

UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE O TEMPO: EINSTEIN E HAWKING

Orientando: Carlos Daniel Felix Alves
Orientador: Prof. Márcio Richelli Batista Pereira

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo trazer uma breve discussão sobre o tempo, envolvendo duas grandes mentes da física moderna, um deles sendo pioneiro, que só ao tratarmos de física seu nome vem em nossas mentes, Albert Einstein e sua teoria da relatividade tratada em seu livro “A Teoria da Relatividade” que nos ofereceu grandes avanços no quesito de entendimento do universo, possibilitando também a criação de muitas outras teorias e ideias, como a estudada por Stephen Hawking em relação aos buracos negros e a viagem no tempo em seu livro “Uma Breve História do tempo”. Com o levantamento teórico de ambos, este artigo realizará uma pequena viagem entre seus estudos e suas relações, e oferecendo um entendimento simples até mesmo para aqueles que desconhecem algo sobre o assunto.

PALAVRAS-CHAVE

Física, Discussão, Einstein, Hawking.

Introdução

O tempo, um assunto de grande proporção, abrangendo uma grande gama de áreas e pode se dizer que é aquilo que move a existência humana, sendo assim, nada mais que comum este tema de grande importância possuir várias teorias durante os séculos recorrentes e passando por várias das mentes mais brilhantes que passaram por aqui, deixando seus legados.

Por ser um assunto de grande relevância, parece não ser algo totalmente presente no cotidiano, entretanto não é possível mover nenhuma fagulha sem a presença do tempo, ele está presente no relógio, nas atividades corriqueiras, em filmes, séries e livros, atividades físicas, nas cozinhas, e mais uma infinidade de coisas.

Porém, nesta pequena discussão que trago, não irei focar no tempo como um todo e na sua presença no cotidiano, entretanto seria muito interessante possuímos tal entendimento e como ele é impactante no cotidiano.

Com isso dito, o foco será totalmente no setor científico do assunto, trazendo para a mesa duas grandes mentes de diferentes épocas, e com visões esplêndidas e únicas sobre tal, talvez com isso alguns nomes já tenham vindo à sua mente.

Começaremos então por Albert Einstein(1879-1955), trazendo consigo uma das teorias mais estudadas no campo da Física, a Teoria da Relatividade, e logo em seguida um Físico da era moderna partilhará de sua visão. Infelizmente este nos deixou a pouco tempo, mas trás

grande falta, Stephen Hawking(1942-2018) com sua teoria revolucionária dos buracos negros em relação as linhas temporais.

Para levantamento dos dados teóricos irei utilizar dois livros, sendo eles “A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral” e “Uma Breve História do Tempo”, entretanto irei apenas levantar alguns pontos importantes de ambos, sem um grande aprofundamento, assim podendo trazer uma maior compreensão sobre o tema, até mesmo para aqueles que o desconhece.

O principal foco meu aqui, será trabalhar alguns conceitos bases, como por exemplo como Einstein (A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral, p.21 a 23) traz para nós uma visão sobre o tempo diferente do que conhecemos, para ele quando trabalhamos com tempo, também estamos falando sobre o espaço e com isso entramos em sua fala perante a mecânica clássica.

“O objetivo da mecânica é descrever como a posição dos corpos no espaço evolui com o tempo” (Einstein, p.21, A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral).

Com isto, ele traz vários pontos para explicar sua fala de forma detalhada, chegando a conclusão de que para se especificar como um corpo irá mudar de posição em relação ao espaço, depende também de como ele muda com o tempo, e vale ressaltar que estas falas são em relação ao conceito da relatividade especial, que será necessária para entendimento da geral.

Quando concluirmos então a primeira parte desta nossa discussão, entenderemos o pensamento inovador de Albert Einstein, que alterou muitas das noções da física que vinham persistindo desde as teorias de Isaac Newton, para entrarmos então na visão e pensamento de Stephen Hawking.

Ao trazer está grande mente do século 20 e 21 para nossa discussão, ele trouxe grandes inovações no pensamento sobre o tempo e no entendimento do universo, tendo como foco principal o estudo dos Buracos Negros, em seu livro ele “Uma breve história do tempo” ele traz alguns conceitos para que possamos entender sua forma de pensar e ver nosso universo.

Hawking (cap. 6, pág. 107, Uma Breve História do Tempo) começa tratando sobre como Newton gostava da teoria da luz, que consistia de que a luz era composta por partículas; a outra, a de que era feita de ondas. Mas sabemos que hoje, na verdade, ambas estão corretas, devido a dualidade de onda/partícula da mecânica quântica.

Após nos trazer algum entendimento por trás das teorias da luz, Hawking (cap. 6, pág. 109, Uma Breve História do Tempo) nos faz entender como é a formação de um buraco negro, e como seu nascimento ocorre, passo a passo, e que este processo demanda milhões de anos para ocorrer.

Hawking (cap. 9, pág. 179, Uma Breve História do Tempo) traz então a ideia da viagem do tempo, mas antes de trabalhar diretamente com isto, nos traz o entendimento sobre como a seta do tempo funciona, e que até certo ponto do século passado, acreditava-se em uma ideia de tempo absoluto, ou seja, era possível classificar qualquer evento por uma grandeza chamada “tempo” de maneira única.

Notamos então, neste momento que tanto Einstein, quanto Hawking, buscavam, de suas maneiras compreender nosso vasto universo e seus fenômenos, busco então trazer um pouco dos seus pensamentos, para que possamos entender o mínimo possível de suas visões, espero que ao fim desta discussão, possamos estar um pouco mais próximos de suas grandes mentes.

Referencial teórico

Livro: A Teoria da Relatividade: sobre a teoria da relatividade especial e geral.

- Capítulo 3: Espaço e tempo na mecânica clássica; pág. 21 a 23;
- Capítulo 8: Sobre o conceito de tempo na física; pág. 34 a 37;
- Capítulo 18: O princípio da relatividade especial e geral; pág. 73 a 76;
- Capítulo 19: O campo gravitacional; pág. 77 a 79.

Livro: Uma Breve História do Tempo:

- Capítulo 6: Buracos Negros; pág. 107 a 128;
- Capítulo 9: A Seta do Tempo; pág. 179 a 190;
- Capítulo 10: Buracos de Minhoca e Viagem no Tempo; pág 191 a 204.

Procedimentos metodológicos

Minha pesquisa irá consistir no estudo e levantamento teórico de dois livros, sendo eles: Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral, de Albert Einstein, e Uma Breve História do Tempo, de Stephen Hawking, buscando trazer alguns conceitos pelos quais eles dedicaram suas vidas a estudarem.

A investigação será focada totalmente e inteiramente na leitura e resumo de ambos os livros, buscando trazer de forma clara e coesa o que ambos estudaram e desejaram transmitir aqueles que os leem.

Resultados e discussões

Quando falamos da Física Moderna, é comum o nome de Albert Einstein vir a nossa mente, pois ele foi um dos pioneiros em seu surgimento, juntamente com outros, ampliando os horizontes da Física Clássica, e com isso uma de suas teorias mais relevantes e estudadas até o momento atual, é a Teoria da Relatividade, a dividindo em dois campos, a especial e a geral.

Primeiro começaremos tratando da especial, onde Einstein começa tratando do espaço e tempo na mecânica clássica, já trazendo uma definição em sua primeira fala: “O objetivo da mecânica é descrever como a posição dos corpos no espaço evolui com o tempo”. A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral (EINSTEIN, cap. 3, pág. 21) com isto ele diz que não fica claro que compreendemos como “posição e “espaço”

Einstein (cap. 3, pág. 21 e 22) deixa de lado a palavra “espaço”, para trazer esta nova ideia onde “o movimento em relação a um corpo de referência praticamente rígido”, sendo assim teremos a posição do corpo em referência a posição, mas para entendermos melhor, vamos usar “sistema de coordenadas”. Para exemplificar, podemos dizer que uma pedra descreve uma linha reta em relação a um sistema de coordenadas apenso a um vagão, uma parábola então com relação a este sistema de coordenadas, apenso ao solo. Com isto podemos observar que não existe uma trajetória própria, mas uma trajetória em relação a um corpo referencial.

Agora que compreendemos o conceito inicial da relatividade especial, vamos falar “sobre o conceito de tempo na Física”, Einstein (cap. 8, pág. 34). A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral, começa trazendo um exemplo para que possamos acompanhar seu raciocínio: ao caírem dois relâmpagos em dois pontos distantes A e B de uma estrada de ferro, afirmando que os dois raios atingiram os trilhos *ao mesmo tempo*. Ele então nos questiona, perguntando se está afirmação está correta e possui um sentido.

Mas para termos a total certeza de que esteve evento realmente ocorre simultaneamente, ou seja, ao mesmo tempo, seria necessário verificar experimentalmente se o resultado teórico, corresponde ou não a realidade, isso se dá devido ao entendimento da física em noção da simultaneidade, pois para um físico, acreditar que uma afirmação de simultaneidade possui sentido, é apenas uma ilusão.

Com isto em mente se torna necessário um experimento para que saibamos se existe ou não simultaneidade, e neste caso, ao fazer este experimento, não importará o quão distantes em relação ao corpo de referência estejam os locais de ocorrência deste evento, sendo assim, acabamos por chegar na definição de “tempo” na física. Para chegarmos a conclusão existência ou não da simultaneidade, adotaremos um valor para o tempo, e então ele se tornará um princípio observável. (EINSTEIN, cap. 8, pág. 35 a 37, A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral).

Einstein (cap. 18, pág. 73) A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral após compreendermos um pouco sobre a relatividade especial, vamos passar para o nosso próximo tópico a ser discutido, a relatividade geral, começarei então com a interligação entre ambas as relatividades, pois a geral depende da especial, para que seja aplicada, mas com pequenas diferenças.

Entende-se que a relatividade especial, tem como base fundamental o princípio da física de todos os movimentos *uniformes*, e que todo movimento deve ser tomado sempre como movimento relativo, para que se possa recordar adequadamente e compreender, utiliza-se de um exemplo:

- a. O trem se move em relação aos trilhos.
- b. Os trilhos se movem em relação ao trem.

Ao afirmarmos isto, no caso a), o trilho serve de referencial, e no caso b) o referencial é o trem. Entretanto é possível notar que em princípio, tanto faz qual referencial utilizaremos, pois devido ao princípio usado na descrição do evento, podemos escolher tanto o trem quanto o trilho como referencial. Sendo assim, se for expressa quer

- a. usando o trilho como referencial, quer
- b. usando o trem como referencial,

e com isto esta lei geral será exatamente a mesma nos dois casos, em outras palavras nenhum dos referenciais é privilegiado em relação ao outro, entretanto está afirmação não é obrigatoriamente verdadeira, e só pode ser provada assim, a partir de uma experiência. (EINSTEIN, cap. 18, pág. 73 e 74, A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral)

Einstein (cap. 18, pág 75 e 76) A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral com o entendimento do princípio da relatividade especial, acabamos por entender também o "princípio da relatividade geral" onde todos os referenciais equivalem-se para fins de descrição da natureza (formulação das leis gerais da natureza) seja qual for seu estado de movimento.

Entretanto, com este raciocínio simples e aparentemente satisfatório deixa esse entendimento sem muita perspectiva de sucesso, pois enquanto o trem se encontra em movimento uniforme, quem está dentro não sente qualquer efeito, sendo assim, pode deduzir que o trem está em repouso, mas por alguma razão, o vagão em que ele se encontra passa a ser não uniforme - por exemplo, ao frear o trem repentinamente, o passageiro sentirá o efeito igual, sendo jogado para frente. (EINSTEIN, cap. 18, pág. 75, A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral)

Mas percebemos aqui então que o comportamento mecânico é diferente do caso anterior, sendo assim, parece fora de cogitação que as mesmas leis da mecânica que valem para um trem parado ou em movimento uniforme, valerá para um cujo o movimento é não uniforme, com isto a seguir veremos então que essa conclusão, não é válida.(EINSTEIN, cap. 18, pág. 76)

Para que você possa entender melhor isto, Einstein (cap. 19, pág. 77 a 79) A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral, falará sobre o campo gravitacional, e já inicia colocando uma questão em pauta: por que uma pedra que alguém levanta e larga, cai de volta ao chão? Uma resposta comum seria dizer que a Terra atrai a pedra, mas na física, é totalmente diferente.

Isso ocorre na verdade pela presença do campo magnético e dos fenômenos eletromagnéticos, e em particular, desta maneira: a ação da Terra sobre a pedra se dá de forma indireta, a Terra gera em sua vizinhança um campo gravitacional, e este age sobre a pedra e causa sua queda. Pode-se observar também que a intensidade decresce à proporção que aumenta a distância à Terra. (EINSTEIN, cap. 19, pág. 78, A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral)

Isso ocorre devido à lei que rege as propriedades especiais do campo gravitacional, digamos que a Terra dá origem diretamente ao campo em sua vizinhança imediata; a força e a direção do campo são maiores, e são então determinadas pela lei das propriedades especiais do

próprio campo gravitacional. (EINSTEIN, cap. 19, pág. 78, A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral)

Os corpos que se movem apenas sob efeito do campo gravitacional sofrem uma aceleração que *não depende em nada, nem do material, nem das circunstâncias físicas do corpo*. Então, utilizando a lei de Newton, onde temos força igual à massa vezes a aceleração, a “massa inercial” é uma característica constante do corpo acelerado, mas se tivermos a força do acelerante como o peso, temos então que a força igual a massa gravitacional vezes a intensidade do campo gravitacional, onde o “campo gravitacional” é igualmente uma constante característica do corpo. Com isto então teremos a aceleração igual a massa gravitacional dividida pela massa inercial vezes a intensidade do campo gravitacional. (EINSTEIN, cap. 19, pág. 79, A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral)

Chegamos a conclusão então de que na medida em que se admite que a mesma qualidade corpórea que manifesta como inércia e como peso, de acordo com as circunstâncias (EINSTEIN, cap. 19, pág. 79, A Teoria da Relatividade: sobre a relatividade especial e geral).

Agora que possuímos um pequeno entendimento sobre a teoria de Einstein, poderemos compreender um pouco mais sobre como Hawking a aplicou em seus estudos e teorias a volta dos buracos negros.

Hawking (Uma Breve História do Tempo, cap. 6, pág. 107) nos traz primeiramente o surgimento do termo buraco negro e como ele se faz muito recente, fazendo uma descrição expressiva a volta de uma época em que havia duas teorias sobre a luz, uma delas sendo preferida por Newton, e sabemos hoje que ambas elas estão corretas, devido a dualidade de onda/partícula na mecânica quântica.

No início então era entendido que as partículas de luz eram infinitamente rápidas, de modo que a gravidade não seria capaz de deixá-las mais lentas, entretanto com a descoberta de Romer de que a luz viaja a uma velocidade finita, a gravidade acabava por ter um efeito importante.

Partindo disto, John Michell acreditava que uma estrela massiva e compacta o bastante teria um campo gravitacional tão forte que a luz não poderia escapar, ele então sugere que talvez existisse uma grande quantidade de estrelas desse tipo, embora não fossem capazes de vê-las devido a sua ausência de luz, mas ainda sim sentiremos sua gravidade, tais são o que conhecemos hoje como buracos negros (HAWKING, Uma Breve História do Tempo, cap. 6, pág. 108).

Para que possamos entender melhor então os buracos negros, precisamos saber como é formada uma estrela, devido ao fato que é por sua causa que o surgimento de um buraco negro ocorre.

Na teoria da relatividade, é compreendido que nada pode viajar mais rápido que a luz, sendo assim, se a luz não pode sair, nada mais pode; tudo é arrastado de volta pelo campo gravitacional, o resultado disso gera um conjunto de eventos, onde uma região do espaço-tempo, de onde a luz não pode escapar e chegar a um observador distante, está região é o que chamamos de buraco negro.

Para compreendermos como seria se observarmos uma estrela entrar em colapso para formar um buraco negro, não podemos esquecer de que, na teoria da relatividade, não existe tempo absoluto, cada observador tem sua própria média de tempo. O tempo de alguém em uma estrela será diferente do tempo para alguém a determinada distância, devido ao campo gravitacional da estrela (HAWKING, Uma Breve História do Tempo, cap. 6, pág. 114).

Hawking e Roger Penrose compreendem que a teoria da relatividade, deve haver uma singularidade de densidade e curvatura espaço-temporal infinita dentro de um buraco negro, mais ou menos como o Big Bang no início do tempo, com a única diferença de que seria um fim do tempo para o objeto entrando em colapso, devido ao fator de que nessa singularidade, as leis da ciência e nossa capacidade de prever o futuro fracassariam.

Com isto algumas soluções das equações da relatividade geral permitem que nosso astronauta veja uma singularidade nua: ele talvez seja capaz de evitar a singularidade e, em vez disso, cair em um “buraco de minhoca”, saindo em outra região do universo, isso traria consigo grandes possibilidade de viagem no espaço e no tempo.(HAWKING, Uma Breve História do Tempo, cap. 6, pág. 115 e 116).

Hawking trás então a ideia da viagem do tempo, mas antes de trabalhar diretamente com isto, nos traz o entendimento sobre como a seta do tempo funciona, e que até certo ponto do século passado, acreditava-se em uma ideia de tempo absoluto, ou seja, era possível classificar qualquer evento por uma grandeza chamada “tempo” de maneira única.

No entanto com a descoberta de que a velocidade da luz parecia ser a mesma para qualquer observador, levou a teoria da relatividade e baseado nela teve que se abandonar a ideia de tempo único e absoluto, e em vez disso, cada observador teria então sua própria medida de tempo, conforme o relógio que ele carregasse, sendo assim, o relógio de cada observador não necessariamente coincidiriam, assim então, o tempo se tornou um conceito pessoal, relacionado ao observador que o media(HAWKING. cap. 9, pág. 179, Uma Breve História do Tempo).

Ao tentar então unificar a gravitação com a mecânica quântica, foi necessário introduzir a ideia de tempo “imaginário”.

Isso significa que não poderá haver diferença importante entre ir para frente e para trás no tempo imaginário, mas em contrapartida, quando se olha para o tempo “real”, há uma grande diferença entre essas direções.

De onde vem essa diferença entre passado e futuro? Por que lembramos do passado, mas não do futuro?

As leis da ciência então não fazem distinção entre o passado e o futuro, pois elas são imutáveis sob a combinação de operações (ou simetrias) conhecidas como C, P e T. Estas leis que governam o comportamento da matéria em todas as situações normais são imutáveis sob a combinação das operações C e P.

Se as leis da ciência são imutáveis por essa combinação de operações, e também pela combinação C, P e T, elas também devem ser imutáveis sob a operação T isolada, entretanto, existe uma grande diferença entre as direções para frente e para trás do tempo real na vida comum (HAWKING, cap. 9, pág. 180, Uma Breve História do Tempo).

O aumento da desordem ou entropia com o tempo é um exemplo do que chamamos de seta do tempo, algo que distingue o passado do futuro, e estabelece uma direção, com isto é possível identificar três setas do tempo distintas, há a seta do tempo termodinâmica, a direção na qual a desordem ou entropia aumenta, depois há a seta do tempo psicológica, na qual é a direção em que sentimos o tempo passar, e então a seta do tempo cosmológica, onde a direção do tempo em que o universo está se expandindo, ao em vez de se contrair (HAWKING, cap. 9, pág. 181, Uma Breve História do Tempo).

Primeiro Hawking trata sobre a seta do tempo termodinâmica, a segunda lei da termodinâmica resulta do fato de que existem sempre muito mais estados desordenados do que ordenados, suponha que em um sistema comece em um dos poucos estados ordenados possíveis, à medida que o tempo passar, o sistema evoluirá segundo as leis da ciência e seu estado mudará.

Digamos então que Deus decidiu que o universo deve terminar em um estado de mais ordem, sem importar qual estado ele começou, sendo assim, temos que o universo provavelmente estaria em desordem, isso significaria que ela diminuiria com o tempo, exemplificando esta ideia, seria como vermos dois copos quebrados se juntando e pulando de volta para a mesa de onde caíram, porém, para Hawking os seres humanos que observassem os copos estariam vivendo em um universo onde a desordem diminui com o tempo, sendo assim,

eles teriam uma seta do tempo psicológica invertida(HAWKING, cap. 9, pág. 182 e 183, Uma Breve História do Tempo).

Para tratar da seta do tempo psicológica, Hawking diz que é um tanto difícil falar sobre a memória humana, porque não se sabe detalhes como o cérebro funciona, entretanto possuímos algo que pode comparado com a memória humana, os computadores, é possível presumir que a seta do tempo deles é a mesma que a dos seres humanos, pois a memória de um computador é basicamente um dispositivo contendo elementos que podem existir em um de dois estáo, um exemplos simples disto seria o ábaco.

Com isso em mente, entendemos então que a memória passará de um estado desordenado para um ordenado, porém para se ter certeza de que a memória está no estado correto, é necessário certa quantidade de energia, ela então é dissipada, aumentando a desordem no universo, o aumento dessa desordem então será sempre maior do que o aumento na ordem da própria memória, a quantidade total de desordem no universo continua aumentando, sendo assim, a direção do tempo em que um computador se lembra do passado é a mesma em que a desordem aumenta.

Percebemos então que a noção subjetiva de direção do tempo, a seta do tempo psicológica, é, portanto, determinada no nosso cérebro pela seta do tempo termodinâmica (HAWKING, cap. 9, pág. 183 e 184, Uma Breve História do Tempo).

Hawking faz então a seguinte pergunta: por que observamos que as setas termodinâmica e cosmológica apontam na mesma direção? Ou, em outras palavras, por que a desordem aumenta na mesma direção do tempo em que o universo se expande?

Para respondermos a isso com base no princípio antrópico fraco, a inflação nos primeiros estágios do universo, que é prevista pela proposição sem-contorno, significa que o universo deve estar se expandindo a uma taxa muito próxima a taxa crítica na qual escaparia de entrar outra vez em colapso por uma margem mínima e, desse modo, não demorará para entrar em colapso, se chegasse a este ponto o universo se encontraria em um estado de quase completa desordem e não haveria seta do tempo termodinâmica forte.

Hawking diz que não é que a expansão do universo cause o aumento da desordem, mas sim que a condição sem-contorno leva a desordem a aumentar e faz aumentar com que as condições sejam adequadas para a vida inteligente apenas na fase de expansão, ou seja, as leis da ciência não fazem distinção entre as direções para a frente para trás do tempo, contudo, há pelo menos três setas do tempo que distinguem o passado do futuro (HAWKING, cap. 9, pág. 188 e 189, Uma Breve História do Tempo).

Hawking introduz então um assunto muito presente, a viagem no tempo, que possuiu o primeiro indício de que as leis da física poderiam de fato permitir às pessoas viajar no tempo surgiu em 1949, quando Kurt Gödel descobriu um novo espaço-tempo permitido pela relatividade geral. Gödel desenvolveu o teorema da incompletude, que talvez seja uma limitação fundamental em nossa capacidade de compreender e prever o universo.

O espaço-tempo de Gödel tinha a propriedade curiosa de que o universo inteiro estava em rotação, essa propriedade incomodou Einstein, pois, para ele a relatividade geral não permitia a viagem no tempo, entretanto a solução que Gödel encontrou não corresponde ao universo em que vivemos, pois não podemos demonstrar que este não está em rotação, ela também apresentava um valor “não zero” da constante cosmológica que Einstein introduziu quando pensou que o universo fosse imutável.

Hubble descobriu então que a expansão do universo não dependia de uma constante cosmológica, e hoje então se acredita que ela seja zero, porém foram encontrados outros espaços-tempos mais razoáveis que são admitidos pela relatividade geral e permitem a viagem para o passado, um deles se encontra no interior de um buraco negro e outro é um espaço tempo que contém duas cordas cósmicas.

A solução de Gödel e o espaço-tempo de corda cósmica começam de um jeito tão distorcido que a viagem ao passado sempre será possível, a teoria fornece a mesma conclusão se a proposição sem-contorno estiver correta (HAWKING, cap. 10, pág. 191 a 193, Uma Breve História do Tempo).

Como não existe um padrão de tempo único, pois cada observador mede o próprio tempo com o relógio que carrega, pois segundo a teoria da relatividade, não há uma medida de tempo única com que todos os observadores concordarão, cada observador tem sua própria medida de tempo, poderíamos dizer que observadores se movendo a velocidades diferentes podem discordar do fato de um evento A ter ocorrido de antes de um evento B ou vice versa.

A teoria da relatividade diz que as leis da física parecem as mesmas para os observadores movendo-se a velocidades diferentes.

Assim, o observador em movimento diria que, se é possível viajar mais rápido do que a luz, deveria ser possível ir do evento B ao evento A, pois se a pessoa se movesse um pouquinho mais depressa, poderia voltar antes da corrida e fazer uma aposta sabendo quem ganharia (HAWKING, cap. 10, pág. 193 a 195, Uma Breve História do Tempo).

É possível imaginar que poderíamos criar ou encontrar um buraco de minhoca que nos levasse de um ponto A para um ponto B, desse modo, buracos de minhoca, assim como qualquer

outra forma possível de ultrapassar a velocidade da luz, permitiriam a pessoa a viajar para o passado.

Com isso em mente Hawking trás então a conclusão que seria possível permitir a viagem no tempo, e questiona perguntando do porquê ninguém ainda voltou do futuro para nos dizer como fazê-lo? Pode haver bons motivos por trás disso, um deles é a ideia de que o passado é fixo, pois, ao observá-lo, vemos que ele não tem o tipo de curvatura necessária para permitir a viagem de volta do futuro, mas o futuro é desconhecido e aberto, de modo que pode perfeitamente ter a curvatura exigida, a viagem no tempo então, ficaria confinada ao futuro (HAWKING, cap. 10, pág. 196 e 199, Uma Breve História do Tempo).

Considerações finais

Ao chegar ao fim dessa discussão, pude ver com clareza que meus objetivos foram atendidos, talvez não de forma perfeita, mas coerente e claras, com uma dificuldade baixa de entendimento até mesmo para aqueles que desconhecem os termos trabalhados ou seus autores.

Quando tratei sobre Einstein e sua teoria da relatividade, meu objetivo era trazer os breves conceitos sobre seu estudo, os levantamentos e ideias por ele trazidos e que trouxe grandes avanços na física moderna, alterando totalmente como ela era vista, sendo um dos pioneiros dela.

A teoria da relatividade de Einstein, traz consigo grandes ganhos para a física, desenvolvendo novas visões e entendimentos a volta da velocidade da luz e o universo ao qual habitamos, fica claro com o levantamento que fiz que sem Einstein e sua teoria, estaríamos atrás em muitos aspectos da ciência e da compreensão do universo.

Isso se torna mais evidente ainda quando entro na pesquisa de Hawking sobre os buracos negros e a seta temporal, que tem como principal aspecto a utilização da relatividade geral de Einstein, além de muitas outras grandes mentes que contribuíram para seu desenvolvimento.

Hawking aplicava a teoria da relatividade em sua pesquisa, antes mesmo de trabalhar com buracos negros, para ele, ela era necessária, e como observador destas duas grandes mentes, sua teoria não existiria sem a de Einstein, assim como a dele não existiriam sem alguma anteriormente.

Eu não sei dizer ao certo se o meu objetivo foi totalmente alcançado, pois até mesmo a mim restam dúvidas e outro pode chegar a conclusões melhores que as minhas, mas acredito que pude fazer com o tempo e material que possuía, o melhor levantamento possível, desenvolvendo de maneira simples e coesa, para que mesmo aqueles fora desta área de

conhecimento, possam desfrutar um pouco sobre o entendimento dessas grandes mentes sobre nosso universo e sobre o tempo.

Einstein o pioneiro da física moderna e Hawking, aquele que superou todos os estigmas que lhe foram dados, duas grandes mentes, com grandes teorias, que são complementadas uma pela outra, e neste artigo, acredito que tive a capacidade de demonstrar como isso acabou ocorrendo.

Foi fascinante desenvolver esta pesquisa, estudar ambos os autores que lhes apresentei, suas teorias possuem muito mais do que mostrei, e podem ser extremamente aprofundadas, mas neste artigo pude apenas ter um gostinho deste conhecimento e espero que vocês possam aproveitar de tal gosto também.

Bibliografia

EINSTEIN, Albert. **A Teoria da Relatividade: sobre a teoria da relatividade especial e geral**. 1ª Ed. Julho de 2015.

HAWKING, Stephen. **Uma Breve História do Tempo**. 1ª. Ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.