



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



PRODUTO EDUCACIONAL

**MATERIAL DE APOIO AO
PROFESSOR DE FÍSICA**

**A Vida de Kepler, Newton, Faraday e
Einstein para a Desmistificação do
Gênio Científico**

Felipe Torquato Vieira

Marcelo Freitas de Andrade

Novembro

2018

Produto educacional

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

Felipe Torquato Vieira
Marcelo Freitas de Andrade

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 todos 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.

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

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

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 percalços, aos 12 anos de idade tentando juntar os pedaços que ainda tinha de força de vontade, iniciou a carreira que iria levar para o resto de sua vida. Durante sua adolescência, junto com um amigo já tinham ideias para suas vidas profissionais. Seu pai lhe apoiava e dizia: “Filho você deve ir fazer o que quer...” Aos 20 anos continuava sua carreira iniciada aos 12 anos.

Biografia 7

Nasceu em 22 de outubro de 1963 na cidade de Franca, no interior de São Paulo. De família pobre, sua mãe trabalhava como empregada doméstica onde conheceu uma pessoa que lhe ofereceu uma vaga em uma escola. Dessa forma conseguiu iniciar cedo seus estudos. Sua família morava numa casa em um curtume (indústria que transforma uma pele animal em couro) em que seu pai trabalhava. No ano de 1982 no 3º ano do ensino médio, uma professora explicou o que era o vestibular e o que deviam estudar para ser aprovado. Então estudou bastante e conseguiu realizar o sonho de entrar na Universidade. E onde morava para cursar a graduação, chegou a dormir com fome pois não tinha condições. Aos 20 anos ainda cursava o curso superior.

Responda aqui

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 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:

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.

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 10: 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.

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



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

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 os 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.

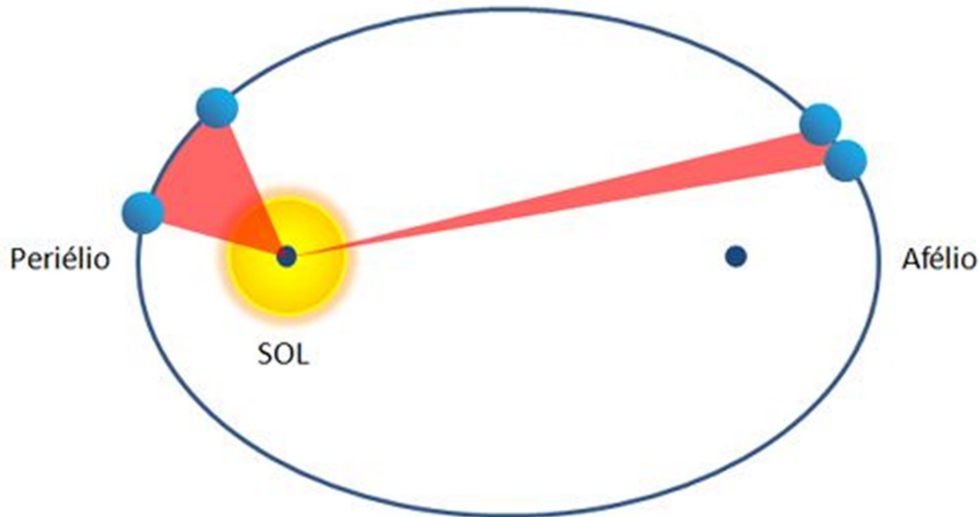


Figura 12: Segunda lei de Kepler Leis das áreas. Fonte; portaldoprofessor.mec.gov.br/

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.

Como sempre foi uma pessoa com problemas de saúde. Em seus últimos meses de vida não foi diferente. Desde sua infância tinha problemas de



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

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.

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

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

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 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.

- 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 2.2

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.

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

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 .

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.



Figura 14 Gravura lembrando a amizade entre Newton e Catherine.

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

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

de Willian 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 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].

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

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 "Unísono 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

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

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 de um campo

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.

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. 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

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

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 7.



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*" / *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 8, ao lado do rio Danúbio, rio que separa os estados de Baden-Württemberg



Figura 17: Alemanha com a posição da cidade de Ulm no estado 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 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 Ihe 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

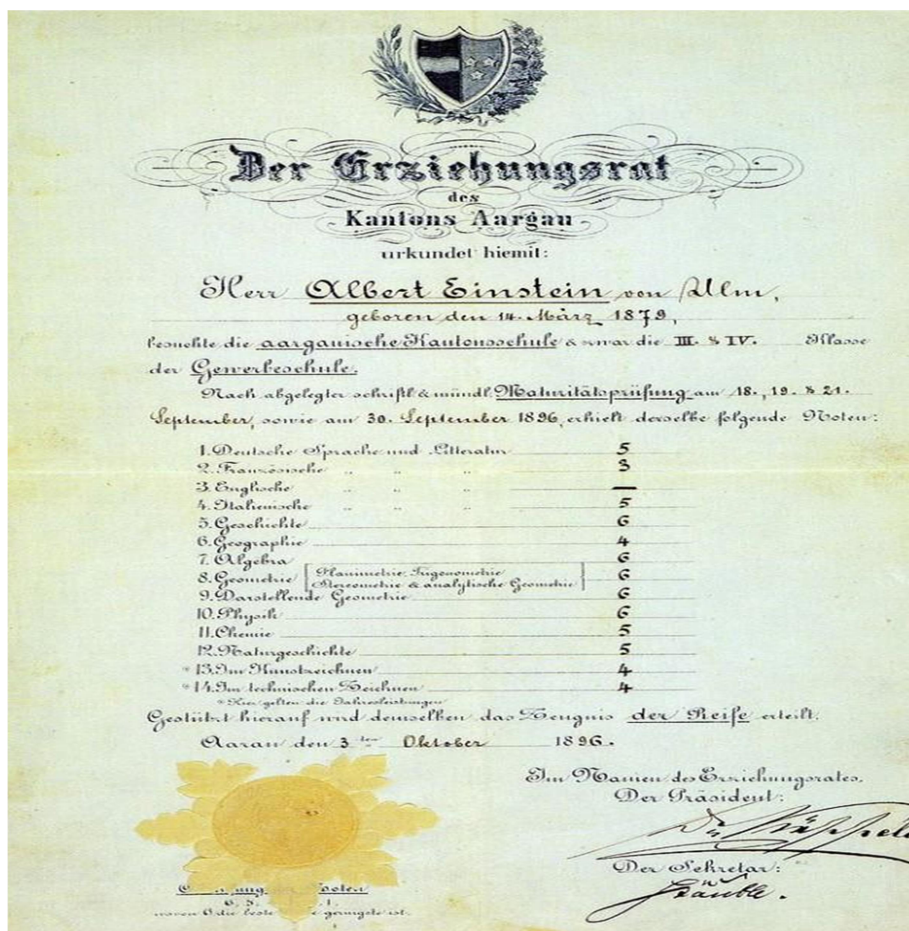


Figura 19: Histórico escolar com as notas de Albert Einstein no fim do ensino secundário

intelectual, dando-lhe 21 pequenos volumes escritos 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

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

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 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

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

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.

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-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?

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

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.

Leis de Kepler

Utilizar um vídeo.

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

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

slide

E a 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 todos as outras.”

Questionários 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 () Difícilmente () 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:

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, 2ª 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.html>. 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.