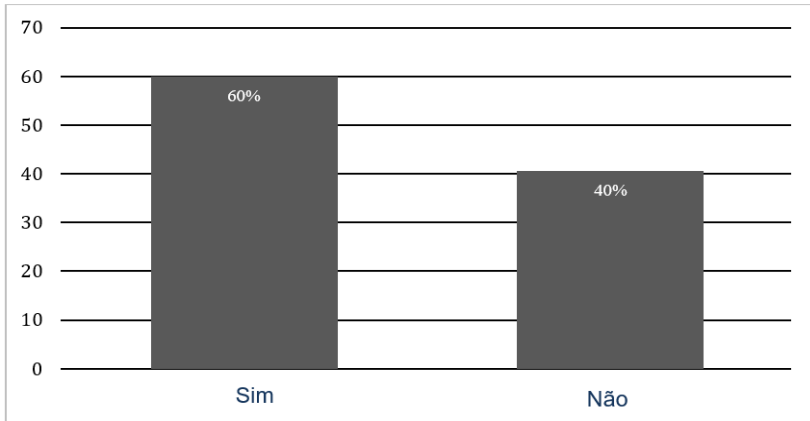
4. Você considera que os cientistas trabalhados no projeto eram pessoas normais como as pessoas de seu convívio, que tem família, que trabalham, que pagam suas contas, etc.

Sim Não



5. Os cientistas têm características comuns entre si?

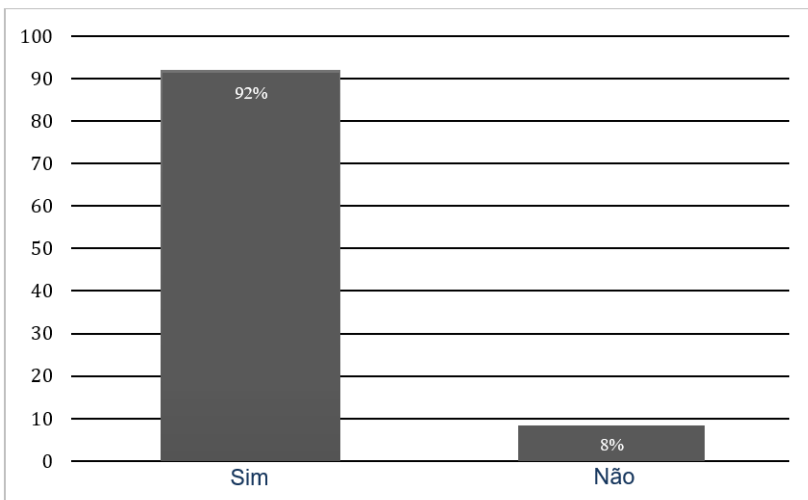
Sim Não



Respondendo à pergunta sobre características comuns aos cientistas, percebemos que a opinião foi muito semelhante entre todos os alunos. A justificativa do **sim** foi descrita como qualidades envolvendo a laboriosidade das pessoas que fazem ciência. Sendo assim escreveram muitas qualidades similares tais como persistente, esforçados, estudiosos, etc.

6. A evolução do conhecimento ocorre com descobertas individuais?

Sim Não



Como o intuito não era de explicar a história do conhecimento e sim de deixar claro que ser cientista não fará com que ninguém deixe de viver uma vida saudável, a resposta da pergunta 6 mesmo não sendo respondida corretamente pela maior parte dos alunos, percebemos que ainda assim grande parte obteve êxito.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou o desenvolvimento de um produto educacional com o objetivo de ser utilizado em turmas de terceiro ano do ensino médio com a intenção de desmistificar o gênio científico, isto é, de mudar a concepção dos estudantes sobre ser impossível avançar nos estudos e ou se tornar um cientista. Além disso foi realizada a aplicação deste produto educacional em uma escola em Nova Veneza-SC. Na aplicação foram obtidos dados importantes sobre a objetividade deste projeto, demonstrando assim que o objetivo principal do estudo foi alcançado.

Os resultados foram notáveis, pela análise da pergunta 3 anterior ao projeto e do gráfico da atividade 5 percebemos uma mudança em cerca de 48% dos alunos, com relação a sua opinião sobre a possibilidade de avanços nos estudos ou em uma vida acadêmica no futuro de suas vidas. E, além disso, os alunos relataram que aprenderam finalmente que Física não é apenas cálculos e sim que ela explica como o mundo funciona. Existiam alunos que odiavam a Física e achavam que os grandes cientistas que se ouvia falar eram gênios que jamais fizeram outra coisa além de estudar. Após o estudo compreenderam que os cientistas são homens ou mulheres que se esforçam muito em uma área do conhecimento e por isso se tornam quem são. Alguns alunos relataram que foi de suma importância para eles conhecer a Física nesta perspectiva, e assim começaram a gostar de Física e de sua História.

Como podemos perceber no gráfico da atividade 5, 85% dos alunos descreveram com suas palavras em uma redação individual, que os cientistas são pessoas comuns como qualquer outra, com problemas e dificuldades em alguns aspectos e facilidades em outros. Ficando evidente a mudança de percepção frente ao mundo da física e da ciência em geral. Concluindo que um dos objetivos, desta forma, foi alcançado.

Os debates ocorridos durante a aplicação do produto criaram um espaço enriquecedor onde a troca de ideias mediada pelo professor trouxe os alunos para a reflexão. E o estudo dos cientistas relatados e suas descobertas serviram para reforçar os conteúdos de física já aprendidos anteriormente, já que são alunos finalizando o ensino médio. A aprendizagem destes conteúdos foi facilitada pela linguagem fácil e por não ter ênfase no conteúdo em si, pois o objetivo era outro, desmistificar o gênio científico.

Dada a relevância do tema, torna-se necessário que sejam criadas maneiras de incentivar os alunos a seguirem caminhos científicos sem medo ou crença de impossibilidades quaisquer que sejam.

Nesse sentido, o objetivo geral do projeto obteve êxito quando ao finalizar a aplicação percebeu-se, por meio das atividades e do questionário investigativo, a mudança almejada desde o princípio. O conhecimento de que qualquer um que queira ser cientista pode sê-lo, necessitando apenas de muito empenho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[ARAGÃO 1976] ARAGÃO, ROSÁLIA M. R. de. *Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais*. Tese de doutorado em ciências. UNICAMP, SP. 1976.

[AUSUBEL 1980], AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 2^a edição, 1980.

[AUSUBEL 1968] AUSUBEL, D.P. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

[ÁVILA 2009] ÁVILA, Gabriel da Costa. *Historiografia e revolução na ciência: recepção e representação da teoria da relatividade*. Revista de História, 1, 2 (2009), pp. 69-81 Disponível em http://www.revistahistoria.ufba.br/2009_2/a05.pdf acesso em agosto de 2017.

[BACHELARD 1999]. BACHELARD, G *A formação do espírito científico*. Editora Contraponto, Rio de Janeiro, 1999.

[BACON 2002] BACON, F. 2002, *Novum Organum*. Tradução e notas: José Aluysio Reis de Andrade. Digitalização: Membros do Grupo de Discussão Acrópolis (Filosofia).

[BODANIS 2001] BODANIS, DAVID. *E=mc²: A Biography of the World's Most Famous Equation*, Berkley Publishing Group, 2001.

[BOLZANI 2017] BOLZANI, VANDERLAN. **Mulheres na ciência: por que ainda somos tão poucas?** Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

[BOURDIE 1970] *A reprodução. Elementos para uma teoria do sistema de ensino*. Lisboa, 1970.

[BRASIL 1998] BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação fundamental **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 1998.

Newton - Textos; Antecedentes; Comentários (Cód.: 109102).

[BRASIL 2017] BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação fundamental **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

[BRASIL 1999] BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação média e tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

[BRASIL 2002] BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação média e tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: PCN + Ensino médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

[BRASIL 2008] BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação média e tecnológica **Orientações curriculares para o ensino médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2008.

[BRASIL 2013] BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

[BRENNAN 1998] BRENNAN, RICHARD. **Gigantes da Física**. Ed. Zahar 1998.

[CACCIOLA 2012] CACCIOLA, MARIA. **Sobre o gênio na estética de Schopenhauer**. Santa Catarina: Ed. UFSC, 2012.

[CASPAR 2012] CASPAR, MAX. **Kepler**. Ed. Courier Corporation 2012.

[CASTIBLANCO 2014] CASTIBLANCO, O. NARDI, R. **Didática da Física**. Ed. São Paulo: Cultura Acadêmica. 201

[COHEN 2002] COHEN, BERNARD. WESTFALL, RICHARD S. **Newton: textos, antecedentes, comentários**. Tradução Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto: EDUERJ, 2002.

[CONOTAÇÃO 2018] In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Conota%C3%A7%C3%A3o&oldid=53023749>>. Acesso em: 01/05/2018.

[DAMÁSIO 1996] DAMÁSIO, ANTÔNIO. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

[DENOTAÇÃO 2018] In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Denota%C3%A7%C3%A3o&oldid=53044017>>. Acesso em: 01/05/2018.

[EINSTEIN 1987] EINSTEIN, ALBERT. *The Collected Papers of Albert Einstein*. Editor: J. Stachel, a.o. Vol. 1, Princeton 1987.

[GLEISER 2000] GLEISER, MARCELO. *Por que ensinar física?* Revista Física na escola, v1, n1 2000.

GUIA DA CARREIRA (Comp.) *Quanto ganha um Físico*. 2018. Disponível em: <<https://www.guiadacarreira.com.br/salarios>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

[ISAACSON 2007] ISAACSON, WALTER. **Einstein: sua vida, seu universo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

[JONES 1870] Jones, H. *A vida e as cartas de Faraday*, vol. 2, p.195-196, Longmans, Londres. 1870.

[KUHN 1974] KUHN, T.S., *A função do dogma na investigação científica*. Rio de Janeiro, ed. Zahar, 1974, p. 26.

[KUHN 1991] KUHN, THOMAS. **A estrutura das revoluções científicas**. Rio de Janeiro, Record, 1991.

[LANGHI 2007] LANGHI, R; NARDI, R. *Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.

[MARTINS 2005] MARTINS, Roberto de Andrade Martins. **A dinâmica relativística antes de Einstein**. www.Sbfisica.org.br: Revista brasileira de ensino de física, v.27, n. 1 p. 11-26, 2005.

[MARTINS 2006], MARTINS, Roberto de Andrade. *A maçã de Newton: história, lendas e tolices*. p. 167-189, SILVA, Cibelle Celestino (ed.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

[MASLOW 1950] MASLOW, ABRAHAN. **Psicologia motivos são necessidades**. New York, Harper & Row, 1950.

[MOREIRA 2016] MOREIRA, Marco Antônio. *Linguagem e Aprendizagem significativa*. Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 2003, Maragogi. Disponível em <<http://moreira.if.ufrgs.br/linguagem.pdf>>. Acesso novembro de 2017.

[MOREIRA 1999] Moreira, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

[MOREIRA 1999], MOREIRA M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1999.

[MOREIRA 1983] MOREIRA, M. A. *Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino da Física*. Porto Alegre, Ed. da Universidade, UFRGS, 1983.

[MOREIRA 2014] MOREIRA, Ênfases do MNPEF, Massin, 2014. Site do MNPEF

[MOREIRA 2006] MOREIRA, *Teoria da aprendizagem significativa e suas implementações em sala de aula* 2006.

[NASCIMENTO 1989] NASCIMENTO S.S. **Um curso de gravitação para professores de primeiro grau**. Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação. Dissertação (Mestrado em Física).

[OLIVEIRA e JÚNIOR] OLIVEIRA B. J. E JÚNIOR, F. *Uma conversa com Gerald Holton*. Caderno Brasileiro de Ensino. Física, v. 23, n. 3: p. 315-328, dez. 2006.

[PEDUZZI 1998], PEDUZZI, Luiz. *As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e filosofia da ciência em um curso de mecânica*. 850 p. Tese de Doutorado em educação científica e tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1998

[PELYONI 2002] PELYONI *a teoria da aprendizagem segundo Ausubel*, 2002.

[PIETROCOLA] PIETROCOLA, M. *Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora*. Santa Catarina: Ed. UFSC, 2001.

[RIBEIRO 2013] RIBEIRO, R. *Trabalhadores Técnicos de Nível Médio: mudanças e continuidades na estrutura setorial do emprego e ocupacional no Brasil Contemporâneo*, por Rosana Ribeiro. xi ciclo de debates em economia industrial, trabalho e tecnologia, PUC - SP, DEZ 2010. Disponível em: <http://www4.pucsp.br/eitt/noticias/ciclo_debate_eco_xi_25_06_13.htm>. Acesso em: 26 nov. 2017.

[PRATT 1991] PRATT, H.T. *Boletim de História da Química* p.11, 40-47. Reimpresso em *Ciência & Fé Cristã*. P. 103-115. 1993. Disponível em <http://www.cristaosnaciencia.org.br/recursos/ciencia-e-fe-na-vida-de-michael-faraday/>

[REIS 1968], REIS, José. *Educação é Investimento*. São Paulo, IBRASA, 1968.

[RICARDO 2003] RICARDO H. C. *Implementação dos PCN em Sala de Aula: Dificuldades e Possibilidades*. Rev. Física na Escola, v. 4, n. 1, p. 8-11, 2003. Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num1/a04.pdf>>. Acesso em junho de 2017.

[ROBILOTTA 1988] ROBILOTTA, M.R. *o cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino da física*. Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, 5 (Número Especial): p. 7-22, jun. 1988.

[SANMARTÍ 2002] SANMARTÍ, N. *Didáctica de las ciencias en la educación* 2002.

[SAUSSURE 1969] FERDINAND. *Curso de linguística geral*. Trad. de A. Chelini, José P. Paes e I. Blikstein. São Paulo: Cultrix; USP, 1969.

[SCHENBERG 1985] SCHENBERG, M. *Pensando a física*. São Paulo: Brasiliense, 1985.

[VIDEIRA 2008] VIDEIRA, Antônio Augusto Passos. ***É possível produzir um Einstein? Algumas reflexões sobre Einstein e a educação***. Revista de pesquisa Fapesp, São Paulo. 2008.

[VIEIRA 2009] VIEIRA, CÁSSIO LEITE, ***Os gostos e desgostos de Einstein***. Revista de pesquisa Fapesp p.57, Especial Einstein, 2009. Disponível em http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2013/12/34_58_Especial-einstein_MioloParte313.pdf acesso em dez de 2017.

[THOMPSON 1901] THOMPSON, S. P. ***Michael Faraday: sua vida e obra***.

Londres: Cassell (1901), p. 63.

[TYNDALL 1868] TYNDALL, J. ***Faraday as a discoverer***. New York: Thomas Y. Crowell, 1961.

[VYGOTSKY 1998] VYGOTSKY, L. S. ***Pensamento e Linguagem***. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1998.

[VYGOTSKY 1996] VYGOTSKY, L. S. ***A formação social da mente***. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

[ZABALA 1998] ZABALA, A. ***A Prática Educativa: Como Ensinar***. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

FELIPE TORQUATO VIEIRA

A VIDA DE KEPLER, NEWTON, FARADAY E EINSTEIN PARA A
DESMISTIFICAÇÃO DO GÊNIO CIENTÍFICO

Araranguá
Janeiro de 2019.

LISTA DE FIGURAS

Figura 11- Mapa da Alemanha, a Região em destaque é cidade de Weilder Stadt, onde Kepler nasceu. Fonte: alemanhaonline.com.br	109
Figura 12 - Domínio público - Fernando Bertelli, Die Seeschlacht von Lepanto, Venedig 1572, Museo Storico Navale.....	110
Figura 13 - Segunda lei de Kepler Leis das áreas. Fonte: portaldoprofessor.mec.gov.br/	113
Figura 14 - Cidade de Ratisbona, onde Kepler foi sepultado. Fonte: GoogleMaps.....	114
Figura 15 - Gravura lembrando a amizade entre Newton e Catherine.....	119
Figura 16 - Mapa da Inglaterra com Surrey em destaque, região de nascimento de Michael Faraday.....	123
Figura 17- Livraria de Riebau.....	124
Figura 18 - Alemanha com a posição da cidade de Ulm no estado de Baden-Württemberg.....	127
Figura 19 - Divisa entre a Cidade de Ulm e Neo-Ulm.....	128
Figura 20 - Histórico escolar com as notas de Albert Einstein no fim do ensino secundário.....	129

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	101
ANEXO	106
ATIVIDADE 1.....	106
ATIVIDADE 2.....	108
ATIVIDADE 2.1- JOHANNES KEPLER.....	108
ATIVIDADE 2.2- ISAAC NEWTON.....	116
ATIVIDADE 2.3- MICHAEL FARADAY.....	122
ATIVIDADE 2.4- ALBERT EINSTEIN.....	127
ATIVIDADE 3.....	134
ATIVIDADE 4.....	136
ATIVIDADE 5.....	138
QUASTIONÁRIO DE PESQUISA.....	138

1. APRESENTAÇÃO

Roteiro de 8 aulas de física para o terceiro ano do ensino médio incentivando a carreira científica.

Introdução

Neste trabalho faremos um estudo sobre a existência de maneiras de viver para se tornar um cientista, e de como vive um cientista estudando a vida e as descobertas Físicas de Johannes Kepler, Isaac Newton, Michael Faraday e Albert Einstein. O intuito de uma sequência didática desta maneira é causar uma mudança do olhar dos alunos com relação às carreiras científicas.

1- Objetivo:

- Analisar por meio de textos, questionários, debates sobre conteúdos científicos e histórias de vida, como nasce a vontade de estudar a ciência.
- Possibilitar que mais alunos almejem estudar Física no ensino superior.
- Demonstrar que grandes cientistas também erram, tem família, trabalham, se cansam, adoecem, tem prazeres e etc. Ou seja, são pessoas normais como qualquer outra.
- Compreender ou rever assuntos de grande importância para entender o mundo, quais sejam, Leis de Kepler, Leis de Newton, Indução eletromagnética e Efeito Fotoelétrico.
- Promover um debate sobre o esforço devido para a conquista do conhecimento e do poder do conhecimento adquirido.

2-Materiais utilizados

- Textos impressos para leitura.
- Questionários sobre o texto.
- Montagem de slides (se achar necessário) sobre os conteúdos físicos a tratar.
- Materiais para demonstrações em grupo dos conteúdos físicos vistos (experimental ou simulação digital em projetor).
- Folhas para redação.

3-Desenvolvimento

No início da primeira aula o professor deve perguntar em sala de aula;

- E se você quisesse ser um gênio, o que faria?
- Já se perguntou se existe um caminho para trilhar para se tornar um gênio?
- Mas será que existem gênios? Ou só são pessoas normais que se empenham atrás de respostas?

Em seguida fazer as considerações;

- O número de mulheres na área da ciência tem aumentado significativamente desde o início do século XX. Atualmente cerca de 40% são mulheres [BOLZANI, 2017].
- Na área de ciências e tecnologia, dependendo da área de atuação, o salário varia entre R\$ 2 000,00 à R\$ 17 000,00. Em média cerca de R\$5 000,00 (GUIA DA CARREIRA, 2018)

Diante das respostas ele pode iniciar um debate fazendo os alunos refletir sobre o assunto. E após esta reflexão entregar a **atividade 1**.

A **atividade 1** será individual, cada aluno terá 15 min para ler as 7 biografias resumidas até 20 anos de idade, que estão em **anexo** como **atividade 1**, e tentar descobrir dentre as 7 quais são biografias de cientistas. Estes textos não têm nenhuma dica de quem pode ser a pessoa, apenas características básicas de sua vida antes de completar 20 anos de idade. Após o término da atividade, iniciar um debate perguntando para turma se foi difícil descobrir quem eram os cientistas, e em 10 minutos iniciar urgente a atividade 2.

Para corrigir as respostas dos alunos e dar o feedback em uma outra aula as biografias resumidas são:

- 1 - Xuxa, Apresentadora de tv.
- 2 - Nelson Mandela, grande defensor da igualdade.
- 3 - Cesar Lattes, um dos maiores físicos brasileiros.
- 4 - Katy Perry, Cantora famosa.
- 5 – Obama, ex-presidente dos EUA.
- 6 - José Tiago Sabino Pereira, vocalista da banda Projota (uma banda famosa entre os jovens).
- 7- Joana D'arc Félix de Souza, Cientista brasileira na área da biologia.

Na **atividade 2**, inicialmente deve-se separar a turma em 4 grupos. Cada aluno responderá manuscrito o questionário sobre o texto recebido. Todos os alunos de cada grupo devem receber uma folha com uma das

quatro biografias resumidas (em **anexo** como **atividade 2**) para ler e responder. Esse texto deverá ser lido e respondido em cerca de 50 minutos, iniciando-se após a **atividade 1**, ainda na primeira aula, e entregue na metade da segunda aula. Após a entrega, no restante da segunda aula será realizada uma explanação das respostas de cada um para seu próprio grupo, (sem usar sua folha de respostas para não haver cópias entre os alunos), e a partir de suas respostas devem montar uma única resposta em conjunto de cada pergunta.

Na terceira aula, os grupos devem explicar suas respostas de cada pergunta para turma. Ao fim de cada rodada de respostas, o professor deve questioná-los sobre possíveis semelhanças. Esta aula será com estas comparações e debates sobre a vida, o contexto histórico, a família, a religião e as condições financeiras. Para guiar o debate o professor pode utilizar as perguntas seguintes:

- Acharam interessante a vida dos cientistas?
- Já imaginavam que a vida de um cientista é desta maneira?
- Suas opiniões sobre os cientistas mudaram após essas leituras?
- É necessário viver apenas estudando para ser um cientista?
- Qual aspecto da biografia lida demonstrou a parte mais humana do cientista?

Nos 5 minutos finais da terceira aula deve-se passar uma pesquisa sobre as descobertas na Física de cada um dos cientistas estudados na atividade dois, (em anexo como atividade 3). Os alunos deverão entregar a **atividade 3** na quarta aula, manuscrita e individual.

Na quarta e quinta aula, o professor deve fazer uma aula expositiva sobre as descobertas de cada cientista estudado utilizando quadro, ou slides de um pequeno resumo do que os alunos farão na sexta e sétima aula.

Na sexta aula, os alunos irão apresentar e explicar as descobertas científicas por meio de experiências ou simulações. Iniciando pela descoberta de Kepler. Pode ser mais fácil reduzir tal explicação com simulações ou slides. Em seguida, demonstrações de queda livre ou de como é a atração gravitacional no sistema terra e lua de acordo com os estudos de Newton. Em terceiro um experimento demonstrando que a variação do fluxo magnético gera uma corrente elétrica. E por último, uma experiência demonstrando o efeito fotoelétrico ou a simulação interativa do portal Phet. Uma simulação virtual que demonstra como ocorre o efeito pode ser acessada no link abaixo.

<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/photoelectric>

Na sexta e sétima aula, os alunos devem realizar a **Atividade 4** que consiste em pedir que em grupos de 3 alunos, inventem uma história de vida de um cientista e uma descoberta científica que o mesmo tenha feito durante a vida, escrevendo numa folha para entrega.

Na oitava aula é realizada a última atividade do projeto, a **Atividade 5**, onde o professor deve pedir que os alunos escrevam uma redação com o tema: “O cientista é uma pessoa comum como todas as outras”, e entreguem ainda nesta aula. Nesta redação o professor irá avaliar se houve mudança nas ideias dos alunos com relação aos cientistas.

4 – Avaliação

Os critérios ontológicos de avaliar não serão usados, e sim os debates, questionários, apresentações de experiências, trabalhos manuscritos individuais e em grupo, como descritos na tabela abaixo. A pontuação de cada trabalho pode ser feita de acordo com cada professor. Como sugestão segue abaixo os critérios utilizados na aplicação deste roteiro.

Tabela 1 – Peso de cada avaliação das atividades do projeto.

Atividade 1	Responder a questão -1,0 Participar no debate - 0,5
Atividade 2	Respostas individuais -1,0 Resposta do grupo - 2,0 Participação no debate - 0,5
Atividade 3	Pesquisa sobre o cientista – 1,0
Atividade 4	História de um novo cientista - 2,0
Atividade 5	Redação sobre a vida de um Cientista – 2,0

ANEXO

ATIVIDADE 1

Por meio da leitura das breves biografias de 7 personalidades do Século XX ou XXI, todas até os 20 anos de idade, tente descobrir entre os 7 quais deles tornaram-se cientistas. Dica: Entre as sete biografias relatadas, apenas duas são de cientistas.

Biografia 1

Nasceu em Santa Rosa, interior do estado do Rio Grande do Sul, em 27 de março de 1963. Seu pai era militar e sua mãe professora. Tinha uma vida de classe média. Viveu a infância em sua cidade natal até aos sete anos, então mudou-se para a cidade do Rio de Janeiro, no bairro de Bento Ribeiro, subúrbio da capital fluminense onde gostava de brincar com seus amigos e era extrovertida. Estudou o ensino fundamental e médio no Rio de Janeiro em escola particular. Aos 15 anos já trabalhava na carreira que teria durante o resto de sua vida. Até os vinte não havia iniciado curso superior.

Biografia 2

Nasceu em Mvezo, África do Sul, no dia 18 de julho de 1918. Em 1925 ingressou na escola primária. Sua família era de classe média baixa. Com nove anos, com a morte do seu pai, foi levado para outro bairro, onde ficou aos cuidados de um regente. Ao terminar sua formação elementar, entrou na escola preparatória Clarkebury Boarding Institute, um colégio exclusivo para negros, onde estudou cultura ocidental. Ingressou no Colégio Healdtown, onde era interno. Ele foi o primeiro entre 13 filhos a estudar e ir à universidade. Em 1939, ingressou, na “Universidade de Fort Hare”. Por se envolver em protestos, junto com o movimento estudantil, foi obrigado a abandonar o curso. Mudou-se para Johannesburgo e aos vinte anos não havia terminado nem a metade do curso superior.

Biografia 3

Nasceu em Curitiba, Paraná, no dia 11 de julho de 1924. Filho de imigrantes italianos. Passou a infância na sua cidade natal. Iniciou seus

estudos em Curitiba na escola primária aos 5 anos. Mudou-se para São Paulo onde frequentou o ensino médio no instituto médio Dante Alighieri. Ingressou na USP aos 16 anos onde em seu primeiro ano de Universidade publicou um artigo relacionado a seus estudos. Seu Hobby era fotografia, ele adorava fazer chapas fotográficas, já que na época não havia as boas máquinas digitais. Aos 20 anos, já havia concluído o curso superior, e trabalhava em sua profissão.

Biografia 4

Nasceu em outubro de 1984 em Santa Barbara, Califórnia, Estados Unidos. É a segunda filha do casal de pastores Keith e Mary Hudson. Quando criança, ouvia apenas músicas evangélicas e era proibida de ouvir as de outros gêneros, pois seus pais consideravam-nas “músicas seculares”. Ainda na sua infância passou a cantar no coro musical de sua igreja. Na adolescência, aos seus quinze anos de idade, deslocou-se de Santa Barbara para Nashville à trabalho. Aos vinte anos de idade continuava no mesmo trabalho.

Biografia 5

Nasceu em Honolulu, Havaí, no dia 4 de agosto de 1961. Filho de um economista queniano e de uma antropóloga americana. Os pais se separaram quando ele era pequeno aos 3 ou 4 anos. Seu pai voltou para o Quênia. Sua mãe casou com o indonésio Lolo Soetoro. A família mudou-se para a Indonésia, onde ele estudou até os 10 anos de idade, quando retornou para Honolulu foi morar com seus avós maternos. Estudou na Punahou School, até concluir o secundário. Em 1979 Foi morar em Los Angeles e ingressou no Occidental College, escola preparatória, que possibilitou seu ingresso na Columbia University em Nova Iorque. Aos 20 anos cursava seu curso superior.

Biografia 6

Nasceu em 1986 no dia 11 de abril, no bairro de Lauzane Paulista, na zona Norte de São Paulo. Vem de família simples, filho de pai pedreiro e mãe uma artista com carreira pouco promissora. Aos 9 anos, teve a sua infância retirada pelo destino, e foi obrigado a amadurecer após ver a mãe, vítima de um derrame, falecer bem na sua frente. Diante de tantos

ATIVIDADE 2

Esta atividade será realizada em grupos. A turma deve ser subdividida em 4 grupos, e cada integrante do grupo deve receber o texto de apenas um cientista, sendo que todos alunos de cada grupo terão o mesmo texto para ler e responder as questões ao finalizar a leitura do texto.

ATIVIDADE 2.1

Johannes Kepler

Os gregos já utilizavam a ideia de que a ciência deveria usar experimentos que corroborassem as teorias. Inspirado nesta ideologia, Kepler, baseado em inúmeras observações dele e de Tycho Brahe¹⁸, formulou as primeiras teorias com leis matemáticas que poderiam ser usadas para prever posições dos planetas.

Após 53 anos dos escritos de Copérnico¹⁹ sobre o Heliocentrismo, com muito empenho, em 1596, Kepler terminou seu livro “Mistério Cosmográfico”, um livro que defendia a ideia de Heliocentrismo utilizando de misticismo, filosofia e Física. Ele relatou como era a estrutura do cosmo e, muito religioso, pensou o cosmo como um objeto divino, salientando que Deus era representado pelo Sol.

A Europa no século XVI estava tomada por guerras e o protestantismo estava iniciando suas contradições com relação aos católicos. Onde a igreja católica dominava o conhecimento, quem desafiava este domínio acabava condenado. Houve países que condenaram à morte quem apenas filosofava sobre a estrutura do universo, como fizeram com Giordano Bruno. Nicolau Copérnico era um religioso influente e isso o ajudou a não ser condenado quando nesta época desenvolveu uma nova maneira de ver o mundo, tirando a Terra do centro do universo e colocando o Sol, criando o Heliocentrismo. O Sol no centro, os planetas girando em órbitas circulares ao seu redor. Isso foi uma grande revolução, a sua aceitação era difícilíssima, porém com as

¹⁸ **Tycho Brahe**- Astrônomo do século XVI, ele catalogou centenas de milhares de estrelas, construindo um mapa preciso do céu do hemisfério norte.

¹⁹ **Nicolau Copérnico**-Astrônomo e matemático do século XVI, formulou a teoria Heliocêntrica, e deduziu que a terra girava em torno de si mesmo além de transladar em torno do sol.

influências corretas isso ocorreu, todavia veremos que isso não estava correto, havia alguns problemas na teoria heliocêntrica. Quem descobriu este erro e abriu as portas para uma nova maneira de fazer ciência foi Johannes Kepler que morava na Alemanha, onde ele tinha mais liberdade para realizar estudos científicos.

Kepler foi um dos primeiros a fazer estudos na época do renascimento, e ajudou dando um salto enorme com suas leis dos movimentos planetários. A base nacional comum curricular, indica este ensino:

Ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos
[BNCC, p. 328, 2017]

Figura 101: Mapa da Alemanha, a Região em destaque é cidade de Weil der Stadt, onde Kepler nasceu. Fonte: alemanhaonline.com.br.



Esse texto é a história de vida de um grande cientista da física, famoso por suas descobertas e “genialidade”. Ele nasceu na cidade de Weil der Stadt (Alemanha) em 27 de dezembro de 1571.

Figura 11: Domínio público - Fernando Bertelli, Die Seeschlacht von Lepanto, Venedig 1572, Museo Storico Navale



Na região em que morava, a economia era agrícola e haviam conflitos militares com batalhas violentas, então tudo estava sendo destruído ou vandalizado. Dois meses antes de seu nascimento houve uma das maiores batalhas da época, cerca de 500 navios e mais de 40 mil soldados como foi ilustrado na Figura 12. Nesta época havia uma disputa do império otomano com a Europa por terras europeias, o ponto alto dos conflitos político-religiosos da Reforma e da Contrarreforma em que prevaleceu a dominação católica.

Sua infância foi difícil, no entanto conseguiu ir à escola entre os anos 1577 e 1589 onde estudou alemão e latim nas escolas latina em Leonberg e na escola monástica, um tipo de escola religiosa, em Adelberg e Maulbronn.

Sua avó, como Kepler definiu, era uma pessoa de relacionamento difícil e violenta com os netos. Seu pai Heinrich, era um mercenário, um homem muito mau e agressivo, violento com todos da família, teve seu rosto dilacerado quando sofreu um acidente com pólvora. Além disso, seu pai era vadio e não ajudava em nada sua família. Após uma briga violenta com sua mãe ele saiu de casa e após uns dias veio a falecer. O pai de Kepler teve 12 irmãos, três destes morreram jovens e alguns dos outros tios de Kepler tiveram muito azar na vida. Uma tia virou mendiga, outra teve muitos filhos e não tinha condições de alimentá-los e outro era um jesuíta que contraiu sífilis e morreu pouco tempo depois. A mãe de Kepler era uma mulher de baixa estatura, agressiva e com aparência triste. Foi criada por uma tia que era considerada Bruxa e que acabou sendo queimada viva. Aprendeu muito com a tia, e com isso se transformou

numa curandeira que ajudava as pessoas enfermas com chás, além de haver boatos de que lançava maldições sobre pessoas que não gostava. Kepler teve seis irmãos, dos quais três morreram na infância e um outro tinha necessidades especiais. Com tantos problemas, Kepler imaginou que havia sido amaldiçoado pelas estrelas. Então quando já tinha conhecimento suficiente construiu mapas astrológicos de sua família para tentar interpretar o porquê do grande número de infortúnios e explicar tantos familiares com gênios tão complicados. Além de tudo, nasceu prematuramente e desta maneira foi uma criança fraca e aos quatro anos de idade quase morreu de varíola tendo ficado com as mãos deformadas. Ainda na infância Kepler teve outras dificuldades, doenças, levava surras de seu pai, sofreu acidentes. Também na adolescência teve doenças de pele, sofrendo com muitas partes infeccionadas. Em resumo, Kepler enfrentou diversos obstáculos durante o início de sua vida.

Em 1577, quando tinha apenas seis anos, sua mãe o levou para ver um cometa que refletia luz como um planeta e ainda tinha uma longa calda. Em 1580 assistiu a um eclipse lunar, com uma lua de Sangue, fenômeno que causa uma sensação de grande admiração com a beleza do universo. Esses dois fatos que o fizeram encantar-se pelas estrelas não interferiram tanto no que iria estudar já que se interessou por astronomia bem depois de ter estudado outras coisas. As dificuldades vividas por Kepler não o deixaram desanimado, ele se esforçou para estudar e obter conhecimento. Sempre buscou conhecer o universo, que acreditava ser divino como Deus, tudo perfeito. Como muitos jovens de sua época ele estudou Teologia para se tornar um pastor da igreja protestante, que era uma maneira de continuar os estudos, pois a igreja apoiava e financiava quem estudava teologia.

Depois de concluir a escola primária e a escola de latim, ingressou no seminário com o objetivo de estudar Teologia e seguir a carreira religiosa, porém não chegou a exercer esta carreira. Durante seus estudos começou a aprender sobre astronomia com um de seus professores e então por estar convicto de que gostava muito mais de astronomia e não da carreira religiosa. Entretanto, só por volta dos 31 anos decidiu se dedicar ao estudo da natureza.

Em 1589 obteve uma bolsa de estudo para a Universidade de Tübingen, onde entrou em contato com as ideias de Copérnico a respeito do movimento do planeta em torno do Sol. E estudou um pouco de matemática com o professor Michael Maestlin. O professor Michael Maestlin também ensinou os conhecimentos do geocentrismo de Ptolomeu e do Heliocentrismo de Copérnico a Kepler.

A fascinação pela Ciência e pela Matemática era tão grande que ele desistiu de se tornar ministro da igreja. Com 22 anos casou-se com Barbara Müller. Aos 23 anos aceitou o convite para lecionar Astronomia na Universidade de Graz.

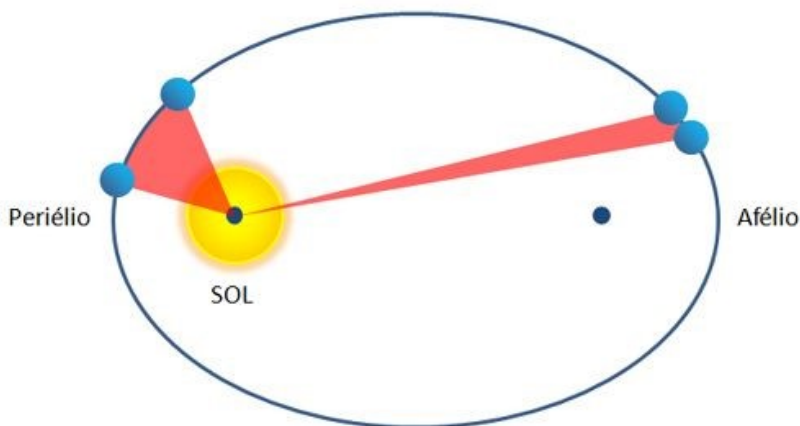
De 1594 a 1600 ficou em Grás onde no dia 19 de julho de 1595 [Caspar, 2012] teve uma epifania, uma súbita sensação de entendimento ou compreensão da essência de algo, enquanto explicava a órbita de Júpiter e de Saturno a seus alunos. Ele imaginou que os planetas poderiam ter sido colocados em posições estratégicas de maneira que formassem as arestas de sólidos geométricos, acreditando que o plano divino para o universo usava a geometria.

Aos 31 anos iniciou suas observações precisas do movimento planetário. Suas observações eram boas, porém tinha feito poucas observações até então. Em 1600 se tornou assistente do astrônomo Tycho Brahe, que havia criado um catálogo de 777 estrelas fixas meticulosamente medidas, que serviram como uma grade para a determinação da posição exata dos planetas. Em 1601 Brahe faleceu e assim Kepler pode utilizar os dados de Brahe junto com os seus para escrever seu primeiro livro.

Tycho Brahe, o chefe de Kepler entre 1600 e 1601, foi um astrônomo observacional, ele marcava tudo o que podia de suas observações, inclusive contratou Kepler para fazer o ajudar. Tycho já havia feito um mapeamento das estrelas fixas. Então Kepler precisava apenas olhar as estrelas errantes, no caso, os planetas, já que estes faziam trajetórias específicas, diferente das estrelas que caminhavam sempre o mesmo caminho de um lado ao outro do céu como o sol. Passou dias e noites tentando desenvolver a ideia das órbitas geométricas, mas quando comparava os resultados desta ideia com os dados obtidos por Tycho Brahe pelos telescópios, não fechava. Nesta época houve perseguição religiosa, e Kepler, que se recusara a converter-se ao Catolicismo, deixou Grás e foi trabalhar de astrônomo assistente de Tycho Brahe. Tycho era um desses grandes ricos da corte que investiam parte da sua riqueza na ciência, como o investimento não era o bastante aos olhos de Kepler, este o criticou por investir pouco em ciência já que tinha tanto dinheiro. Kepler não queria formular as órbitas para Tycho e este não queria dar os dados para Kepler e acabar não ficando famoso. Discutiam com frequência e depois se reconciliavam. Após dois anos de muitas discussões e trabalho duro de Kepler, o superior e patrocinador de Kepler faleceu, e pouco tempo depois Kepler teve acesso aos dados de Tycho. Mesmo com todos os dados precisos obtidos anteriormente por seu antigo chefe, Kepler trabalhou muito tempo para compreender os movimentos

dos astros do sistema solar. Teve que interpretar inclusive um erro que em seu entendimento não era possível de existir. As órbitas dos planetas tinham 8 minutos de arco em comparação com as órbitas circulares. Esse problema foi complicadíssimo, o sistema heliocêntrico descrevia orbitas circulares, em sua intuição isso era verdade, e como foi dito os dados não fechavam. Então, após muito cansaço tentou aplicar a elipse aos dados do movimento dos planetas. E como podemos ver na figura abaixo ele obteve êxito conseguindo descrever o movimento de maneira correta.

Figura 12: Segunda lei de Kepler Leis das áreas. Fonte; portaldoprofessor.mec.gov.br/



Porém pouco tempo depois teve que ir embora dali porque a igreja católica estava chegando e iria prendê-lo ou matá-lo se o encontrasse. Então foi morar em Praga na República Tcheca. Em 1612 ficou viúvo. Em 1613 casou-se com Susanna Reuttinger.

Depois da morte de Tycho, passados alguns meses, com os dados obtidos ele conseguiu desenvolver a lei dos períodos. Apenas oito dias após a descoberta estourava a guerra dos 30 anos e o seu patrocinador o imperador Rodolfo II não pode mais o ajudar, ficando sem dinheiro até para comer. Foi nesta época que um de seus filhos e sua esposa morreram. Além disso, por estar envolvido com estes estudos foi excomungado da igreja anglicana.

Em seus escritos Kepler não deixava de relatar todos os seus erros, por isso seus livros são um pouco pesados de ser lidos, mas esta é uma demonstração de modéstia e da característica que deve evidenciar o fazer ciência. Em 1612 trabalhava como matemático imperial, e novamente teve que se mudar de Praga para Linz, pois a guerra católica chegava na cidade e teve que fugir. Já em Linz trabalhou como topógrafo e no resto de sua vida continuou a mudar-se junto com sua família sempre em função da contrarreforma católica.

Em 1615 sua mãe foi acusada de feitiçaria ou bruxaria pela inquisição, Kepler parou tudo que estava fazendo para defender sua mãe, que após ser absolvida da culpa, acabou morrendo por estar deprimida e doente por ter estado presa durante seu julgamento.

Figura 13: Cidade de Ratisbona, onde Kepler foi sepultado.



Fonte Google Maps

Como sempre foi uma pessoa com problemas de saúde. Em seus últimos meses de vida não foi diferente. Desde sua infância tinha problemas de visão fortíssimos além de infecções e outras doenças. Aos 60 anos uma doença séria o atacou e como sempre em sua vida, não teve muita sorte, e a doença o levou para sempre. Ele foi sepultado na cidade de Ratisbona (Alemanha) em 15 de novembro de 1630.

Após sua morte, ainda houve mais um azar em sua história. Seu túmulo foi destruído na guerra dos trinta anos²⁰ que ocorreu entre 1618 e 1648, na Europa na região da Alemanha destacada na Figura 14. Conflito que marcou a transição do feudalismo para a Idade Moderna. Durante a passagem do exército pela região destruíram igrejas, cemitérios e casas. Como vimos ele buscou harmonia entre os dois mundos. O mundo extraterrestre, o céu perfeito, e o mundo terrestre onde haviam as imperfeições dos seres humanos... E foi através de muito empenho, que chegou nas respostas. Não foi fácil a caminhada até o estabelecimento das leis de Kepler, houve muitos erros, tempos perdidos, dificuldades e outras adversidades, porém, entrou pra história por descobrir uma das chaves para o entendimento do universo. Ele obteve êxito porque não fez como Copérnico quando errou em seu sistema Heliocêntrico, Kepler não filosofou, ele desenvolveu suas leis para explicar os dados e não ao contrário.

O primeiro a estudar a vida de Kepler foi Friedrich Apelt, escrevendo que Kepler foi um dos geradores da revolução científica do Século XVII. Willian Whewel escreveu em "*History of the Inductive Science*" que Kepler era considerado um grande cientista indutivo. Kepler influenciou Isaac Newton e Laplace entre outros grandes nomes da ciência.

Kepler defendeu a astrologia na obra "*Tercius Intervenens*". Em 1623 Kepler terminou de escrever as tábuas Rudolfinas que foram publicadas somente 4 anos depois. Em 1625, a contrarreforma fechou sua biblioteca, censurando os estudos científicos. Em 1626 Mudou-se para Ulm, cidade onde Einstein nasceria 250 anos depois. Galileu Galilei e René Descartes não aceitaram as leis de Kepler ignorando-as completamente. Kepler teve contato com filósofos muito influentes de sua época. Entre 1609 e 1612 se comunicava através de cartas com Galileu que estava na Itália e não pode expor seus trabalhos por estar num país católico. Kepler pode expor na Alemanha por que lá a igreja não tinha muita autoridade na época da publicação. Kepler debateu astrologia com Philipo Feselius um escritor da época.

Como vimos Johannes Kepler foi um homem de muitos infortúnios e adversidades que podiam fazê-lo desistir, contudo a dedicação e esforço falaram mais alto e ele entrou para história, mesmo hoje a cerca de 400 anos depois ainda estamos lembrando do nome deste cientista.

1-Onde viveu e onde estudou na infância?

²⁰ **Guerra dos trinta anos-** Motivada pela reivindicação dos dogmatismos religiosos, por poderes territoriais entre outros.

- 2-O que gostava de fazer na adolescência?
- 3-Onde e quando estudou o ensino médio?
- 4-Ingessou na universidade? Se sim quando e onde?
- 5-Teve um companheiro (a), ou seja, casou-se?
- 6-Citar uma característica importante de sua personalidade?
- 7-O que motivou a seguir carreira científica?
- 8-Qual característica de vida deve ter um cientista em sua opinião?

ATIVIDADE 2.2

Isaac Newton

Os gregos já estudavam o céu há 2 milênios. Hiparco²¹ desenvolveu o astrolábio para auxiliar nestes estudos. Neste período da história, Ptolomeu²² descreveu o movimento dos astros colocando a Terra no centro de todo o universo, e este modelo de mundo foi aceito por muito tempo. Somente em 1543 Copérnico tirou a Terra do centro das atenções, colocando o Sol no centro do universo, criando o modelo Heliocêntrico. Pouco tempo depois, em 1564 Galileu Galilei escreveu sobre a queda dos corpos. Kepler desenvolveu melhorias nos telescópios refratores e quando descreveu as 3 leis dos movimentos planetários poucos as compreendiam, era complexo até para os estudiosos da época. Somente cerca de 100 anos depois um grande estudioso compreendeu as Leis de Kepler e ainda utilizou deste conhecimento para desenvolver uma teoria sobre gravitação universal. Esse homem foi Isaac Newton.

Este texto sobre Newton, baseou-se em diferentes fontes, pois houve biógrafos que não escreveram de maneira imparcial, deixando de lado pormenores que denegrissem a imagem de Newton como William Stukeley e David Brewston. Estes são autores de boas biografias, no entanto deve-se ter cuidado, pois nestas biografias Newton foi colocado como um Deus da ciência. Seu trabalho na física foi excepcional, mas foi um homem com características excêntricas, e pesquisas profundas mostram essas características como veremos no prosseguimento do texto, que demonstram seu lado humano e, é claro, sua enorme força de vontade.

²¹ **Hiparco de Niceia** ... Filósofo grego, viveu entre e tinha interesses em astronomia.

²² **Claudio Ptolomeu**, astrônomo grego que famoso por desenvolver um sistema de mundo geocêntrico.

Newton nasceu em Linconshire, em um casarão em Woolsthorpe na Inglaterra no dia 25 de dezembro de 1642, natal no calendário Gregoriano, que no nosso calendário já seria dia 3 de janeiro de 1643.

Durante a gravidez de sua mãe, seu pai veio a falecer. Sendo assim, Newton cresceu sem um pai por perto para ensinar as obrigações da fazenda onde morava. Já órfão, aos 3 anos sua mãe casou-se novamente e deixou Newton com sua avó. Ela se casou porque na época era tradição que mulheres viúvas fossem pedidas em casamento para que o homem administrasse a vida financeira da família. Então seu novo marido, um pastor viúvo de 63 anos pediu Hannah em casamento. Como o pastor morava num vilarejo distante, não sabemos o motivo, mas deixou Newton vivendo com James e Margery, pais de Hannah até os 11 anos quando ficou viúva novamente e voltou para casa. Ele ficou triste em ter vivido com a avó, já que ela não o tratava tão bem e ainda achava o jeito dele estranho. Sua família não tinha problemas financeiros, entretanto toda família paterna era analfabeta e não incentivava os estudos. Foi a influência materna que o fez estudar. O maior desastre para a personalidade dele talvez tenha sido a falta da mãe na infância, isso o fez ser um homem amargo. A falta de afeto na infância também deve ter deixado seu coração frio e sem desejo de relacionamentos afetivos como casamentos ou muitas amizades. Richard Bressan observou que *"O comportamento característico de Newton não podia ter se originado de um fracasso em ser reconhecido e reverenciado em seu próprio tempo, porque o foi"* [Brennan, p. 25 1998]

Talvez por isso nunca se casou e parece que houve poucos episódios que citam algum envolvimento ou até conversas com mulheres. Sendo assim toda sua energia era para o trabalho como filósofo natural. Newton, sendo muito religioso, escreveu todos os seus pecados. Um deles era a vontade de queimar sua mãe e seu padrasto, o que demonstra seu ódio por ter ficado sem sua mãe na infância. Este fato, e outras situações em sua vida, o tornou um homem muito nervoso e desconfiado de tudo e de todos. Durante toda a vida Newton fora um homem introvertido e discreto. Desde a adolescência quando já lia livros que nenhum jovem queria ler como os de alquimia e filosofia e talvez por isso também não tivesse muitos amigos porque deveriam ter outros hobbies. Como não tinha muitos amigos, na maior parte do tempo ficava montando máquinas simples, e lendo livros.

Porém, quando Newton estudava, ele esquecia o mundo a sua volta e se concentrava enormemente no que fazia, tanto que chegava a esquecer de comer. Newton teve um pouco de sorte por sua mãe lhe apoiar financeiramente com o mínimo para estudar. No entanto o seu apoio era

para aprender a administrar o patrimônio familiar, uma pequena fazenda. Deste modo o apoio de sua mãe não durou muito porque Newton abandonou o curso agrícola já que não gostava destes serviços. Assim lia muitos livros sobre outros conhecimentos como geometria e filosofia natural que não ensinavam no King's School, escola de ensino básico que estudava em Grantham. Nesta época na escola ele não se esforçava, era um aluno mediano nem teve fama de melhor aluno. Somente após uma briga com um colega na escola que ele resolveu estudar mais. Nesta briga, Newton recebeu um chute na barriga e revidou com socos e pontapés. O mais interessante foi que Newton, muito orgulhoso, resolveu ser melhor que o seu oponente na briga, até nas notas. Ele além de prestar mais atenção e participar mais das aulas começou a ler muito em casa, de modo obsessivo, todos os livros que tinha acesso sobre processos químicos, máquinas e começou a fabricar pequenos utensílios, sendo esses os primeiros contatos com ciências, já que na escola não se estudava ainda. Em 1661 foi aceito em Cambridge para cursar o ensino superior no Trinity College onde foi visto seu grande potencial em matemática.

Em 1665 ele teve que deixar Cambridge por conta de uma epidemia de peste bubônica, uma doença causada por uma bactéria presente na pulga de roedores, que causou a morte de cerca de 50 milhões de pessoas na época. Foi durante o tempo em que fugia da peste e ficando em sua fazenda estudou surpreendentemente e desenvolveu teorias importantíssimas para a humanidade, como a teoria das cores, as primeiras ideias do “*principia*” e da teoria da gravitação universal.

Naquela época não se podia ler o livro que quisesse, somente os que a igreja aceitasse esta leitura. Foi assim então que Newton adquiriu seus conhecimentos, aos poucos, com os livros que podia, como uma esponja absorvendo cada pequeno conhecimento ao qual tinha acesso. Durante sua juventude, Newton escreveu muitas questões ou problemas que planejava estudar durante a vida para encontrar as soluções. A maioria respondeu, outras ficaram em branco ou pela metade, talvez por falta de tempo e algumas nunca conseguiu responder. Isso mostra que Newton não encontrou uma teoria para problemas que sabia que existiam, chegou a muitas vezes descrever pensamentos e hipóteses incoerentes. Ele também avançou muito em seu modo de pensar e de descrever a natureza das coisas durante a vida, deixou de apenas dar hipóteses e começou a utilizar um método rigoroso de fazer ciência, com explicações comprovadas por experimentos.

Newton é considerado um dos maiores gênios de todos os tempos. No entanto, é também importante contextualizarmos esse gênio dentro de sua realidade social e humana. Esse "gênio" era uma pessoa de difícil trato com os demais, não era dado a explicar suas conclusões e descobertas e, naturalmente, errou com relação a alguns fatos científicos. Isso não retira o status de grande intelectual dado a Newton, mas o coloca num lugar compreensível e aceitável para um ser humano. Como diz o ditado popular "errar é humano". Ele chamava de espírito algumas

substâncias [COHEN p.36, 2002], tinha muita fé na existência do éter²³. Newton acreditava que Deus criou o universo utilizando partículas muito diminutas, maciças, impenetráveis e inquebráveis de maneira que elas formam os corpos e depois outro corpo e assim por diante. São partículas eternas sendo estruturas singulares que se unem e se separam e nunca deixam de existir. Nutriu grande interesse por Catherine Storer, a filha de William Clark²⁴ com quem Newton morou durante sua juventude. Naquela época um jovem, quando era apaixonado por uma jovem, apenas conversavam ou trocavam cartas, e com Newton não foi diferente. Nesta época a única pessoa que Newton tinha contato era Catherine. No entanto

Figura 14: Gravura lembrando a amizade entre Newton e Catherine



²³ **Éter** – Fluido que no imaginário dos cientistas até o fim do séc XIX ocuparia todo espaço interplanetário, onde não haja corpos celestes.

²⁴ **William Clark** – Um farmacêutico com quem Newton morou de favor e aprendeu química.

o que é difícil de compreender é o porquê de Newton deixá-la e não voltar atrás para tentar casar com ela, sendo que ela foi a única mulher com a qual Newton teve esses afetos. O que se sabe é que ele apenas cogitou a ideia de casar-se para manter o status que na época era o correto de um homem ter uma esposa. Mais tarde, quando já havia feito fortuna, Newton ajudou Catherine financeiramente. Na Figura 5 vemos uma pintura da época exibindo Newton conversando com sua amiga Catherine.

Newton descobriu as leis do movimento, descreveu o movimento de corpos sólido e fluidos, e desenvolveu uma lei sobre o movimento dos planetas em torno do sol chamando a força que existe entre eles de gravidade, ligando isso a todos os corpos ao redor da Terra, e também como quando uma maçã cai de uma macieira.

A queda da maçã, como um episódio descontextualizado e meramente ‘curioso’, no ensino da física, tem contribuído para disseminar a ideia de que “a gravitação universal surgiu diante de Newton num lampejo de discernimento”. Típico de relatos que fazem um mau uso da história da ciência junto ao ensino, esse fato vulgariza uma das mais impressionantes realizações do conhecimento científico. “A gravitação universal não se curvou diante dele ao primeiro esforço. Newton hesitou e tropeçou, momentaneamente aturdido por complexidades esmagadoras, que já eram imensas na simples mecânica e que foram várias vezes multiplicadas pelo contexto global [Peduzzi p 97, 2006]

Entretanto Newton admitiu que não poderia explicar o motivo da existência da gravidade, o que a causa [Cohen p. 93 2002]. Acreditava que podia ser a atração uma força divina [Cohen, p. 91, 2002], demonstrando aqui seu aspecto religioso ou ao menos sua esperteza de não deixar lacunas para os críticos. Outro fato relevante no trabalho de Newton, foi sua necessidade de estudar muito, para amadurecer lentamente sua mente e conseguir escrever os “*principia*” [Cohen, p 113, 2002]. Com idade avançada mudou de opinião com relação a algumas situações, como gerar hipóteses infundadas sobre o éter que já tinha deixado de defender [Cohen, p.113, 2002].

Em sua teoria corpuscular já imaginava que havia espaço entre as partículas, chamava de poros, e relatou: "Mas qual é realmente sua estrutura interna ainda não sabemos" [Cohen, p.123 2002]. Somente no século XVIII John Dalton voltou com a teoria atomista, todavia com um modelo da bola de bilhar, diferenciando os elementos por tamanhos diferentes destas bolas.

Demonstrando o aspecto natural da evolução do conhecimento, Newton citou filósofos antigos em seus escritos nos quais ele se firmava para fazer alegações ou criar teorias. No "*principia*" volume III ele escreveu que a lei do inverso do quadrado da distância já teria sido descrita por Pitágoras quando fez uma relação do "Uníssonos de duas cordas, quando as tensões são inversamente proporcionais ao quadrado dos comprimentos" [Cohen p.135, 2002]

De qualquer modo, do ponto de vista dos cânones da ciência, o que importa é o produto concreto do trabalho de Newton: uma nova matemática, uma nova mecânica, uma nova óptica, uma nova forma de olhar o céu, com o telescópio refletor. As suas elucubrações, os seus sonhos, sua motivação, suas neuroses, seus interesses pessoais, que se situam no contexto da descoberta, não fazem parte do relato científico. Efetivamente, em uma ciência que valoriza o contexto da justificativa, não importam os caminhos extra científicos trilhados por Newton. Pode ser curioso, ou mesmo surpreendente, para o físico, que Newton tenha procurado "perscrutar a mente de Deus e Seu plano para o mundo e a humanidade, tal como o exposto nas profecias bíblicas" [Peduzzi, 2010].

A aceitação das ideias de Newton são também explicadas, entre outras coisas, pela divulgação em aulas populares de seus conhecimentos, pelas críticas que dirigiu a Descartes, pelo seu jeito de escrever o livro "*principia*" de acordo com as regras científicas aceitas na época, pela substituição vagarosa de professores escolásticos e cartesianos por newtonianos ortodoxos incentivadas pelo próprio Newton, e pela eleição

de Newton à presidência da Royal Society²⁵. Lembramos também que somente após 50 anos da publicação dos “*principia*” as teorias newtonianas foram aceitas no restante da Europa.

Como vimos, Newton lia muito e tinha facilidade para trabalhos manuais. Foi um homem sério e de difícil relacionamento, as vezes até grosseiro. Trabalhador ao extremo, chegava a ficar dias sem dormir com apenas alguns cochilos, enquanto tentava solucionar uma teoria sem explicação, adorava matemática, tinha interesse pelo lado oculto dos processos químicos, era extremamente rígido com regras e obrigações, e não era dado a relacionamentos amorosos. Enfim, esse era Newton, um grande homem que desenvolveu grandes conhecimentos para a humanidade.

- 1-Onde viveu e onde estudou na infância?
- 2-O que gostava de fazer na adolescência?
- 3-Onde e quando estudou o ensino médio?
- 4-Ingessou na universidade? Se sim quando e onde?
- 5-Teve um companheiro (a), ou seja, casou-se?
- 6-Citar uma característica importante de sua personalidade?
- 7-O que motivou a seguir carreira científica?
- 8-Qual característica de vida deve ter um cientista em sua opinião?

ATIVIDADE 2.3

Michael Faraday

No século XIX algumas descobertas abriram portas para inovações na área da eletricidade. Dentre elas, temos a lei que estabelece a força de atração ou de repulsão entre cargas elétricas, proposta por Coulomb²⁶. A invenção da pilha voltaica em 1819, criada por Alessandro Volta²⁷. O experimento de Oersted²⁸, que fez uma corrente elétrica atravessar um fio condutor e colocando uma bússola ao redor deste fio, percebeu a geração

²⁵ **Royal Society** – Sociedade criada para o desenvolvimento do conhecimento, fundada em 1600 em Londres na Inglaterra.

²⁶ **Charles Augustin de Coulomb** – Físico francês que propôs importantes experimentos para o entendimento de cargas elétricas

²⁷ **Alessandro Volta** – Professor de Física italiano apaixonado pela eletricidade, famoso pela invenção da pilha voltaica.

²⁸ **Hans Christian Ørsted** – Físico e químico dinamarquês interessado na relação entre eletricidade e magnetismo.

de um campo magnético ao redor do mesmo. Após estes avanços, alguns cientistas, como Ampère²⁹, desenvolveram diversas experiências sobre força elétrica e ou magnética. Um assistente de laboratório na Inglaterra, simples e com pouca experiência se interessou numa destas áreas. O nome deste assistente era Michael Faraday.

Faraday nasceu na Inglaterra no dia 22 de setembro de 1791 numa vila, próxima de Londres, em Surrey, uma localidade de pouca importância na época. Na Figura 16 e percebemos a pequena área do lugar onde Faraday nasceu.

Figura 15: Mapa da Inglaterra com Surrey em destaque, região de nascimento de Michael Faraday.



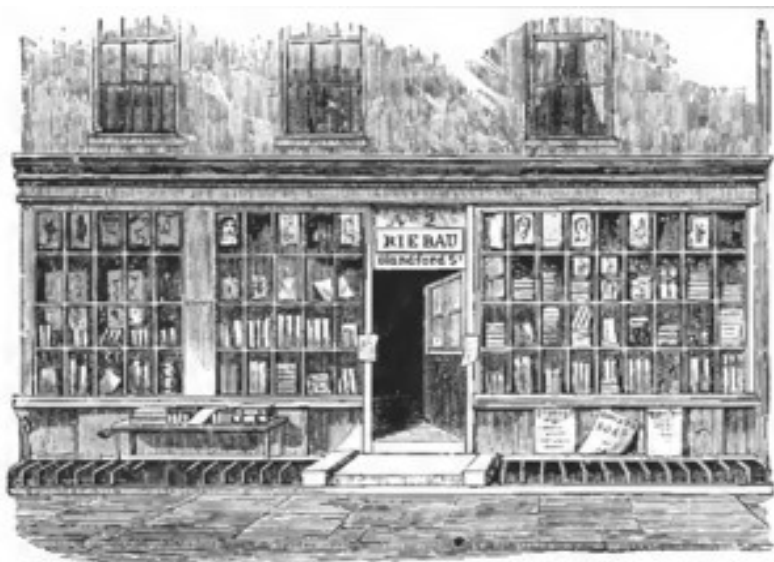
Seu pai se chamava James Faraday e sua mãe Margareth Hastwell. Eles eram de famílias pobres. Sua mãe, antes de casar, trabalhava como empregada doméstica ou serviçal como era chamada a profissão na época, e depois do casamento e do nascimento dos filhos, ela não pode mais trabalhar. Na sua infância, Faraday chegava a ficar semanas sem ter um prato digno de comida, comendo apenas migalhas para não vir a falecer.

²⁹ **André-Marie Ampère** – Cientista francês com importantes contribuições no eletromagnetismo.

Seu pai estava procurando melhores empregos para tentar dar uma vida melhor a sua esposa e filhos e então, quando ainda era muito pequeno, sua família se mudou e fixou moradia em Westminster também em Londres. Ficaram em uma casa muito simples, sem conforto. O emprego melhor procurado por seu pai nunca foi encontrado. Desta forma a situação não teve alteração e a vida financeira da família continuou péssima.

Faraday vivia em Londres na sua infância e sendo assim, estudou em uma escola primária próxima de sua casa. Ele tinha muita dificuldade em falar, e havia uma professora que o criticava muito por ele ser assim. Possivelmente tinha problemas na fala do tipo que fazem as crianças trocarem o som de algumas letras e recebia castigos por não acertar as palavras que falava, tendo com isto problemas no aprendizado. Acabou saindo cedo da escola por não se dar bem com o tipo de ensino recebido. Começou a trabalhar bem cedo, aos 13 anos. Com isso aprendeu apenas a ler, escrever e realizar as quatro operações básicas de matemática. Seu primeiro emprego foi em uma livraria entregando livros e auxiliando na encadernação. Quem lhe deu emprego foi um emigrante francês, George Riebau, dono da livraria exposta na gravura da Figura 17.

Figura 16: Livraria de Riebau



George deixava Faraday ler os livros que tinha acesso. Muitos deles encadernava e depois lia. Faraday ficou trabalhando neste local até os 21 anos. Neste tempo que passou ali, enquanto não trabalhava, estava lendo sobre vários assuntos de seu interesse como química, eletricidade e a enciclopédia britânica. Ele também se interessou por filosofia e frequentou um grupo de discussões filosóficas, chamado “City Philosophical Society”. Ficou então ligado aos livros durante toda a adolescência.

Com 19 anos ele investia o pouco dinheiro que lhe sobrava em experiências de química. Quando tinha 20 anos de idade, um cliente benevolente que sabia do grande apreço de Faraday pela ciência lhe deu um ingresso para seminários de Humphry Davy, um químico famoso que fazia demonstrações experimentais fantásticas para grandes públicos, como um grande show de mágica. Faraday foi a este evento e ficou maravilhado com o que viu, e durante toda a palestra escreveu todos os pormenores que percebeu Humphry realizar no palco. Tudo que escreveu ele encadernou e enviou para Humphry pedindo-lhe um emprego de ajudante. Quando Humphry recebeu os manuscritos os considerou muito organizados e detalhados, porém não precisava de ajuda no momento. Passados alguns meses, ele sofreu um acidente enquanto preparava uma reação química, sofrendo alguns ferimentos, machucando principalmente os olhos e impossibilitando-o de realizar seu trabalho no laboratório. Lembrou então do jovem entusiasta da ciência que lhe pedira um emprego e mandou chamá-lo. Faraday ficou imensamente feliz de ir trabalhar com ciência. Foi no mês de março de 1813 que chegou ao laboratório da Royal Institution para ser um auxiliar de laboratório, ele tinha 21 anos. Ficou trabalhando e aprendendo com seu instrutor, tornando-se um dos maiores experimentalistas de todos os tempos. Realizou cerca de 15 mil experiências durante a vida. Em 1821, com 30 anos publicou seu primeiro trabalho científico, um ano após Oersted realizar seu lendário experimento no qual descobriu o campo magnético ao redor de um fio atravessado por uma corrente elétrica. Ainda neste ano casou-se com Sarah Bernard e vivia com ela num pequeno apartamento no prédio da Royal Institution. Em 1825 fazia conferências para a sociedade sobre química, eletricidade e o andamento das ciências, e nesta época foi promovido a coordenador do laboratório da Royal Institution, e depois a diretor. Neste local ficou até o fim da vida. Enquanto trabalhou lá, Faraday fez descobertas importantíssimas para a humanidade, como o motor elétrico, o transformador e o gerador de energia elétrica e muitas outras da área da química.

O trabalho de Faraday mostra-se assim um bom exemplo de que a evolução científica se faz com muita pesquisa, com resultados positivos e negativos, com debates dentro da comunidade, com conflitos e, principalmente, com investigações em torno de hipóteses e ideias. Elementos importantes para uma discussão sobre a Ciência que devem ser levados para as salas de aula, juntamente com a valorização do trabalho experimental. [Martins e Dias p. 12, 2004]

A vida de Faraday na ciência foi importante para ele. Entretanto dava o mesmo ou maior valor a seus amigos, sua igreja e sua família. Ele trabalhava e em todo o tempo que lhe sobrava ficava com sua esposa e ia à igreja.

Vários cientistas da época procuravam bases para harmonizar a ciência e a religião, mas Faraday não achava isso interessante. Para ele deveria haver uma separação entre as duas. Ele era tão religioso que chegou a rejeitar honras por ser destaque em sua área de trabalho, e não aceitou posições melhores em seu emprego para não ter riqueza porque, de acordo com a seita religiosa a que pertencia, chamada de Sandemaniana, por ter sido criada por um homem chamado Sandman, os cristãos devem ser humildes e não enriquecer com bens materiais, mas somente espirituais [BODANIS, 2001]. Ele sublinhou em sua bíblia, entre outras coisas: "*O amor ao dinheiro é a raiz de todos os males*" I Timóteo seis; 20 e Mateus 6; 19-20 que relatavam sua tradição religiosa. Ele deixou de receber um salário 10 vezes maior que recebia por não querer ir contra sua religião. Assim recebia seu salário digno para viver com simplicidade. Faraday chegou a ser diácono em 1832, e ancião em 1840, dois cargos superiores em sua congregação pelas pessoas da época. Essa seita era desprezada pela maioria das pessoas da época, que eram católicas.

Faraday morreu em 25 de agosto de 1867 aos 75 anos. Durante toda a vida foi um homem muito ávido pelo conhecimento. Ele tinha talento para fazer observações e experimentos e conseguia tirar ótimas conclusões, assim analisando experiências podia planejar outras experiências ou prever outras aplicações para os experimentos que havia visto e ou realizado.

Foi um homem muito humilde, tinha amor ao próximo, religioso, atencioso com sua esposa, e foi um grande amante da ciência. Na lápide de Faraday está escrito seu epitáfio "Para Faraday a exploração científica não foi apenas emocionante e gratificante, mas uma vocação cristã" [Tyndall, 1961].

- 1- Onde viveu e onde estudou na infância?
- 2- O que gostava de fazer na adolescência?
- 3- Onde e quando estudou o ensino médio?
- 4- Ingressou na universidade? Se sim quando e onde?
- 5- Teve um companheiro (a), ou seja, casou-se?
- 6- Citar uma característica importante de sua personalidade?
- 7- O que motivou a seguir carreira científica?
- 8- Qual característica de vida deve ter um cientista em sua opinião

ATIVIDADE 2.4

Albert Einstein

Einstein nasceu na Alemanha no dia 14 de março de 1879, na cidade de Ulm, onde se encontra a catedral com a maior torre do mundo, com 161 metros. A cidade fica na região da Baviera, como está exposto na Figura 18, ao lado do rio Danúbio, rio que separa os estados de Baden-Württemberg e Baviera. De um lado do rio fica a cidade de Ulm e do outro,

Figura 17: Alemanha com a posição da cidade de Ulm no estado de Baden-Württemberg.



já no estado da Baviera, uma cidade muito parecida chamada de Neo-ulm como podemos ver na Figura 19.

Figura 18: Divisa entre a Cidade de Ulm e Neo-Ulm



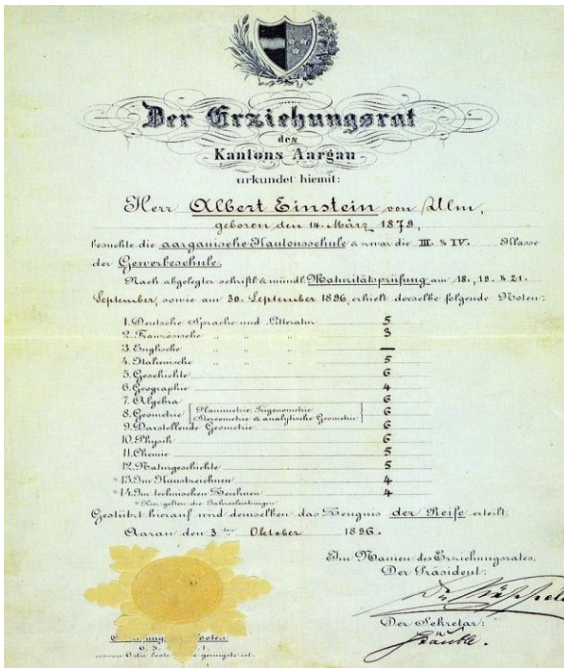
Sua família era comum, pai, mãe e filhos. Viveu toda a infância com seus pais e foi educado em grande parte por sua mãe que passava mais tempo com o jovem Einstein. Seus pais eram judeus não praticantes e recebiam visita de parentes periodicamente, como a de seu tio Jacob e um estudante de medicina chamado Max Talmey que costumava jantar na casa da família, e brincava com sua irmã sempre que podia.

Seu pai Herman era um tipo de empresário esforçado, que quando um de seus negócios não dava certo e falia, não ficava parado e ia atrás de um novo negócio para ter o seu ganha pão. Antes de Albert nascer, seu pai tinha um comércio de materiais agrícolas. Um ano após o nascimento de Albert, deixou a vida de comerciante e começou a fabricar dínamos e materiais elétricos, o que fez até sua morte em 1902. Foi seu pai quem lhe deu uma bússola de presente quando criança, e incentivava seus aprendizados em áreas ligadas a engenharia, talvez por estar relacionado a sua empresa.

A mãe de Einstein era uma mulher calma que teve uma educação básica. Cuidava dos afazeres domésticos e gostava de artes e música. O gosto de sua mãe por música o fez aprender aos 6 anos a tocar violino, e tocar durante toda sua vida, inclusive na adolescência aprendeu a tocar sonatas de Mozart. Como podemos ver, sua família não era rica, vivendo modestamente com pouco luxo.

Em sua época de infância, vivia com seus pais na cidade de Munich, para onde seu pai foi logo após o nascimento de Einstein para abrir um novo negócio com seu irmão Jacob. Ele brincava muito empilhando cartas de baralho e ficava sozinho em pensamentos distantes. Lia os livros sobre filosofia e ciência que seu pai tinha na estante de casa, e só começou a se comunicar plenamente através da fala, aos 9 anos [Gleiser, p. 261 2000]. Ele estudou numa escola primária católica até os 8 anos e então foi transferido para a escola Ginásio Luitpold, hoje conhecido como Ginásio Einstein, onde ficou até meados de 1894, último ano do ensino secundário. Aos 12 anos seu tio Jacob lhe deu um livro sobre geometria elementar o que para ele era muito mais interessante que geografia, francês e história, as disciplinas que não admirava e que tinha dificuldades nas provas. Seu tio, Jacob aproveitando esses gostos por matemática e ciência, ensinava-lhe sobre álgebra e geometria desde pequeno. Nesta época de adolescência, Einstein lia muito. Max lhe deu um livro de Immanuel Kant, “Crítica da Razão Pura” que Einstein leu antes dos 15 anos de idade. Max também foi importantíssimo para Einstein se tornar um intelectual, dando-lhe 21 pequenos volumes escritos

Figura 19: Histórico escolar com as notas de Albert Einstein no fim do ensino secundário



por Aaron Bernstein, que enfatiza as interrelações entre biologia e física [Talmey, 1972].

Ele sempre foi um bom aluno. O mito de que era mal aluno pode ter sido por uma diferença de linguagem em relação às notas na Alemanha onde estudou quase toda a educação básica e na Suíça onde cursou os últimos anos do ensino secundário. Ele chegava a ajudar os colegas com dúvidas. Na Suíça o 6 era considerado excelente e o 1 muito ruim. [Isaacson, 2007] Ele era ótimo em matemática e ciências, mas mediano nas outras disciplinas. Como podemos notar no seu histórico escolar na Figura 10, onde 6 é excelente, 5 é bom, 4 era suficiente, 3 ou menos eram notas baixas.

Einstein tentava resolver de várias maneiras diferentes os problemas pedidos pelos professores, o que seus professores autoritários não aceitavam e isso o irritava. Isso o desanimava, de modo que faltava muito à escola. Um de seus professores chegou a dizer que ele não chegaria a lugar nenhum, por não seguir os protocolos em seus estudos. Aos 15 anos de idade, Einstein teve que ficar longe de seus pais por alguns meses. Seus pais foram para Itália no início de 1894 e mais uma vez seus negócios não deram certo. Foram tentar uma nova maneira de ganhar dinheiro, desta vez na cidade de Milão na Itália, Einstein foi para Itália somente no meio do ano quando pediu uma licença médica para poder se deslocar à Itália. Foi a Suíça tentar terminar seu ensino secundário para conseguir entrar no ensino superior. Matriculou-se na escola Cantonal em Aarau na Suíça, onde estudou entre 1895 e 1896 se formando e abrindo a possibilidade da tão sonhada universidade. Enquanto morou em Aarau se hospedou com a família do professor Jost Winteler, o que não resultou em relacionamento.

Em 1896, aos 17 anos, fez os exames para ingressar no curso universitário para ser professor de Física, conseguiu e ainda com ótima nota. Formou-se em 1900. Suas notas na faculdade não foram as melhores, nem tampouco o melhor aluno. Assim seu objetivo inicial de ser um professor universitário em Zurique foi por água abaixo, já que seus professores não lhe deram os créditos necessários para que fosse aceito. Suas notas talvez não tenham sido melhores porque Einstein faltava a muitas aulas para ler obras de grandes cientistas e filósofos, como gostava de fazer na sua adolescência, só que ele seria mais interessante que ir para aula.

Como não conseguiu emprego na universidade foi lecionar em escolas de ensino secundário e dar aulas particulares, mas não se deu bem nestes trabalhos, fazendo alguns amigos e recebendo um pouco de dinheiro para se sustentar. Aos 22 anos, em 1902, conseguiu um emprego

graças a seu amigo Marcel Grossman. O pai de Grossman lhe deu um emprego num escritório de patentes³⁰ em Berna na Suíça,

Neste emprego Einstein pode estudar mais nas horas ociosas, e escrever artigos sobre a Física. Aproveitando muito o tempo escreveu, 3 artigos que foram publicados em 1905 incluindo um de 17 páginas sobre o efeito fotoelétrico, publicado em março de 1905 e que lhe rendeu o prêmio Nobel em física em 1922.

Einstein desde sua juventude foi um homem que adorava a companhia de amigos e principalmente de mulheres. Quando se casou, pela primeira vez, em 1902 com Mileva Maric, ele estava apaixonado e teve dois filhos com ela. Todavia alguns anos depois de ter os filhos, se correspondia com sua prima Elza Einstein e escreveu que não estava contente com sua esposa e que a tratava como uma empregada. Einstein então se relacionou com sua prima nesta época, o que além das brigas e das diferenças, motivou o fim de seu primeiro casamento. Ele se casou com a prima Elza depois do divórcio em 1919. No casamento com sua prima escreveu um contrato em que Elza não poderia falar com ele se ele não estivesse disposto e também que ele teria liberdade de dormir em quarto separado e fazer o que quisesse. Isso demonstrou que Einstein era um pouco machista e um homem namorador. Ele adorava se mostrar para as mulheres ao tocar seu violino de maneira perfeita como o fazia. Com Elza ficara até o fim de sua vida.

Aos 12 anos, quando recebeu um livro de geometria, Einstein não demonstrava seu potencial intelectual inovador. Entretanto gostava muito de estudar lendo livros sobre matemática e filosofia. Seu pai sabia de sua facilidade com cálculos e como era empresário na área de materiais elétricos desejava que seu filho estudasse engenharia elétrica. Seu pai, talvez sem intuito, deu a Einstein, quando ele tinha apenas 4 anos, uma bússola, o que motivou Einstein a pensar em campos e forças invisíveis que alteravam a posição da agulha magnética da bússola. Como sempre se surpreendeu com as belezas da natureza e as explicações escondidas nela, se interessou então pelo curso de Física e não pela Engenharia como seu pai pretendia. Entrar no curso de Física o auxiliou a se tornar um cientista. Porém, somente no tempo que estava em Berna no escritório de

³⁰ **Patente** é uma concessão pública, conferida pelo estado, que garante ao seu titular a exclusividade ao explorar comercialmente a sua criação. [Wiki, 2018]

parentes, que ele conseguiu escrever artigos de grande importância para a ciência e assim após a aceitação e publicação em periódicos de Física que passou a ser conhecido como cientista. Entretanto não era levado a sério pela maioria dos cientistas da época, mas um importantíssimo o apoiava, Max Planck, o criador da Física Quântica.

Entre 1905 e 1916 estudou profundamente tudo que se sabia sobre relatividade e apresentou a Teoria da Relatividade Geral em 1916. Em 1922 recebeu o prêmio Nobel de física por ter explicado corretamente o efeito fotoelétrico. Ele escreveu um artigo de 17 páginas explicando este efeito que havia sido descoberto por Hertz e seu auxiliar Philip Lenard em 1900. No entanto ninguém o havia explicado corretamente até 1905. Assim não havia maneiras de aplicá-lo em novos produtos na indústria. Com a explicação satisfatória este efeito pode ser aplicado no desenvolvimento de sensores modernos que utilizamos até hoje, em alguns casos diariamente.

Para Einstein, a ciência deve ser aceita uma espécie de religião, na qual a fé está na própria veracidade da ciência e do fazer científico. Atitudes religiosas de outras religiões afetam o desenvolvimento da ciência porque são subjetivas, por isso estudiosos como Kepler, Newton entre outros até justificavam que foi Deus que fez o mundo e que por isso era perfeito e os dados dos experimentos demonstravam essa perfeição, e em conjunto também justificava a ciência. [Gleiser, pg 193].

Como podemos perceber, Einstein viveu metade da vida na Europa, e mesmo nascendo na Alemanha, não se dizia alemão e sim judeu. Depois recebeu as nacionalidades suíça e americana. Na Alemanha, na sua adolescência e no início da vida adulta, o país, tendo perdido drasticamente a primeira guerra mundial, teve que se reerguer. No país, nesta época havia grandes cientistas, políticos e artistas famosos, como Max Planck, Hitler, Freud e outros. Einstein era apenas um estudante aspirante a professor de Física que se formou não se saindo muito bem e não conseguindo emprego a princípio.

Na infância, Einstein recebia críticas antisemitas dos colegas católicos, e depois na vida adulta houve severas campanhas antisemitas, inclusive com ameaças de morte. Isso e a dificuldade de lidar com sua

esposa e filhos foram os problemas de vida mais complicados que Einstein não conseguiu resolver.

A ciência é feita de suor. A verdadeira vida de um cientista tem erros atrás de erros e muitas frustrações. O verdadeiro poder do gênio é a força de vontade em cometer todos os erros necessários para chegar às respostas. É preciso ter habilidade de se concentrar num problema por dias, meses ou até anos. Muitas vezes faz-se centenas de indagações sem nenhum acerto. Por exemplo Einstein em 1915, após tentar dezenas de vezes resolver o problema da órbita de mercúrio, lembrou-se que certa vez conseguiu resolver de uma maneira diferente. Havia resolvido em 1912, porém na época havia uma informação imprecisa deixando de lado aquela resolução. Em 1915 esta resolução foi utilizada novamente.

O período entre primeira e a segunda guerra mundial influenciou muito Einstein, psicologicamente e cientificamente. Psicologicamente por ver vários dos cientistas ao seu redor ajudarem os alemães nazistas que estavam em ascensão. Cientificamente porque em 1914 quando dois astrônomos, um americano William Wallace Campbell e um Alemão Erwin Finlay Freundlich foram à Crimeia na Rússia para fotografar um eclipse e tentar "provar" resultados da relatividade geral. Nesta ocasião o exército russo destruiu os telescópios e prendeu o astrônomo alemão acusando-o de espionagem. Desta forma a prova da teoria da relatividade de Einstein ainda iria esperar alguns anos. Arthur Stanley Eddington³¹ havia participado das expedições para fotografar o eclipse de 1919. Expedições realizadas na África e na América do sul. Na América do sul as fotos foram tiradas na cidade de Sobral no nordeste do Brasil. Em 1919 ao relatar os resultados da expedição, havia um quadro de Newton de onde ele assistia sua teoria da gravitação universal ser falseada, enquanto explicava na Royal Society que Einstein estava certo em relação a sua teoria da relatividade geral. Só neste momento que Einstein começou a ter sucesso e prestígio como cientista. Mas este resultado não estava tão bom, de modo que sete expedições foram a Austrália e obtiveram dados que deram força à interpretação de Einstein para a gravitação. Na época, Poincaré não aceitava a teoria de Einstein e levou junto com ele muitos outros cientistas, o que levou a um atraso na aceitação da relatividade geral em muitos países.

³¹ **Arthur Stanley Eddington** – foi um astrofísico britânico que ficou famoso por trabalhos sobre a teoria da relatividade.

Einstein continuou seus estudos e pesquisas até sua morte em 1955. Ele tentou resolver o problema da unificação dos campos³², mas não chegou a nada. No último ano de vida relatou que ela deve ter alguma relação com os átomos e as partículas. Ele foi um grande conferencista e palestrante, participou de grandes debates intelectuais sobre a ciência e recebeu algumas premiações por seu empenho. Chegou até a receber um convite para ser o presidente de Israel, o que não aceitou por achar que não tinha perfil.

Enfim, Einstein foi um homem que adorava crianças, que teve problemas em aprender idiomas como francês e grego, que adorava ciências, que teve alguns acessos de raiva quando contrariado, que não gostava do militarismo, que tocava violino e adorava Mozart e que era um apaixonado pelas mulheres. Estas são as particularidades que mostram o Einstein como um homem bom, um homem normal que se preocupava com os outros e com a vida humana.

- 1- Onde viveu e onde estudou na infância?
- 2- O que gostava de fazer na adolescência?
- 3- Onde e quando estudou o ensino médio?
- 4- Ingressou na universidade? Se sim quando e onde?
- 5- Teve um companheiro (a), ou seja, casou-se?
- 6- Citar uma característica importante de sua personalidade?
- 7- O que motivou a seguir carreira científica?
- 8- Qual característica de vida deve ter um cientista em sua opinião?

ATIVIDADE 3

Pesquisar quais descobertas foram realizadas pelo cientista estudado e realizar a socialização em sala de aula para fins de revisão.

Sugestão para esta atividade: Uso de uma experiência, simulação, animação ou vídeo, pelo professor após as pesquisas entregues pelos alunos. Neste caso seria empregado a aula invertida, fazendo com que os conteúdos pesquisados fossem revisados e explicados, podendo utilizar os links abaixo como possíveis materiais para revisão.

³² **Unificação dos campos** – unificar o eletromagnetismo com a gravitação, por intermédio de uma generalização da Teoria da Relatividade geral.

Leis de Kepler

Utilizar um vídeo.

<https://www.youtube.com/watch?v=BdG2hksB134>

Slide

<https://twitter.com/twitter/statuses/947883835508887552>

Simulação do site

http://galileoandstein.physics.virginia.edu/more_stuff/Applets/Kepler/kepler.html

Leis de Newton

Simulação

<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/forces-and-motion-basics>

https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_en.html

Lei de Faraday - Indução eletromagnética

Simulação

https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_pt_BR.html

<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/faraday>

Vídeo explicativo do efeito fotoelétrico - Einstein

<https://www.youtube.com/watch?v=CEuMmMxD-vI>

Simulação

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric

ATIVIDADE 5

Escreva uma redação de no mínimo 20 linhas e no máximo 30 linhas sobre o tema;

“O cientista é uma pessoa comum como todas as outras.”

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Questionário aplicado antes no início da aplicação do produto

Pesquisa sobre a história da física

Informações para o(a) participante voluntário(a):

Você está convidado(a) a responder este questionário anônimo que faz parte da coleta de dados da pesquisa "história da Física no ensino" sob responsabilidade do(a) pesquisador(a) Prof. Felipe Torquato Vieira e da Universidade federal de Santa Catarina.

Caso você concorde em participar da pesquisa, leia com atenção os seguintes pontos: a) você é livre para, a qualquer momento, recusar-se a responder às perguntas que lhe ocasionem constrangimento de qualquer natureza; b) você pode deixar de participar da pesquisa e não precisa apresentar justificativas para isso; c) sua identidade será mantida em sigilo; d) caso você queira, poderá ser informado(a) de todos os resultados obtidos com a pesquisa, independentemente do fato de mudar seu consentimento em participar da pesquisa.

1. Em suas aulas de Física, é citada a vida dos cientistas?

Sim Não

Se sim responda a questão abaixo

2. Com relação ao modo que tem sido abordado a história dos cientistas?

Ótimo Bom Satisfeito Ruim

Sugestões:

3. As teorias de Física ensinadas podem ser produzidas durante a vida por pessoas comuns que um dia estudaram em escolas de ensino médio?

Com certeza talvez Dificilmente Impossível

Justifique:

4. Você teria condições para iniciar uma carreira de cientista?

Com certeza talvez Difícilmente Impossível

Justifique:

5. Como é seu desempenho na área de Matemática?

Ótimo Bom Satisfatório Ruim

Justifique:

6. Como é seu desempenho na área de Física?

Ótimo Bom Satisfatório Ruim

Justifique:

7. Quanto ao material didático de Física?

Ótimo Bom Satisfatório Ruim

Sugestões:

8. Seu relacionamento com o professor de Física?

Ótimo Bom Satisfatório Ruim

Sugestões:

9. Em sua opinião todos os cientistas são gênios que se diferenciam do restante das pessoas

Sim Não

10. Em relação as suas notas em Física e Matemática

Ótimo Bom Satisfeito Ruim

Justifique:

10. Você se sente capacitado para iniciar uma vida de cientista?

Sim Não

11. Saber como é a vida de um cientista ou como foi a caminhada seguida por eles(cientistas) pode ajudar um jovem a seguir uma carreira nas ciências da natureza?

Sim Não

12. Estudantes que tem notas medianas, ou seja, a grande maioria, podem um dia vir a ser um cientista?

Sim Não

13. Estudantes que tem notas medianas, ou seja, a grande maioria, podem um dia vir a ser um cientista?

Sim Não

Questionário realizado após a aplicação do produto

Pesquisa sobre a história da Física

As questões abaixo são sobre sua opinião, justifique se achar necessário.

1. Qual sua opinião sobre a maneira que foi tratada a história dos cientistas?

Ótimo Bom Satisfatório Ruim

Sugestões:

2. As teorias de física ensinadas podem ser produzidas por pessoas comuns ou que estudam em escolas como a sua?

Com certeza talvez Dificilmente Impossível

Justifique:

3. Você teria condições para iniciar uma carreira de cientista?

Com certeza talvez Dificilmente Impossível

Justifique:

4. Você considera que os cientistas trabalhados no projeto eram pessoas normais?

Ótimo Bom Satisfatório Ruim

Justifique:

5. Os cientistas têm características comuns entre si?

sim não

Justifique:

6. A evolução do conhecimento ocorre com descobertas individuais?

Sim Não

Justifique:
