



**eBooksBrasil**

---

A Física e o Universo  
Rodrigo Horst

Versão para eBook  
eBooksBrasil.com

Fonte Digital:  
Documento do Autor

Copyright  
© 2000-2003 Rodrigo Horst  
rhorst@fastlan.com.br

---

## **A Física e o Universo**

da simplicidade universal explicações para a física

**RODRIGO HORST**

---

“Ante a nau, o que se move é o continente”  
Michel Foucault

---

*Dedicado às pessoas que tornam a vida mais feliz.*

---

## Índice

Apresentação  
Agradecimentos  
Capítulo 1. Mecânica  
Capítulo 2. Tempo  
Capítulo 3. Seta do Tempo  
Capítulo 4. Velocidade  
Capítulo 5. A localidade da Cinemática  
Capítulo 6. Resultado das observações: o repouso  
Capítulo 7. A segunda lei da termodinâmica  
Capítulo 8. Ondas  
Capítulo 9. Um pouco de gravidade  
Capítulo 10. Gato de Schrödinger  
Capítulo 11. Receita para fazer a massa  
Capítulo 12. Massa  
Capítulo 13. Partículas elementares  
Capítulo 14. Singularidade ou Buraco negro  
Capítulo 15. A matemática  
Capítulo 16. O Espaço  
Capítulo 17. A Segunda Lei de Newton  
Capítulo 18. Comentários  
Capítulo 19. Nossa existência  
Capítulo 20. Mecânica: resumo  
Capítulo 21. Gravidade, uma explicação  
Referências bibliográficas

---

## Apresentação

Este livro é destinado aos muitos e muitos jovens, e para aqueles que se interessam pela física.

Comecei a estudar física, porque queria entender a natureza. Queria entender como funcionam as coisas. Como funciona o tempo, como funciona a matéria, tudo. Um enorme desafio. Um objetivo tão grande, que pareceu muitas vezes inatingível. O agravante era que a física não explica quase nada, ela apenas descreve a natureza. Hoje posso dizer que consegui atingir meu objetivo, de modo geral.

A física é apenas um modelo teórico. Qualquer modelo que descrevesse tudo no Universo, seria muito complicado, e inútil, por isso, o importante é saber as idéias gerais ou básicas.

A física nunca ficará totalmente pronta ou acabada, pois a criatividade e a observação são quase infinitas. Espero que este livro possa fornecer valiosos subsídios. Se o livro puder colaborar no entendimento da física, então seu objetivo terá sido atingido, e sua finalidade alcançada.

*Rodrigo Horst*

---

## **Agradecimentos**

Gostaria de expressar aqui a minha grande gratidão a todas as pessoas que me ajudaram, e agradecer em especial, a cada um que de alguma forma tornou este livro possível. Obrigado.

---

---

## **Mecânica**

---

*“Toda palavra é uma forma de imposição. Já fui bastante castigado por livros e palestras...”*

Os primeiros ensaios conhecidos, de Ptolomeu e de Aristóteles, eram satisfatórios na tentativa de estabelecer relações entre a realidade, dentro do contexto em que viviam, mas insuficientes para explicar questões mais abrangentes. Admitir-se que a Terra está no centro do Universo, é válido, desde que tome-se como limite para esse “Universo” em torno da própria Terra. E isto é um exemplo de uma lei da física apenas local, que funciona localmente.

Isaac Newton nasceu em Woolsthorpe, Lincolnshire, na Inglaterra, no mesmo ano em que faleceu Galileu, 1642, o que não significa nada, além de uma curiosidade.

Informações parciais e sugestivas, ou até mesmo desconexas, formam toda a história do pensamento humano através dos séculos, na busca de respostas por mentes que são muitas vezes brilhantes e sempre dispostas a encontrá-las, nos trazendo até estas páginas.

O trabalho de Newton é um orgulho não só inglês, mas de toda a humanidade. Newton foi talvez o maior gênio na composição de um modelo que descrevesse a natureza tal e qual a percebe nossos sentidos, tão eficiente e conciso que permanece vivo nas páginas dos livros impressos hoje, não como um caso particular, mas como uma alternativa única.

As hipóteses de Newton concordavam tão bem com o senso comum, que passaram a ser consideradas leis do movimento. Sua obra é datada de 1666, considerada uma contribuição para a história da ciência.

Em *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, Newton sintetiza as obras dos que o antecederam; a mecânica de Galileu e a astronomia de Kepler, além de apresentar suas contribuições. O núcleo central do livro são três leis fundamentais.

A primeira lei de Newton descreve que “todo corpo permanece em seu estado de repouso, ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar de seu estado por forças impressas nele”. A segunda lei descreve que “a mudança do movimento é proporcional à força impressa e se faz segundo a linha reta pela qual se imprime essa força”. A terceira lei diz que “à uma ação sempre existe uma reação igual e essas se dirigem a partes contrárias”. A concepção que Newton tinha para o funcionamento de suas leis da mecânica a respeito do Universo, era absolutista.

Newton via o Universo dotado de espaço e tempo absolutos. Em suas palavras, “o espaço absoluto permanece constantemente igual e imóvel, em virtude de sua natureza, e sem relação alguma com nenhum objeto exterior; o espaço relativo, ao contrário, é uma medida ou uma parte móvel do primeiro, que nossos sentidos assinalam graças à sua situação em relação a outros corpos e que, geralmente, se confunde com o próprio espaço imóvel, por erro (...) o tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si mesmo e por sua própria natureza, flui uniformemente sem relação com nada externo; por isso mesmo é chamado duração”.

Newton permaneceu fiel às suas hipóteses básicas. As dificuldades nunca chegaram a comprometer a funcionalidade local das leis de Newton, aqui na superfície da Terra por exemplo.

Como local, o modelo de Newton é perfeito, mas quando se expande o seu alcance, problemas vão aparecendo em função das premissas que lhe dão origem, ao ponto de tornar-se inútil para velocidades muito altas e massas muito pequenas.

“Inferir os movimentos verdadeiros de suas causas, de seus efeitos e de suas diferenças aparentes, ou, inversamente, deduzir dos movimentos, quer verdadeiros quer aparentes, suas causas e efeitos... É para esse fim que compus este trabalho” escreveu Newton.

Como no efeito dominó, a fundamentação absolutista que Newton adotou para o tempo e para o espaço, comprometeu toda a seqüência da aplicação de sua obra, pois esta serve para descrever apenas um sistema local e fechado, de um único referencial inercial. A explicação que Newton formulou para toda a natureza, explica apenas um pequeno pedaço dessa, é um caso muito particular de uma explicação maior ou mais completa.

A cada dia são ampliadas as fronteiras da ciência, e fatos novos são acrescentados à teoria do conhecimento. Portanto estranho seria se tivesse acontecido de outra forma. Em *O Peso e o Equilíbrio dos Fluidos*, Newton elaborou algumas definições, que devem ser consideradas válidas hoje também apenas localmente.

Definição I: *Lugar* é uma parte do espaço que um corpo enche.

Definição II: *Corpo* é aquilo que enche um lugar.

Definição III: *Repouso* é a permanência no mesmo lugar.

Definição IV: *Movimento* é a mudança de lugar.

Essas definições só fazem sentido se tomadas em relação a um único referencial.

Dois observadores em referenciais diferentes não chegam às mesmas conclusões sobre um mesmo fato, apesar desse fato ser único.

Newton atacou a teoria de René Descartes, afirmando que Descartes incorria em contradições. “Com efeito, afirma ele que, em se falando em sentido próprio e em conformidade com o sentir filosófico, a Terra e os demais planetas não se movem. Alega igualmente que aquele que afirmar que a Terra se move devido à sua mudança com respeito às estrelas fixas, fala contra os ditames da razão (...) Entretanto, mais adiante atribui à Terra e aos demais planetas uma tendência a se afastarem do sol como de um centro em torno do qual giram, tendência em virtude da qual são equilibrados nas suas devidas distâncias do sol por algo semelhante ao turbilhão em rotação. Afinal, onde está a verdade? (...) Dificilmente se pode considerar coerente consigo mesmo o Filósofo.” E segue Newton questionando por algumas páginas o texto de Descartes. Observa Newton: “Descartes afirma que a Terra e os demais planetas, bem como as estrelas fixas, estão em repouso, falando em sentido próprio, e não obstante mudam as suas posições relativas.”

Por esta observação é possível compreender toda a fúria e inquietação de Newton, porque ele partia da crença no espaço e tempo absolutos, colidindo com o raciocínio já relativista de Descartes.

Segue Newton: “Finalmente, para evidenciar ao máximo o absurdo da posição de Descartes, direi que ela leva a concluir que um corpo em movimento não tem nenhuma velocidade determinada e nenhuma linha definida na qual se move. (...) não se pode afirmar que a velocidade de um corpo que se move sem resistência seja uniforme, nem se pode dizer que é reta a linha na qual se efetua o seu movimento. Pelo contrário, não pode haver movimento, pois não pode existir movimento sem uma certa velocidade e determinação.”

Einstein formulou a sua teoria da Relatividade partindo de dois postulados muito simples:

1. O movimento absoluto uniforme não pode ser detectado.
2. A velocidade da luz é independente da velocidade da fonte.

Conseqüências ou interpretações possíveis desses dois postulados:

1. O movimento absoluto uniforme *não existe*, para todos os efeitos.
2. Toda fonte de luz está *sempre* em repouso próprio.

Einstein sugeriu a inutilidade da busca por referenciais absolutos, necessários para Newton, concluindo que todo referencial é relativo a seus observadores, e não apenas isso, que toda observação relativa é igualmente válida. Houve uma revolução. O fato dos dois postulados de Einstein encontrarem total evidência prática, demoliu a concepção absolutista sobre espaço e tempo, trazendo como conseqüências a dilatação do tempo e a contração do comprimento. Mas o que aconteceria com todo o conhecimento acumulado sobre física até então? As equações clássicas de Newton funcionavam muito bem para sistemas locais, e não poderiam simplesmente ser abandonadas ou esquecidas.

Procurou-se inconscientemente a forma menos traumática de transição, adaptando-se as velhas fórmulas clássicas locais e incompletas, para algo um pouco mais abrangente, produzindo-se assim as noções de momento relativístico, energia relativística, massa relativística e outras, com sucesso renovado. Como nas trocas matemáticas, o espaço e o tempo que antes eram fixos, passaram a ser variáveis, e a velocidade da luz que antes era variável, passou a ser fixa. Assim, a física clássica permaneceu viva com alguns retoques de relatividade, pois observou-se logo que os efeitos dos índices relativísticos eram muito pequenos, até desprezíveis como sugerido por Newton, em razão da velocidade da luz ser muito grande quando comparada com as velocidades dos corpos materiais.

Estava resolvida a Mecânica Moderna. No entanto, as equações clássicas foram adaptadas de forma a atender ao segundo postulado de Einstein, e não objetivando necessariamente o primeiro. Ironicamente, voltamos a uma situação aqui já vista da história.

Como todas as equações relativísticas de Einstein não passam de equações clássicas adaptadas ou corrigidas, cai-se na mesma ressalva utilizada para a localidade das leis de Newton.

Se analisamos as equações relativísticas (dadas em função do segundo postulado) de uma forma local, estas respondem com perfeição, mas não servem para a análise de um todo mais geral ou mais amplo.

Se levamos em consideração o primeiro postulado que diz que *o movimento absoluto uniforme não pode ser detectado*, fica claro que alguns conceitos clássicos e até os adaptados pela Relatividade têm que obrigatoriamente perder os seus significados.

Richard Feynman escreveu que “a causa para o movimento retilíneo e uniforme, no caso de não existirem forças, não é conhecida. Não se conhece nenhuma explicação para que as coisas sigam em frente... A lei da inércia não tem qualquer origem conhecida.”

Existe uma explicação bem razoável, dada pelo primeiro postulado de Einstein.

Como todo referencial para o movimento é relativo, e não existem no Universo referenciais absolutos para o movimento, todo e qualquer referencial, apesar de existir, é nulo.

Quando se pergunta qual é a velocidade de um automóvel, por exemplo, pode-se responder que são todas. Em relação a estrada, é uma, em relação a outro automóvel, é outra, em relação a lua é ainda outra, e assim por diante. De cada referencial relativo é observada uma velocidade relativa diferente para o automóvel.

Mas então qual é, de forma verdadeira, como diria Newton, a velocidade do automóvel?

A conclusão mais pura, partindo-se do primeiro postulado de Einstein, é que o automóvel está sempre em repouso. Curioso? Uma visão da realidade totalmente admissível.

Como nenhum referencial é absoluto, todos os referenciais podem então ser considerados insuficientes na determinação da velocidade, pois não há nada que se possa utilizar para medir a velocidade do automóvel de forma verdadeira ou absoluta, sendo perfeitamente natural e possível sob o olhar do conhecimento, inclusive relativístico, admitir que o mesmo encontra-se *sempre* em repouso, em sentido próprio, como definiu Descartes.

As conclusões a que se chega partindo-se dessa premissa são mais gerais do que as fechadas e locais conclusões clássicas e relativísticas que partem do segundo postulado de Einstein.

Segue ainda Newton sobre a obra de Descartes: “...visto que o espaço não tem nenhum início nem partes intermediárias, conclui-se que não houve nenhum espaço percorrido, conseqüentemente, nenhum movimento determinado (...) o movimento cartesiano não é movimento, pois não tem velocidade, nem definição, não havendo tampouco espaço ou distância percorridos por ele...”

Toda a obra de Newton, é baseada na idéia de um espaço invariável, ou que é sempre o mesmo para todos os observadores. Quando na definição I ele escreve que *Lugar* é uma parte do espaço que um corpo enche, e na definição IV ele escreve que *Movimento* é a mudança de lugar, a conceituação que Newton faz a respeito de lugar é de algo totalmente definido, fixo, como se o espaço pudesse ser demarcado com estacas que indicassem o ponto A, o ponto B, a reta AB, o quadrado e o cubo. Essa é a definição de lugar para Newton. E o conceito de movimento como sendo “mudança de lugar”, implica em alterar as distâncias em relação àquele conjunto de estacas.

Quando através da Relatividade descobre-se que tais estacas não existem e que jamais poderão ser fixadas, o conceito de lugar bem como o conceito de simultâneo passa a ser definido pelos observadores individualmente, que obtêm medidas diferentes para um mesmo fato.

Não necessariamente, observadores diferentes concordarão a respeito da definição de um mesmo lugar, nem

sobre um mesmo movimento.

A definição de *movimento* como sendo mudança de *lugar*, não pode encontrar sustentação em um sistema não-absoluto, pois um corpo não passa de uma parte para outra do espaço, pela ausência total de tais “partes”.

A dificuldade principal aqui reside no fato de tentar-se definir algo isolando-se este do todo. A maneira humana de entender o Universo, é quebrá-lo em partes do tamanho que possam ser compreendidas. Nossas definições em sua grande maioria, são capazes de falar tudo sobre algo de maneira a não falar nada a respeito de todo o mais restante. Assim também acontece com as definições de Newton.

Mas como afirmar que todas as coisas estão em repouso, interpretação perfeitamente admissível, se as distâncias entre elas variam?

Este aparente paradoxo pode ser superado se são superadas as diferenças que nos fazem distinguir os corpos em corpo 1 e corpo 2 e assim definí-los, por exemplo.

Novamente nossas limitações humanas, bem como nossos sentidos, nos transmitem informações que com certeza não são definitivas.

Se admitimos que não existem diferenças que não possam ser superadas entre os corpos e o próprio espaço, notamos que as distâncias que variam não são tangíveis, mas sim uma percepção humana da natureza, e que essas “distâncias” não correspondem necessariamente a algo. Todas as coisas, vistas como uma mesma realidade única, não se movem.

A coesão do modelo de Einstein leva a concluir que, para o desespero do modelo de Newton, o espaço e o tempo possuem características muito diferentes das imaginadas pelo senso comum.

É uma característica do espaço (e também do tempo) apresentar-se sem divisões ou partes intermediárias, ou qualquer outra espécie que possa vir a servir de referencial quando da tomada de posição para a determinação do movimento dos corpos.

O espaço e o tempo possuem essa admirável e interessante característica, de permitir à matéria transitar sem que isto signifique um efetivo *deslocamento* em relação ao próprio espaço-tempo.

O espaço-tempo é em sua natureza indefinido, contínuo.

Apesar das distâncias entre os corpos variarem, é perfeitamente possível afirmar-se que cada corpo permanece em repouso, porque não existe o movimento absoluto.

O conjunto do espaço com o tempo forma o espaço-tempo, pois o tempo seria apenas mais uma dimensão aliada as três outras do espaço.

Idêntico a qualquer uma dessas três dimensões do espaço, o tempo na realidade não *flui*, não *escoa*, não *passa*, nem se desloca para lugar algum.

Como o espaço, o tempo deve ser visto sem devaneios mais temperados. Discorrer sobre viagens no tempo para o passado é inútil, pois como nenhum corpo é capaz de deslocar-se efetivamente em relação ao espaço, ou, como é perfeitamente possível admitir-se que todo corpo está em repouso em relação ao espaço, também o está em relação ao tempo, conseqüentemente (não em relação aos tempos relativos, obviamente).

Todo movimento retilíneo uniforme, de acordo com o primeiro postulado de Einstein, é também uma situação de repouso. Não há razões para se supor que os movimentos acelerados difiram em essência dos movimentos retilíneos uniformes, sendo todo o conjunto dos movimentos, relativos, ou seja, nenhum se dá de forma absoluta.

Apesar do envolvimento de forças, a Relatividade Geral de Einstein mostra que não se pode afirmar que um corpo se movimenta acelerando de forma absoluta, pois isto é completamente equivalente a um campo gravitacional por exemplo.

Segundo a Relatividade de Einstein, uma mesma quantidade de massa, em repouso em um referencial R1, é diferente se medida a partir de um outro referencial, R2.

A medição da massa a partir do referencial R1 apresenta como resultado o valor m1, enquanto a medição da mesma massa a partir do referencial R2 apresenta como resultado o valor m2.

Quando a massa está em repouso em R1, o valor encontrado m2 é maior que o valor encontrado m1.

É interessante notar que, se ocorrer a passagem dessa massa do referencial R1 para o referencial R2 (do repouso em R1 para o repouso em R2), observadores localizados em R1 medem um aumento na massa de m1 para m2, enquanto observadores localizados em R2 medem uma diminuição na massa de m2 para m1. Um observador que acompanha o traslado da massa de R1 para R2, no entanto, não mede alteração alguma nessa massa.

O aumento auferido pelos observadores de R1 é numericamente igual a diminuição auferida pelos observadores de R2, sendo essas variações quantitativamente iguais, porém opostas. O resultado global dessas variações é portanto igual a *zero*.

Durante o traslado da massa de R1 para R2, observadores localizados em R1 medem um aumento da Energia Cinética, exatamente proporcional a diminuição da Energia Cinética medida pelos observadores localizados em R2. A Energia Cinética total é, portanto, igual a *zero*.

Todos os observadores concordam que há uma variação de Energia Cinética no processo, no entanto, se observada globalmente, não é produzido efeito algum, ou seja, o somatório das observações é nulo.

Se procurássemos hoje conceituar a Energia Cinética nos moldes do trabalho de Isaac Newton, levando em

consideração todo o conhecimento acumulado até hoje, uma definição coerente, chegaríamos à conclusão de que a Energia Cinética é algo que não existe, ou, que é apenas aparente. Ela é sim, um eficiente artifício matemático.

Como toda e qualquer outra forma de energia pode ser convertida em Energia Cinética, inclusive a matéria, que pode ser convertida em energia, nem matéria nem energia são realidades definitivas ou indestrutíveis.

A lei da conservação da matéria-energia é também local, como qualquer lei conservativa, só funciona dentro de limites, localmente.

A total inexistência de referenciais absolutos para a definição do movimento, possibilita admitir que a idéia mais coerente da situação de cada corpo material é o repouso.

O movimento absoluto jamais poderá ser detectado, assim, podemos considerar que tudo está em repouso, em sentido próprio, o que desfaz o conceito da Energia Cinética como sendo “algo”, em qualquer situação.

Conseqüentemente, elimina a indestrutibilidade ou conservação de qualquer outra forma de energia, bem como a da matéria.

Em não existindo referenciais absolutos para o movimento, também não existe a diferença entre repouso e movimento, para o Universo, para o todo. Essa distinção é relativa, e só existe para observadores relativos, localmente.

A massa não é algo que existe por si só.

A conclusão a respeito do conceito de massa, é que esta não é algo mais do que uma forma de manifestação mais complexa e organizada de energia, que é mais simples que a massa, e por isso mesmo estatisticamente mais estável.

A energia não é a situação mais simples que existe.

O espaço é mais simples (estatisticamente mais estável) do que a energia, e existe em bem maior quantidade no Universo. Também o espaço possui algumas regras, localmente.

O espaço é o que nos interessa (caímos, aqui, em limites relativísticos) dentro do Universo conhecido. O nada absoluto não existe porque seria necessariamente extremamente organizado (só existe uma situação possível para a existência do nada absoluto: o nada, absoluto), assim como também não existe o espaço “vazio”. Tais conceitos não são maleáveis, não são elásticos, não admitem variações. Por isso não existem. Não existe e não pode existir nenhuma definição fechada em si mesma, ou auto-suficiente, independente, ou isolada, como as trabalhava Newton. Tais definições são sempre relativas.

A lei de conservação da massa-energia, é local, e não possui independência ou autonomia sempre, podendo ser ampliada para lei de conservação da massa-energia-espaço-tempo, o que não mudaria, para efeitos práticos, os resultados locais de cálculos relativísticos obtidos, mas, ampliaria as margens do conhecimento sobre o Universo.

A massa, como tudo o mais que existe, não possui um “isolamento” conservativo (ou possui, mas apenas localmente), e pode ser obtida por um processo inverso ao da “perda” da Energia Cinética, que pode ser obtida de qualquer outra forma de energia, e globalmente é sempre nula.

---

## Tempo

---

*“Qualquer conceito pessoal de tempo, para o astronauta, quase certamente chegará ao fim junto com ele (...)”*  
*Stephen Hawking*

Escreveu Hawking sobre a natureza do tempo: “... nossa visão da natureza do tempo se modificou no decorrer dos anos. Até o início deste século, as pessoas acreditavam no tempo absoluto, ou seja, que cada acontecimento podia ser rotulado por um número único e diferenciado chamado “tempo” (...) Mas com a descoberta de que a velocidade da luz é a mesma para todo observador, (...) tivemos que abandonar a idéia de que houvesse um tempo único e absoluto. Em lugar disso, cada observador teria sua própria medida do tempo, (...) Assim, o tempo passou a ser um conceito mais pessoal, relativo ao observador que o media.”

Descobriu-se que não existe um padrão único de tempo. Em vez disso, cada observador tem seu próprio tempo. O tempo continua sendo um conceito não explicado, apenas descrito, para a maioria, e por isso mesmo

produz interpretações das mais confusas.

O tempo nada mais é, que uma medida-padrão de deslocamento no espaço.

Um dia, é uma medida-padrão, demarcada pela rotação do planeta Terra em torno do seu próprio eixo imaginário, e os tempos de todos os demais deslocamentos que ocorrem em relação a superfície da Terra, são partes dadas em relação àquele deslocamento padrão.

O tempo não é algo tangível, e não possui uma natureza própria diferente da utilizada por nós como medida de deslocamento, ou seja, não possui uma existência independente ou separada da noção de deslocamento, que é relativa. Nenhum deslocamento existe de forma absoluta.

É possível demonstrar, que a distinção entre tempo (medida-padrão de deslocamento no espaço) e o próprio espaço desaparece completamente quando usamos uma escala de números imaginários para medir o tempo. Na realidade, o tempo é imaginário. A idéia de “deslocamento” só tem validade local, em um ou dois referenciais no máximo, e é indistinguível do espaço, pois o conceito de tempo não existe separado da idéia de deslocamento no espaço, que só é localmente válida.

Ainda conforme Hawking: “Apenas se pudéssemos visualizar o Universo em termos de tempo imaginário é que não haveria singularidades. (...) Quando se retorna ao tempo real em que vivemos, entretanto, ainda teremos a impressão de que há singularidades. (...) Isso pode sugerir que o chamado tempo imaginário é, na verdade, o tempo real, e que aquilo que chamamos de tempo real é apenas fruto de nossa imaginação. (...) talvez aquilo a que chamamos tempo imaginário seja, na realidade, mais básico, e aquilo a que chamamos real seja apenas uma idéia que inventamos para nos ajudar a descrever como pensamos que é o Universo. (...) uma teoria científica é simplesmente um modelo matemático que criamos para descrever nossas observações; ele existe apenas em nossas mentes. Assim, não faz sentido indagar o que é real, o tempo “real” ou “imaginário”. Trata-se simplesmente de saber qual deles é a descrição mais útil.”

O que Hawking chama de “tempo real” é o conceito de tempo que vem desde antes de Newton, e que até agora permaneceu intocável graças a ginástica desenvolvida por Einstein com o intuito de mantê-lo assim.

O tempo é, uma maneira padrão de medir deslocamentos no espaço, que é totalmente dependente da própria noção de deslocamento, e que não ocorre para o Universo, não ocorre para o todo.

O tempo é, portanto, apenas um valioso artifício, de enorme utilidade local, e que não tem validade para o Universo, não tem validade para o todo.

---

## Seta do Tempo

---

Muitos físicos costumam mencionar, e trabalham utilizando a idéia de uma direção para o tempo.

Essa direção seria o caminho no tempo, que parece existir, do passado para o futuro.

Essa idéia de que o tempo *flui* do passado para o futuro, é utilizada nos diagramas de Feynman, e é uma idéia bastante velha.

Nós usamos a seqüência dos eventos para deixar, ou colocar em ordem, as nossas memórias, mas a idéia de que o tempo flui ou passa, não corresponde ao Universo, não corresponde ao todo, ou, não tem sentido algum para o Universo.

De forma não-reducionista, não-local, geral ou completa, a idéia de fluxo do tempo não é válida.

Assim, as perguntas à primeira vista tão desafiadoras “Por que o tempo passa?”, ou “Como o tempo passa?”, só fazem sentido localmente, porque o tempo não existe para o Universo, para o todo.

Em um diagrama de Feynman, as partículas movem-se sempre para a frente no tempo, indo sempre do passado para o futuro, mas podem mover-se para trás, ou para a frente no espaço.

Absolutamente nada nos impede de montar um diagrama de Feynman totalmente ao contrário, totalmente ao inverso. Nesse diagrama, as partículas todas voltam no tempo, indo sempre do futuro para o passado, invertendo-se também claro, suas trajetórias no espaço.

Devemos então perguntar: Qual o significado físico dessa nova disposição? Ela corresponde à realidade? Poderemos afirmar, que apenas um dos diagramas é o correto (aquele no qual todas as partículas caminham do passado para o futuro, por exemplo), ou então, poderemos afirmar que um dos diagramas é mais verdadeiro que o equivalente?

A resposta é que todos os diagramas equivalentes, que incluem diferentes caminhos do passado para o



futuro, ou do futuro para o passado, são relativos, e nenhum deles é melhor que o outro ou mais verdadeiro.

E estaríamos certos (ou pelo menos não estaríamos errados) em pensar que, se podemos nós ir do passado para o futuro, por que não podemos também ir do futuro para o passado?

A realidade, porém, é mais sutil, muito mais simples e concisa do que parece-nos em nossa limitada localidade.

Como a validade das duas situações, passado para futuro ou futuro para passado, é também localmente limitada, e como não existe deslocamento algum em relação ao Universo, em relação ao todo, nem no tempo, nem no espaço, então, a seta do tempo não existe para o Universo. O tempo é um conceito de validade localmente limitada.

É surpreendente notar que, um conceito que muitos presumem servir para regular o próprio Universo, não tenha validade nenhuma, e não sirva para coisa alguma para ele.

Os autores tratam da “origem do Universo”, teoria *Big Bang*, de uma maneira clássica, e portanto, inadequada.

O que chamam de “expansão do Universo”, pode não passar de um observado distanciamento local de galáxias, um fato estatístico.

Quando colocam-se a falar sobre a “origem do Universo”, querem referir-se também ao “início do tempo”, mas isso seria apenas o início de movimentos locais, e não do Universo, porque o conceito de tempo e o próprio conceito de movimento são localmente limitados em suas validades, e não existem para o todo.

São muitos os que pensam que voltar para o passado é possível, mas o passado não fica guardado em algum lugar para onde se possa ir, a não ser em nossas memórias e lembranças.

Tudo o que aconteceu no passado, está agora no presente, de uma maneira diferente.

O presente é o passado modificado, e é só assim, na forma presente, que o passado existe.

Se o presente é o passado modificado e em contínua mudança, então não existem outros passados para onde se possa ir.

Tudo o que vai acontecer no futuro, todos os eventos futuros, também estão agora no presente, de alguma forma.

Do presente será feito todo o futuro, futuro esse que só existe no presente.

Um pouco da “confusão” que fazem entre passado, presente e futuro, vem da validade apenas local do conceito de tempo. O tempo não é um conceito sempre válido, possuindo uma validade local e limitada.

Para o Universo, não existe a divisão entre passado, presente e futuro.

Para o Universo, o tempo não existe.

---

## Velocidade

---

Apresenta-se aqui o conceito de velocidade de forma diferente da tradicional.

Aqui, a origem do conceito de velocidade, o foco central do conceito, é o observador.

Busca-se assim simplificar ao máximo o conceito, desmontar o conceito, para poder entender o que ele é.

O que chamamos de velocidade de um corpo, nada mais é do que o repouso próprio desse corpo, observado de outro referencial.

Velocidade de um corpo é a situação de repouso desse corpo em outro referencial.

Para um observador, a velocidade é uma medida de um movimento.

---

## A localidade da Cinemática

---

A palavra lógica deriva do grego, e significa razão.

Os estóicos a definiram como “ciência do raciocínio”. Surgiu no pensamento grego com Aristóteles, pela necessidade de algo que disciplinasse a argumentação e o pensamento, pelo estudo e pesquisa, que levassem a conclusões válidas e verdadeiras.

Cinematística é, por definição, o estudo matemático dos movimentos.

A cinematística procura estabelecer relações entre velocidades, tempos e posições.

Se um corpo se move com velocidade constante, como o caso do movimento retilíneo uniforme, na ausência de forças, observa-se que as distâncias percorridas são sempre proporcionais aos intervalos de tempo gastos.

Quando a velocidade varia, dizemos que o corpo está “acelerado”, ou que possui uma determinada aceleração. Essa aceleração acontece enquanto o corpo aumenta de velocidade, ou diminui.

Todo o exposto nos parágrafos anteriores, só tem validade, se observamos um pequeno pedaço do Universo, localmente. Não tem validade de uma forma geral, por exemplo, se levarmos em consideração um grande número de observações simultâneas, que são igualmente válidas entre si.

A Relatividade mostra que o conceito de simultâneo também só é válido localmente, em um mesmo referencial. E não se pode esperar mais do que isso da idéia de “escoar do tempo”.

O conceito *intervalo de tempo* também só tem validade local, para cada referencial isoladamente.

A dilatação desse mesmo intervalo de tempo ocorre quando um observador mede o mesmo intervalo de tempo a partir de outro referencial, onde ele se encontra.

O conceito *intervalo de tempo* é sempre aparente ou relativo, e só existe e tem validade assim.

Também não podemos esperar mais do conceito de velocidade, e nem do conceito de movimento, sendo toda a Cinematística, um ramo de validade apenas local.

Se é fato que o modelo cinematístico é suficiente apenas para descrever a realidade local, tem validade apenas local, que é o limite natural para onde esse modelo foi criado, a cinematística, seus conceitos e definições, não existe para o Universo, para o todo.

---

## Resultado das observações: o repouso

---

Fritjof Capra escreveu que: “Só depois de muito tempo e de considerável esforço descobri onde é que o modelo cartesiano [ou modelo clássico, fragmentador, reducionista, que procura explicar as coisas através de suas “partes”] falha. Os problemas que os biólogos não podem resolver hoje, ao que parece em virtude de sua abordagem estreita e fragmentada, estão todos relacionados com a função dos sistemas vivos como totalidade e com suas interações com o meio ambiente.”

O resultado de uma medida realizada, é sempre um resultado parcial, porque os resultados sempre dependem dos observadores.

Se quiséssemos obter um resultado mais geral, deveríamos ter um número maior de observadores diferentes. Se admitimos que em vários sistemas de referência ou referenciais, existem observadores equipados com relógios, fitas métricas, etc., que são idênticas quando comparadas em um mesmo repouso; que toda observação relativa é igualmente válida, e que existem muitos observadores, todos medindo a velocidade de um mesmo corpo, o somatório de todas as velocidades individualmente auferidas deve ser, numericamente, igual ou muito próximo a zero.

Toda vez que alguém afirma que um corpo se movimenta (e o que chamamos de movimento de um corpo nada mais é do que o repouso desse corpo observado de outro referencial) de uma determinada maneira, sempre será possível haver outro observador capaz de afirmar que o mesmo corpo movimenta-se de maneira totalmente oposta.

Ambas as observações são igualmente válidas, ou seja, enquadram-se em uma mesma categoria. O somatório dos diferentes movimentos individualmente observados e “realizados” por um mesmo corpo, é igual a zero, igual ao repouso.

---

## A segunda lei da termodinâmica

---

A segunda lei da termodinâmica “afirma” que em qualquer sistema, a desordem sempre aumenta, ou a ordem diminui.

Coloco esse “afirma” em destaque, porque apesar de receber um tratamento de lei, a segunda lei da termodinâmica simplesmente é o fato estatístico, de que existem em cada referencial muito mais estados (que consideramos) desordenados do que estados (considerados) ordenados. Isso porque chamamos de ordenadas apenas algumas situações, enquanto classificamos como desordenadas todas as demais situações possíveis.

Portanto, a segunda lei da termodinâmica não passa de ser o fato estatístico que “afirma”, e não precisamos e nem devemos dar a ela um *status* maior do que esse.

Conforme ilustra Stephen Hawking: “...considere, por exemplo, as peças de um quebra-cabeças dentro de uma caixa. **Há uma e apenas uma** (destaque meu) disposição possível em que as peças formam uma figura completa. Por outro lado, há um número muito grande de disposições em que as peças estão desordenadas e não formam uma figura.”

Não há uma prevalência qualitativa da “desordem” sobre a “ordem”, mas sim quantitativa dos estados considerados desordenados sobre os estados ordenados, pela própria definição que fazemos a respeito de tais estados.

Todos os estados são iguais em natureza, porém, os estados por nós definidos como desordenados existem em número muito maior, são bem mais possíveis de ocorrer, e de serem encontrados.

Ainda segundo Hawking: “ (...) suponhamos que um sistema comece num dos poucos estados ordenados. (...) Num tempo posterior, é mais provável que o sistema se encontre em estado desordenado do que num estado ordenado, porque há mais estados desordenados. Assim, a desordem tende a aumentar (...) Suponhamos que as peças do quebra-cabeças comecem numa caixa, na disposição ordenada em que formam uma figura. Se você sacudir a caixa, as peças irão arranjar-se em outra disposição.

Provavelmente, pelo simples fato de que existem muito mais disposições desordenadas do que ordenadas, (a nova disposição das peças) será uma disposição desordenada em que as peças não formam uma figura correta.”

Isso é a segunda lei da termodinâmica.

Por ser uma lei estatística, não-determinista, e sempre admita exceção a si mesma, a segunda lei da termodinâmica, bem como todas as outras leis quânticas, não deveria ser vista como sendo “lei”, porque não estabelece uma norma ou condição obrigatória, não se enquadrando na própria definição de lei.

Para organizar mais qualquer coisa (esse mais é relativo, e só tem validade local), precisamos de uma certa quantidade de energia.

Durante o processo de organização, essa energia dissipa-se e aumenta a desordem do local.

Também pode ser demonstrado que esse aumento na desordem é sempre maior que o aumento produzido na ordem.

Segue Hawking: “Mas (...) Por que ele (o Universo) não se encontra sempre em estado de desordem completa?”

Em um Universo relativo como o nosso, não existem nem a ordem absoluta, e nem a desordem “completa”.

Os estados são considerados apenas *mais* ou *menos* organizados, por seus observadores.

Assim, no exemplo do quebra-cabeças, não existem estados mais organizados do que a montagem da própria figura, enquanto são possíveis um número gigantesco, tendendo ao infinito, de outros estados para as peças, todos esses considerados menos organizados ou desordenados, e, em qualquer desses outros estados, existe sempre outro número gigantesco de estados possíveis para baixo, naquilo (que só tem validade local) que chamamos “ordem”.

A realidade, vista de uma forma mais geral ou mais completa (Universo, o todo) não distingue os estados em *mais* ou *menos* ordenados. Sequer os distingue em diferentes estados.

O conceito de ordem é relativo, e só tem validade local.

Apesar da segunda lei da termodinâmica ser observada em qualquer referencial, só tem importância local, pois apesar de observarmos grandes variações na ordem das coisas localmente, o somatório de tais variações observadas, se realizado globalmente, é igual a *zero*.

Como toda lei quântica, a segunda lei da termodinâmica não deve ser vista como lei no sentido de determinar ou de estabelecer uma norma.

As leis quânticas apenas refletem as estatísticas locais, as realidades locais.

Seria mais adequado, portanto, chamá-las de “estatísticas quânticas”, pois tais leis são bem mais liberais do que o que se conhece por lei, e permitem até não serem seguidas localmente, sendo o somatório das variações

no Universo, no todo, preservado, ou seja, não ocorrem nem excessos positivos, nem sobras negativas.

O Universo não tem uma história. Não existe e nem poderia existir uma história do Universo.

No lugar disso, o Universo é o todo, aparecendo para nós apenas um pequeno pedaço, na forma de eventos de maior probabilidade local.

Desses sim, registramos uma história, estatística, relativa, de validade local, e totalmente parcial. Contamos a história a nossa maneira, porque nós a percebemos, nós a registramos.

Saber que o Universo não tem e não pode ter uma história, elimina vários problemas existenciais.

A teoria Big Bang está equivocada, enganada, e é errada, enquanto “origem do Universo”.

---

## Ondas

---

O conceito de onda, é um conceito muito simples, mas que como qualquer outro conceito que nos ensinam, é geralmente mal explicado.

Os conceitos quase sempre são apresentados através de características, mas raramente explicados.

O físico De Broglie nos mostrou que toda a matéria, toda energia, pode ser tratada como ondas.

As ondas não existem em si mesmas, ou por si mesmas, necessitam para poder existir, de algo chamado de *meio*, e as ondas não são algo diferente desse meio.

Saber isto é importante, pois as ondas são apenas um tipo de comportamento do meio.

Ensina-se que “é no meio que as ondas se propagam”.

Não são as ondas que se propagam pelo meio, mas sim, são as ondas, uma demonstração que regiões do meio, se comparadas, localmente, estão em desequilíbrio.

O que nós observamos na realidade, é sempre um comportamento do meio.

As ondas não são nada mais do que isso.

Sem que exista o meio, não existe a onda. Aliás, o interessante desse tema é que até com o meio existindo, mesmo assim as ondas não existem como sendo algo diferente do meio, ou como sendo algo que esteja “agregado” ao meio.

O conceito de onda fica claro, quando se entende que o que se observa, não passa de um comportamento do meio.

Vejamos o caso do mar. As ondas do mar não existem nunca sem que exista o mar.

Mesmo quando temos o mar, ninguém é capaz, e nem nunca será, de provar que existe alguma diferença qualitativa entre mar com ondas e mar sem ondas, pois as ondas não existem “junto” com o mar, mas sim são as ondas apenas um comportamento do mar. As ondas são uma condição do mar, uma situação do mar, uma maneira de aparência do mar.

Onda é, localmente, um excesso do meio, seguido por uma falta do meio, ou, é o meio em falta seguido por excesso. Se realizamos o somatório de faltas e excessos que formam uma onda, notamos que o resultado é *zero*.

Onda é, portanto, um desequilíbrio local do meio, de resultado total zero. Uma diferença para mais seguida de uma diferença para menos, ou o contrário, de resultado total zero.

E por que então as ondas não se anulam?

Elas se anulam, bastando para isso que um excesso encontre uma igual falta.

Enquanto não for excessos e faltas juntos, mas sim excessos e faltas alternados, a onda continuará existindo.

O Universo não diferencia o conjunto excesso e falta, ou falta e excesso, da soma dos dois.

Assim, o Universo não procura destruir as ondas que existem, e também não procura criar ondas novas. Isso acontece de acordo com a probabilidade estatística, localmente.

---

## Um pouco de gravidade

---

Simplificar, encontrar a relação entre os conceitos, poder identificá-los e entendê-los, é fundamental para uma melhor compreensão da física.

Na teoria da Relatividade, Especial e Geral, Einstein em muito contribuiu para clarificar o entendimento do que é a massa.

É possível imaginar que um corpo, como o planeta Terra, por exemplo, não tem massa.

O efeito da existência da Terra sobre os demais corpos que lhe são vizinhos, apesar de aparentemente influente e grandioso (somos muito impressionados pelos nossos sentidos) é nenhum (uma postura perfeitamente admissível) enquanto não ocorrer nenhuma colisão. Os observadores situados em todos os outros corpos podem ignorar a presença da Terra, podendo admitir, em estando a Terra por perto ou não, que estão sempre em repouso.

Mesmo quando um corpo parece estar com velocidade variável, em aceleração, como “caindo para a Terra” por exemplo, pode-se perfeitamente admiti-lo em repouso, de acordo com a Relatividade.

Como o repouso próprio de qualquer corpo sempre é admissível, porque não existem no Universo referenciais absolutos para o movimento; a Terra, ou qualquer outro corpo, pode ser considerada um referencial totalmente desprezível, o que demonstra a superação do próprio conceito de matéria, ou sua total relatividade.

O espaço não apresenta sempre as mesmas características locais: elas são relativas.

O tempo passa localmente mais devagar em um referencial observado de outro, na proporção em que o referencial observado esteja mais próximo de quantidades de matéria.

Medindo a partir de uma grande massa, para cada vez mais longe, observa-se uma variação espaço-temporal, ou seja, um movimento.

Sendo esta uma análise reducionista, ela nos leva a uma conclusão de validade local: a de que é o espaço-tempo, portanto, um meio elástico.

O espaço-tempo não é igual para alguém que está na superfície de um planeta, e para alguém que está situado a distância, apresentando variações locais.

Esse esticamento relativo que ocorre no espaço-tempo, na medida em que afastamos nossa observação de grandes massas, deve ser proporcional à intensidade da força de gravidade.

O conceito de energia só é importante e só tem validade em um local bem definido, pois o somatório da energia do Universo apresenta *zero* como resultado.

A energia, que localmente assume muitas formas, é as variações relativas no espaço-tempo local. E a matéria, também é energia.

“... a energia total do Universo é zero”, concorda Hawking.

Escreveu Davies que, “Temos que nos conformar, portanto, com a certeza de que quase tudo que consideramos matéria sólida é, na verdade, espaço vazio.”

---

## Gato de Schrödinger

---

Segundo a interpretação de Copenhague, quando não se olha para um gato qualquer, esse gato fica em um estado indeterminado, que não é nem vivo e nem morto. Quando olhamos para o gato, ele estava vivo, mas já poderia agora ter morrido ou não.

Esse estado indeterminado também é admitido como meio-vivo e meio-morto, o que causaria ainda mais assombro, enquanto não olhamos para o finado ou não gato.

A interpretação aqui apresentada, é diferente da interpretação de Copenhague, sobre a realidade.

Aqui, um gato qualquer enquanto não for visto, apenas está, e sabemos disso porque o Universo está, eu estou, mesmo quando não olho para nenhum gato.

Não interessa a forma que o gato está, ou se vivo ou se morto, exatamente porque essas duas formas são completamente equivalentes, não são coisas ou conceitos diferentes para o Universo, para o todo. O Universo, o todo, não as têm ou não as percebe como coisas diferentes.

Vivo e morto não passam de conceitos inventados pelo homem e fisicamente estes conceitos não possuem significado algum, pois não alteram nada em relação a nenhum tipo de conservação. É exatamente porque esses estados são completamente equivalentes, que a física ou o Universo permite que um ou outro seja visto, não se

importando ou não estabelecendo preferência sobre qual. Infelizmente para os seres vivos, não existe qualquer lei da física que impeça matar ou morrer.

Se existisse, isso manteria o estado vivo “conservado” em relação ao estado morto, dando-lhe uma certa preferência, e os seres vivos não morreriam, salvo alguma incerteza mais geral devida a localidade de tal conservação.

Já que para a física, para o Universo, os dois estados, vivo ou morto, são a mesma coisa, e não coisas diferentes, então, tanto faz o gato estar vivo ou estar morto enquanto não olhamos para ele, bem como quando olhamos para ele.

A validade dos dois estados, dos dois conceitos, é a mesma para o Universo, para o todo, e o Universo não precisa se preocupar e não se preocupa se um gato, que conhece mas não por “gato”, que está, não importa onde, morreu ou não. Saber que o “gato” está, tanto faz a forma, é o suficiente.

Poderíamos estender esse raciocínio e da mesma forma perguntar se o gato está em algum lugar, ou se não está em lugar algum, enquanto não olhamos para ele.

Saber que a matéria e o espaço também não são coisas diferentes, ou separadas, mantêm preservadas as mesmas conclusões, e então não precisamos mais nos surpreender nem mesmo se um gato sumir do Universo enquanto gato.

A mecânica quântica admite que um gato possa sumir, porém admite que o gato some para o “nada”, assim como também admite que partículas surgem do “nada”. Esse nada é o que a deixa cheia dos seus paradoxos, como esse ex-paradoxo do gato de Schrödinger.

A falha que leva ao paradoxo do gato de Schrödinger, mais uma vez foi a de tentar estender conceitos limitados, como vivo e morto, de validade apenas local, para um contexto não-local, para uma região do Universo não observada, que é o mesmo erro que acontece em qualquer outro paradoxo dentro da mecânica quântica.

A não-localidade exige que o meio, o espaço, seja levado em consideração na análise.

Em uma análise mais geral, não devemos e nem podemos, como fazemos em análises clássicas, querer isolar o gato do resto, mantendo-o conservado enquanto “um gato vivo”, por exemplo.

O mesmo acontece com a conservação da energia.

Roger Penrose escreveu que: “(...) não parece existir diferença alguma entre gato morto e gato vivo. Podemos obter interferência entre partículas passando por diferentes fendas, porque podemos isolá-las razoavelmente bem do meio que não medimos. Mas não podemos isolar algo tão grande como um gato (...). Portanto, temos de resolver o problema de porque percebemos um gato vivo ou um gato morto, mas nunca a superposição de ambos. (...) é interessante saber que pode haver um elo com a estrutura espaço-tempo.”

---

## Receita para fazer a massa

---

Uma situação comum às diferentes definições, é o caráter de particularidade de cada definição. Assim, há a conservação da massa, desde que vista de maneira particular ou restrita.

No princípio da ciência, a idéia de conservação foi muito importante para o desenvolvimento de toda a química, e da própria física.

Um fóton, por ser simples, mais simples que outras partículas, proporcionalmente mais facilmente é levado à sua nulidade enquanto fóton, no repouso, aparecendo somente o espaço. Permitam-me uma analogia ilustrativa. Da atmosfera parada e tranqüila, sem nenhum movimento expressivo aparente, surge, observada a probabilidade de isto acontecer, um movimento de rotação mais intenso no ar, que gira no mesmo sentido, e assim se mantém, chamado de furacão.

O furacão tem um determinado tempo de vida. Primeiro ele não existia (só existia uma atmosfera aparentemente “vazia”), depois ele se forma e se mantém durante algum tempo, pois trata-se de um movimento.

Nenhum outro tipo de movimento ou de repouso, é privilegiado em relação ao movimento que é exercido pelo furacão (e que é o próprio furacão), ou mais especial ou mais verdadeiro, o que explica a existência de sua inércia, uma vez que *o Universo não faz qualquer tipo de distinção entre os diversos tipos de movimento observados pelo homem, que para o total do Universo, não têm significado algum.*

A nossa noção de movimento, para o Universo, para o todo, não tem significado algum.

Um furacão só deixa de existir por uma razão também estatística, dada a existência de outras quantidades de

ar que não realizam o mesmo movimento dele, que estão em diferentes temperaturas, e colidem com ele, fazendo-o desaparecer, voltando à situação inicial.

Se perguntamos então: Houve algum deslocamento do ar em relação a ele mesmo (olhando para a atmosfera como algo único), a resposta seria sim?

Se a situação final (ausência de furacão, atmosfera parada) remete exatamente à situação inicial, a resposta seria não, porque não há como dizer qual ar era qual. É assim que acontece com o espaço e com a massa.

Toda quantidade de matéria, é um complexo de vários movimentos estacionários, ou, uma quantidade de movimento, como um furacão, só que não é o ar quem nos dá a impressão de ser algo diferente do que é, mas o espaço.

Um fóton não tem massa de repouso, mas tem quando em movimento.

A teoria clássica, não leva em consideração, o espaço. Só lhe dá importância em algumas abordagens. Tal postura é insuficiente e parcial, e leva muitas vezes a desnecessários paradoxos.

É interessante destacar, sobre o movimento observado pela gravitação que existe entre a Terra e a Lua, que, mesmo se a Terra não estivesse aqui na forma de matéria, mesmo que só houvesse o espaço vazio em torno da Lua, áreas iguais do espaço seriam varridas pela Lua em intervalos de tempo iguais (segunda lei de Kepler), da mesma forma que ela também realiza quando a Terra está aqui, na forma de matéria, o que só vem a confirmar a identidade que existe entre espaço e massa.

Estando a Terra aqui ou não (matéria ou espaço vazio), áreas iguais são varridas pela Lua em intervalos de tempo iguais. Apenas o formato do movimento da Lua é que relativamente muda nas duas situações. O que se entende por massa, pode ser tratado como situação geométrica do espaço, ou movimento.

Um fóton tem massa quando em movimento (para o Universo, para o todo, o fóton está sempre em repouso), mas não tem massa em repouso.

A conservação da massa sempre funcionou bem, até Einstein mostrar que não pode ser válida sempre, que sua validade não é geral, não se estende a quaisquer situações.

A massa de uma mesa, por exemplo, é sempre maior se for medida a partir de outro referencial diferente do repouso próprio da mesa, e de cada referencial diferente, cada observador mede uma massa também diferente para a mesa, sendo todos esses diferentes valores igualmente importantes ou válidos.

Cada observador, em cada referencial diferente, obtém um valor diferente para a massa de uma mesma mesa. Um observador situado próximo a velocidade da luz em relação a mesa, mede uma massa imensa para a mesa, e se esse observador acelerar-se ou desacelerar-se bastante em relação a mesa, medirá grandes variações na massa dessa mesa, significando que a massa é apenas uma medida da diferente situação espacial dos diferentes referenciais, que a massa é uma quantidade relativa de movimento, e tem validade apenas local.

Não há nenhuma razão para se admitir que os aumentos medidos na massa dos corpos quando observada de diferentes velocidades, possuam diferente natureza daquilo que nós chamamos de massa quando em repouso. Tais valores diferentes para a massa apenas demonstram a situação de movimento que existe entre o referencial em que se encontra a massa e o referencial de onde é observada. Isso revela a natureza da massa.

A massa de repouso, também revela apenas a diferença que existe entre observador e massa observada, devido aos muitos e diferentes movimentos internos, as partículas componentes da massa, e é por isso que um corpo não desaparece quando ficamos junto a ele em um mesmo repouso.

Podem desaparecer mínimas quantidades, mas geralmente não o corpo inteiro, devido a uma razão estatística, apenas, mas que é muito eficiente.

A massa é uma medida do movimento que existe entre observador e objeto observado, a massa é uma medida local de movimento.

Mas então quem está localmente se movendo? Quem está realizando este movimento relativo que chamamos de massa? O próprio espaço local.

É importante saber que o desaparecimento espontâneo total da massa é possível, muito difícil de acontecer, mas possível, bastando para isso que cessassem em relação ao observador, os movimentos internos que compõem a massa.

É importante saber como e porque pode ou não pode acontecer, e que não acontece por uma razão estatística, apenas, e não porque o Universo “não queira” que aconteça, ou que prefira a massa existindo, da forma como a percebemos, do que não existindo.

Isso é também válido para qualquer outra lei da física. As leis da física funcionam por razões estatísticas. São leis estatísticas, probabilísticas, da maioria.

O Universo não realiza qualquer tipo de distinção, não arbitra, não determina nada de cima para baixo, de maneira imposta: O Universo não é um ditador.

Os diferentes valores obtidos para a massa de uma mesma mesa por exemplo, que está sempre em repouso próprio em relação ao referencial que ela é, e que é uma só mesa, revelam a relação de movimento que existe entre observador e corpo material ou região no espaço observada.

A massa é uma impressão ou medição que o observador retira do espaço local para si.

---

## Massa

---

Massa de um corpo, nada mais é, que espaço em movimento, para um observador. A massa de um corpo é uma quantidade relativa de movimento no espaço.

A energia não tem massa de repouso por ser mais simples que a matéria. No repouso, a energia é o próprio espaço.

---

## Partículas elementares

---

As quantidades medidas no espaço que dizemos ser a matéria, e a energia, não passam de movimentos, locais e relativos, se comparadas com as regiões vizinhas próximas.

Ninguém realiza diretamente esse tipo de comparação observativa devido às naturais dificuldades práticas dadas em função da métrica reduzida e altas velocidades envolvidas, mas indiretamente, quando simplesmente percebe a presença de uma quantidade qualquer de matéria.

Existem duas características principais do espaço para que a própria existência e manutenção da matéria-energia seja possível: uma característica fundamental do espaço, é que o espaço é um meio não-dispersivo, ou seja, um pacote de ondas (como a matéria) pode manter exatamente a sua forma enquanto se move pelo espaço. Todas as ondas movem-se sempre em mesma velocidade, independentemente de suas frequências.

A outra característica fundamental do espaço para que a matéria-energia possa existir e mantenha-se existindo, é que o espaço é perfeitamente flexível. A forma da matéria-energia não muda enquanto ela viaja.

Essas duas características do espaço também permitem admitir-se perfeitamente que tudo está sempre em repouso próprio, e para o Universo, para o todo, eliminando o conceito de movimento não-localmente, e permitem existir a própria Relatividade.

É possível observar-se mais facilmente a criação de pares de partículas, partícula e respectiva antipartícula, “carregadas” positiva e negativamente, ou o contrário, em um campo elétrico forte. Um campo elétrico forte nada mais é do que espaço local em relativo desequilíbrio. Quando medimos um desequilíbrio, estatisticamente, isso é uma situação instável no espaço. A probabilidade maior dá-se sempre no sentido de encontrar um equilíbrio, por uma razão quantitativa eficiente, pois o desequilíbrio é sempre uma situação mais rara.

Tratamos aqui como exemplo, da criação de pares elétron-pósitron. Essas duas partículas, que são carregadas positiva e negativamente, podem ser vistas também como sendo uma mesma região nula ou sem carga no espaço. A criação de pares de partículas é sempre um processo de energia total *zero*.

Dessa forma, *com* criação de pares é uma situação igual a *sem* criação de pares. A criação de pares em campos elétricos intensos (o fato do campo ser intenso serve para aumentar a probabilidade de criar pares) já foi observada experimentalmente e a taxa está de acordo com a estimativa. É do espaço vazio, portanto, que provém toda a matéria.

Espaço e matéria não são coisas diferentes. O espaço (onda) do quantum é a energia do quantum. O inverso do comprimento de onda é exatamente o que chamamos de conteúdo de energia do quantum. O inverso do comprimento de onda também é o momento ou quantidade de movimento de qualquer partícula.

Quanto mais curto o comprimento de onda no espaço, maior a massa ou velocidade, maior a quantidade de movimento da partícula.

Posição exata e momento da partícula não existem simultaneamente porque quando a partícula está imóvel e podemos determinar a sua posição, não tem sentido falar em momento, e vice-versa, de acordo com o Princípio da Incerteza.

O modelo atômico de Bohr



O que chamamos de elétron em um átomo é uma região no espaço em volta do núcleo, de maneira que um elétron em um átomo está sempre em toda a sua órbita ao mesmo tempo.

Números inteiros de ondas eletrônicas formam sempre elétrons que correspondem exatamente as órbitas permitidas por Bohr.

Um número não-inteiro deixa a onda eletrônica que formaria um elétron fora de fase, e a onda anula a si mesma, aparecendo ali apenas uma região do espaço dita proibida para a existência de elétrons.

Qualquer órbita que esteja entre duas das órbitas permitidas para a existência de elétrons, requer sempre um número fracionário de comprimentos de onda, o que a deixa fora de fase, anulando-se.

Essas regiões são sempre proibidas para a existência de elétrons, e sabemos agora então, que a proibição não se dá por um decreto ou por uma lei ou ordem, mas sim que é da natureza do espaço-matéria, que é algo único, explicando o porquê da existência apenas de órbitas discretas para os elétrons.

As órbitas discretas dos elétrons não são assim porque o espaço é discreto, mas sim porque o que chamamos de elétron é uma situação do espaço.

Entre órbitas discretas, entre elétrons, somente o espaço é possível.

Quando dois quanta de luz iguais, dois fótons, se encontram um com o outro fora de fase (fóton + antifóton) ambos anulam-se mutuamente, aparecendo então nessa região luz nenhuma, aparecendo apenas o escuro.

Não é correto afirmar que no escuro não existe nada, pois existe o espaço em sua forma mais comum ou mais encontrada no Universo.

O estado fóton da luz é apenas um estado diferente do espaço.

Como o Universo não distingue espaço de matéria-energia, que para nós, para nossos sentidos, parecem ser coisas muito diferentes, permite que a matéria exista, inclusive a que forma o nosso mundo.

A probabilidade é quem determina as quantidades de matéria e espaço que medimos “existindo” em uma região no Universo.

Muitos trabalham no sentido de buscar descobrir a menor unidade, dita elementar, de matéria.

Porém, o raciocínio que fundamenta essa busca, em minha opinião, está impregnado de classicismo.

Partícula elementar é um conceito clássico, absoluto, e conceitos absolutos não existem em um Universo relativo.

A coesão do Universo obriga tudo o que parece ser localmente diferente do restante, a relativizar-se, a perder sua particularidade característica de algo diferente do restante.

Hubert Reeves sabiamente escreveu que: “Para uma criança um televisor é uma partícula elementar (porque ela não consegue desmontá-lo), mas não o é para um técnico provido de suas ferramentas.”

Cada vez que aumentam a energia envolvida no processo da procura, descobrem mais uma partícula “mais” elementar. Já descobriram e continuam a descobrir muitas partículas, sendo que algumas delas vivem apenas bilionésimos de segundo. A “estranheza” é a medida da velocidade em que cada partícula decai e desaparece.

Não são as partículas em si que detêm importância, pois logo são descobertas outras, mas a “criação” delas é que envolve o fato interessante.

A lei da conservação da matéria-energia é quebrada todos os dias nos aceleradores de partículas, já que podemos admitir perfeitamente que todo movimento é também uma situação de repouso, e partículas novas surgem nesses repousos.

Se a energia cinética existisse, de forma absoluta, não existiria a Relatividade.

Se existisse o espaço discreto, não existiria a Relatividade.

Newton trabalhava com esse eficiente artifício local, a energia cinética, porque acreditava que o Universo era dotado de movimentos absolutos.

Einstein salvou a energia cinética newtoniana, e limitou o seu modelo a alguma localidade. Mas podemos saber hoje de que forma a energia cinética é localmente necessária para a física.

Quando a lei da conservação da energia é violada, entra em cena uma conservação ainda mais geral, que garante que tudo continue em conservação. Quanto maior for o desvio em relação a conservação da energia, mais breve é o intervalo de tempo em que isso ocorre.

Para nós isso é bom, pois assim corremos menos riscos de subitamente desaparecer.

Essa é uma relação de funcionamento local no Universo. Quando falamos em funcionamento, falamos sempre em localidade, o que nos leva a outra máxima a respeito do Universo, do todo: O Universo não trabalha.

Muitas partículas surgem no espaço, mas cessam de existir antes do tempo necessário para a detecção: essas partículas são chamadas de virtuais. As que não cessam de existir antes da detecção e são detectadas, são chamadas de partículas reais, que depois também mais ou menos demoradamente, decaem e desaparecem, todas elas.

Toda partícula dita elementar real, como um elétron, só pode ser criada no espaço se juntamente for criada a sua própria antipartícula, de maneira que as duas, se colocadas juntas, desaparecem. Todo o mundo da matéria é espelhado por um mundo da antimatéria, que não funciona diferentemente, sendo o somatório da energia do Universo todo, igual a *zero*.

matéria + antimatéria = fótons e antifótons; fóton + antifóton = espaço

Gostaria de deixar um singelo aviso aos senhores caçadores de partículas elementares: Devem existir tantas partículas elementares, quanto diferentes movimentos, e isso é um número bem grande.

Ainda há aqueles que consideram a mecânica quântica uma terra estranha, porque apegam-se demais nos conceitos clássicos, principalmente na conservação da matéria-energia.

Os problemas da conservação da energia são problemas de localidade, uma vez que a conservação da energia só funciona localmente, não sempre, não para o todo.

A mecânica quântica é uma boa ferramenta na resolução de problemas que transcendem a conservação da matéria-energia.

---

## Singularidade ou Buraco negro

---

Singularidade, pela definição matemática, e a matemática não funciona em seus extremos porque as coisas não podem ser totalmente separadas, seria uma quantidade de matéria com densidade infinita e volume zero.

Como a massa é uma quantidade relativa de movimento no espaço, e volume zero significa nenhum espaço, então uma singularidade não teria massa.

Não existe massa sem espaço, ou sem volume (massa é uma quantidade de movimento no espaço). E não existe buraco negro sem massa. Buracos negros podem ter densidades muito altas, mas nunca infinita.

A distância que existe do extremamente alto até o infinito, é a mesma que existe do zero ao infinito.

---

## A matemática

---

No interior de qualquer sistema lógico, por mais rigidamente estruturado que esteja, sempre se pode descobrir contradições.

A matemática só funciona porque a física é conservativa, porém toda lei conservativa está sujeita a algum tipo de localidade.

Uma laranja mais uma laranja é sempre igual a duas laranjas, certo?

“É impossível dividir um cubo em dois cubos, ou uma biquadrada em duas biquadradas, ou, em geral, qualquer potência em duas potências de igual valor. Descobri uma prova verdadeiramente maravilhosa disso, para cujo desenvolvimento, entretanto, esta margem é muito pequena” escreveu Fermat.

Números, representam apenas quantidades. Não há nada de qualitativo em uma seqüência de números. Números são apenas múltiplos de uma única quantidade padrão, que pode ser agregada quantas vezes quisermos, mesmo que abstratamente.

Observe a localidade da validade de uma afirmação como essa. Como uma quantidade padrão é sempre relativa, qualquer escala de números só tem validade local no Universo. Jamais será geral. Jamais valerá para realizarmos cálculos para todo o Universo, e não terá validade sempre. Nem sempre nos levará aos mesmos resultados.

A matemática que, sendo localmente válida, relaciona quantidades, pode ser explicada pelas seguintes razões:

- Matemática é convenção. A matemática só funciona porque todos concordam com as regras da matemática, e, principalmente:
- Existe uma concordância física para a matemática. Cálculos podem ser medidos empiricamente, assim, a mesma física que confirma na prática que uma laranja mais uma laranja é igual a duas laranjas, ou que o volume de uma laranja mais o volume de uma laranja é igual ao volume de duas laranjas, ou que diz que o peso de uma laranja mais o peso de uma laranja é igual ao peso de duas laranjas, ou que a massa de uma laranja mais a massa de uma laranja é igual a massa de duas laranjas, etc., é a mesma razão física espacial quantitativa que Fermat percebeu só ser válida, da forma como ele relacionou, até os quadrados, ficando os cubos e graus acima todos fora da relação. Não que a física não permita relacionar os graus superiores ao quadrado de várias formas, permite sim, mas não da forma que Fermat escolheu.

Um segmento de reta qualquer definido por um número inteiro maior ou igual a dois, pode ser dividido em dois segmentos de reta que representam também números inteiros, e isso é poderoso porque está baseado em uma relação física espacial, e não apenas em convenção ou regra.

A possibilidade física que existe de uma laranja mais uma laranja não ser igual a duas laranjas, ou, a identidade que existe entre tudo, pode apagar não-localmente as regras fracionárias da matemática, deixando-a totalmente inútil em algumas situações. Não é o que ocorre de forma geral. Laranjas continuam laranjas por inércia, porque não existe no Universo um padrão absoluto de estado, mas é importante saber que existe a possibilidade.

---

## O Espaço

---

Existem algumas características já conhecidas bem definidas a respeito do espaço.

O conhecimento dessas características vem principalmente do conhecimento que temos da Relatividade, da mecânica, e da mecânica quântica.

Alguns teóricos sugerem que o espaço pode ter também uma estrutura discreta, como tem a matéria-energia, porém a Relatividade parece não funcionar em um cenário como este.

Em um espaço discreto, existiriam literalmente pontos no espaço, que poderiam servir como referenciais, e o espaço se comportaria então como o espaço clássico de Newton, e não como o espaço apresentado por Einstein.

Ponto sem dimensões, é um conceito matemático clássico fantasioso, um artifício, sobre o qual observadores diferentes jamais deveriam concordar pela Relatividade.

Se existisse um único ponto real no espaço, a Relatividade estaria descartada.

Alguns sugerem que a gravidade possa ser discreta, e que logo encontrarão uma partícula mensageira da gravidade, chamada gráviton.

A comunicação entre massas distantes só pode ser permitida pelo espaço. Sem o espaço, não há o deslocamento local, não há a gravidade, não há nada.

Como a massa é apenas uma situação do espaço, e não algo diferente dele, o comportamento gravitacional das massas pode ser explicado em termos do espaço.

A melhor explicação, a explicação mais perfeita que consegui sobre o funcionamento da força da gravidade, dá-se junto com a explicação do que chamamos de inércia.

Einstein estava certo ao admitir que a gravidade ou que o comportamento gravitacional da massa é um comportamento inercial da massa, que, no fundo, é do espaço.

A massa é o espaço distribuído em movimentos relativos, e isso não termina na massa, mas é também as regiões em volta dela.

A gravitação também tem um caráter quântico: a gravidade é provocada estatisticamente, pela quantidade relativa de movimento que o espaço apresenta, e o que empurra uma massa em direção à outra é simplesmente o fato estatístico de que existe muito mais movimento no espaço entre massas do que no espaço fora delas. Quanto mais próximas, mais intenso é o movimento que existe entre as massas, maior a gravidade experimentada.

Vejamos o que Feynman disse a respeito de uma tentativa de explicação da gravitação: “(...) tomemos a lei de Newton da gravitação (...). Que faz o planeta? Será que olha para o Sol, vê a distância a que se encontra e decide calcular numa máquina interna o inverso do quadrado da distância a fim de saber quanto tem de se

mover? Esta não é certamente uma explicação do mecanismo da gravitação! Podemos querer ir um pouco mais longe, o que, aliás, já foi tentado por várias pessoas. Na época alguém disse a Newton, a propósito da sua teoria: “Mas a sua lei não significa nada, não diz nada.” Ele respondeu: “Diz *como* se movem as coisas. Isso deve ser suficiente. Expliquei como as coisas se movem e não o porquê.” Contudo, as pessoas, em geral, só ficam satisfeitas com um mecanismo. Gostaria de descrever uma teoria inventada, entre várias outras, para corresponder a essa expectativa, a qual sugere que a gravitação é o resultado de um grande número de ações individuais, o que explicaria a sua natureza matemática.

Suponhamos que o mundo é atravessado em todo o lado por muitas partículas, viajando a grande velocidade. Chegam uniformemente de todas as direções e só uma ou outra vez atingem a Terra. O número de partículas que atingem tanto a Terra como o Sol é relativamente pequeno. Vejamos então o que aconteceria.

Se o Sol não existisse, as partículas bombardeariam a Terra em todas as direções, transmitindo-lhe pequenos impulsos, com o matraquear das poucas que a atingiriam. Isso não deslocaria a Terra para nenhuma direção particular, porque haveria tantos projéteis provenientes de um lado como do outro, tantos de cima como de baixo. No entanto, quando o Sol está presente, as partículas que vêm desse lado são absorvidas parcialmente por ele, uma vez que algumas o atingem e não passam daí. O número de partículas provenientes do lado do Sol é menor do que o número das que chegam dos outros lados, porque encontram um obstáculo — o Sol. É fácil ver que, quanto mais longe estiver o Sol, menor será a proporção das partículas absorvidas relativamente ao total de partículas provenientes de todas as possíveis direções. O Sol apareceria nesse caso mais pequeno — surgiria diminuído de um fator inversamente proporcional ao quadrado da distância. E isto seria o resultado de um grande número de operações muito simples, precisamente colisões sucessivas de partículas provenientes de todas as direções. A relação matemática seria então muito menos estranha, uma vez que o mecanismo fundamental seria mais simples do que o cálculo do inverso do quadrado da distância. Este mecanismo de colisão das partículas, por assim dizer, “faz” o cálculo. O único problema com esta idéia é que, por outras razões, não funciona. Qualquer teoria tem de ser analisada em todas as suas possíveis conseqüências para se ver se prevê qualquer outra coisa. E esta prevê, de fato, outra coisa. Se a Terra está a mover-se, há mais partículas que lhe batem de frente do que de trás (se formos a correr contra a chuva, cai-nos mais chuva na cara do que na nuca). Assim, quando a Terra se move, está a correr contra as partículas que vêm de frente e a fugir das que vêm de trás.

O número de partículas que bateriam de frente seria, portanto, maior do que as que bateriam por trás, havendo sempre uma força oposta ao movimento. Esta força travaria o movimento da Terra ao longo da sua órbita e certamente a Terra não teria durado três ou quatro bilhões de anos (pelo menos) a girar em torno do Sol. Conseqüentemente, é este o fim da teoria.”

O espaço não deve ter tido um começo. Como já visto, o Universo, o todo, não reconhece o conceito de tempo, que só existe localmente. Se para o Universo, para o todo, o tempo não existe, falar em começo do tempo ou do espaço é algo totalmente desnecessário e dispensável.

O Universo, o todo, sempre existe no presente, não teve um passado, e não terá um futuro, pois passado e futuro para o Universo, para o todo, são sempre o presente, que apenas localmente se modifica.

Tudo o que aconteceu no passado, está agora no presente, e tudo o que ainda vai acontecer no futuro, também está agora no presente, apenas está de uma maneira diferente, já que passado e futuro não existem, e sim o que existe é o presente, que localmente se modifica.

O espaço não precisa ter um fim.

O espaço não tem nenhum fim. Alguém que viajasse sempre em linha reta, nunca chegaria ao fim do espaço.

O fato das leis da física serem conservativas, e das regras não mudarem de um dia para o outro, significa que o espaço não deve estar se expandindo, pois isso seria catastrófico.

Se o espaço estivesse se expandindo, as leis da física não seriam conservativas.

Se o espaço estivesse se expandindo, essa expansão, por uma razão estatística, deveria ocorrer por todo lugar, e a matéria, inclusive a que compõe nosso planeta, sofreria com isso, usando a linguagem de Newton, os efeitos de “forças à distância”.

Supor uma expansão homogênea do espaço junto com a matéria, que manteria a matéria preservada, é o mesmo que não supor expansão alguma, porque uma expansão por igual de tudo sem que se tenha um referencial para medi-la, é exatamente o mesmo que não haver expansão, o que parece então mais razoável. Tal expansão equilibradíssima, probabilisticamente beira o impossível.

A hipótese que os cosmólogos admitem, e que não serve como uma afirmação da verdade mas antes como uma especulação, é que o espaço que existe entre as galáxias, está inflando, porque as galáxias estão se afastando. Mas, afinal, o que isolaria as galáxias dos efeitos provocados por essa suposta expansão do espaço?

Admitir uma inflação do espaço é bem menos razoável do que admitir simplesmente que o espaço não aumenta, e que são apenas as galáxias que se afastam uma das outras. Esse observado afastamento, pode ser visto como uma fuga dos movimentos de um ponto na origem. Mas é inadequado, querer utilizar-se de conceitos de formulação local, como deslocamento ou afastamento, e aplicá-los em uma “inflação do Universo”.

Como vimos anteriormente, movimento é um conceito local que não existe para o Universo, para o todo, então, bem podemos desconfiar do afastamento das galáxias como “universal”, e devemos desconfiar também

das próprias galáxias, se não quisermos cair em mais uma análise clássica parcial e insuficiente.

Quando os astrônomos falam em evolução do Universo, esquecem que sempre utilizam leis locais da física para tentar determinar como o Universo todo evoluiu, o que é uma incongruência.

O Universo, o todo, não precisa evoluir e nem nunca evolui. Melhor assim, pois então as regras da física que valem hoje continuarão valendo e serão exatamente as mesmas amanhã.

E a gravidade? Não fará a gravidade às galáxias colidirem e colapsarem?

Ao invés de colidirem, as galáxias ficam orbitando-se uma às outras exatamente como a Lua e a Terra, em escala muito maior. Mesmo que todas as galáxias conhecidas e observadas viessem a colidir, isso seria ainda um evento local, e não universal. O que estamos vendo, portanto, nesse momento de nossa história local no Universo, ao invés de uma tão falada evolução, seria apenas mais uma fase de afastamento.

Especula-se muito também a respeito da existência das chamadas singularidades, que seriam quantidades de matéria sem nenhum volume.

A existência de buracos negros de densidades muito altas e volumes muito reduzidos, não significa que existam singularidades. Uma singularidade está mais para personagem de equação matemática do que para um fato físico.

A maneira como os buracos negros se comportam ou funcionam, ou as leis a que estão sujeitos, são exatamente as mesmas leis estatísticas da termodinâmica.

As fronteiras comentadas por alguns existir no espaço-tempo, como cones de luz, horizonte de eventos, etc., nunca são fronteiras de forma absoluta, como Hawking percebeu quando notou que buracos negros devem emitir radiação, uma vez que não existem regiões no espaço completamente incomunicáveis no Universo.

---

## A Segunda Lei de Newton

---

A Segunda Lei de Newton responde a questão: “O que ocorre quando um corpo está sob a ação de uma força resultante não nula?” Nessa situação, o corpo não pode estar nem parado nem em movimento retilíneo uniforme, pois esse é o caso em que a resultante é nula.

Se não pode estar parado e nem com velocidade constante, o corpo só pode ter aceleração. Mas como é essa aceleração? Do que ela depende?

A resposta dada por Newton, é que a aceleração tem a mesma direção e sentido da força resultante. Se a força resultante tiver valor constante, a aceleração também será constante.

Mas do que depende o valor da aceleração?

Quando uma mesma força resultante é aplicada em diferentes corpos, a aceleração é maior no corpo que oferece menor oposição a esse movimento, isto é, naquele que tem menor inércia, e adquire aceleração menor o corpo que oferece maior oposição, isto é, que tem maior inércia. Então, para uma mesma força resultante, corpos de maior inércia adquirem menor aceleração e vice-versa.

Verifica-se experimentalmente que o valor da inércia de um corpo está diretamente relacionado à massa do corpo. Maior massa, maior inércia; menor massa, menor inércia.

A relação matemática entre essas três quantidades: força, massa e aceleração, a Segunda Lei de Newton, então é  $F = ma$ .

Mas por que uma força acelera uma quantidade de matéria, de modo exatamente proporcional?

Por que quanto maior for a massa, menor é a aceleração de modo exatamente proporcional?

Por que quanto maior for a força, maior é a aceleração de modo exatamente proporcional?

Afinal, por que  $F = ma$ ? Qual é o significado físico dessa constante proporcionalidade?

A resposta a esta questão, que parece ser bastante difícil (e por isso mesmo a Segunda Lei de Newton simplesmente é aceita como um dogma, sem explicações) pode ser bastante simples.

É proporcionalmente mais difícil acelerar uma locomotiva do que um automóvel, devido as inércias dos corpos, devido as massas inerciais dos corpos ou seja, suas quantidades de matéria ou **reservas de movimento**. Como pode ser a massa uma reserva de movimento?

Desde Einstein, sabemos que toda massa tem o seu equivalente em energia, que a massa pode ser convertida em energia, e energia pode ser usada para realizar trabalho, através de uma força que produza deslocamento em outro corpo material, fazendo com que este entre em movimento. Assim, a massa de um corpo pode ser usada para pôr outro corpo em movimento, ou, a massa pode ser convertida em movimento, e a massa enquanto massa

é uma quantidade de movimento reservada.

Uma força é, apenas, uma interação mútua entre dois corpos.

Ora, se dois corpos são duas quantidades de movimento reservadas, e força é uma interação entre dois corpos, força é, então, apenas uma transferência de movimento.

Força é sempre uma transferência de movimento, e sempre altera a quantidade de movimento reservado ou a massa inercial de um corpo, que é a responsável pelo seu estado de movimento local, ou, em outras palavras, não pode ser desvinculada dele.

Aceleração é apenas um tipo de movimento. Massas podem perfeitamente ser admitidas como sendo energia ou reservas de movimento, e força é sempre uma transferência de movimento, o que não deixa de ser movimento.

A exata proporcionalidade de  $F = ma$  vem, portanto, da mesma natureza dos conceitos envolvidos.

Uma força quando aplicada sobre certa quantidade de matéria, acelera essa massa de modo exatamente proporcional, porque os conceitos aceleração e massa apenas representam e nada mais são do que movimentos. Tanto massa quanto aceleração apenas são movimentos. Quando percebemos isso, notamos o fechamento da Segunda Lei sobre si mesma, como uma ostra.

A perfeição da Segunda Lei de Newton vem do fato de  $F = ma$  relacionar três conceitos que parecem ser coisas diferentes, mas que revelam-se, mais a fundo, idênticos. Da simplicidade do fato de falar sempre a respeito de uma mesma coisa, provém toda a beleza da coesão da Segunda Lei de Newton.

A massa pode ser vista como sendo apenas o espaço “vibrando” inercialmente. Assim como a luz pode ser vista como sendo o espaço vibrando inercialmente em uma direção, a massa pode ser vista como sendo o espaço vibrando de forma estacionária em relação ao observador.

Por que um corpo material não pode passar por uma aceleração de zero metros por segundo para, por exemplo, um milhão de metros por segundo em um segundo, mesmo quando temos força suficiente para isso?

A resposta é que, por ser apenas um tipo de movimento bem definido, o corpo material oferece resistência a outros tipos de movimento, e não suporta uma mudança muito drástica ou violenta em seu estado ou em si, não sem ser destruído ou muito modificado.

Movimento é um conceito que só pode existir localmente, tem validade local, é relativo, e depende de certos limites. Esse fato, despe a massa de significado para o Universo, para o todo. Nós também somos apenas movimento, e assim não existimos para o Universo, para o todo (não enquanto “nós”, nem enquanto matéria, e nem enquanto movimento). Uma máxima a respeito do Universo diria que o Universo é muito cruel com as pessoas. Talvez nem tanto, pois apesar da indiferença, permite nossa existência.

---

## Comentários

---

Os aparentes paradoxos que incomodam a física moderna, podem ser eliminados quando, relativizando, eliminamos as definições clássicas.

Nós utilizamos definições e conceitos de validade local, para onde foram formulados, vindos lá de trás, de quando se acreditava que o Universo era completamente diferente, e muitas vezes tentam encaixar esses mesmos conceitos e definições locais, em observações não-locais, ou mais gerais, como alguém que tenta encaixar um cilindro em um buraco quadrado, pior, como alguém que tenta encaixar um cilindro onde nem buraco há.

Existem ocasiões, que envolvem movimento, locais, onde a física clássica é adequada, e outras, em que não.

No Universo há uma incerteza, cuja existência pode ser explicada pela falta de embasamento das definições clássicas, se aplicadas sempre.

Quando dizemos “aqui começa a massa” ou “aqui acaba a energia”, devemos também levar em consideração que, na realidade única do Universo, nada acaba e nem começa, apenas aparenta mais ou menos ser, tendo esse “mais ou menos” uma relação com a incerteza, que é maior quanto menos adequadas estiverem nossas definições, ou que é maior quanto menos localmente olhamos para o Universo. Na medida em que aprendemos a olhar para fora de nosso “cercadinho”, mais notamos que não têm graça os nossos “brinquedos”.

Essa é uma justificativa para a existência do princípio da incerteza de Heisenberg.

Assim como o princípio da incerteza, o teorema de Gödel que demonstra que é impossível provar todas as afirmações verdadeiras, pela mesma razão, representa um limite à capacidade clássica de perceber e analisar o

Universo.

Escreveu Hawking: “Se realmente descobríssemos a teoria definitiva do Universo, qual seria seu significado? (...) Ela marcaria o fim de um longo e glorioso capítulo na história do esforço intelectual humano para compreender o Universo. Mas também revolucionaria a compreensão que as pessoas comuns têm das leis que regem o Universo.”

Os conceitos clássicos *massa, tempo, espaço, movimento, energia* e outros, da forma como estão organizados e expostos, independentes entre si, em aplicações que pretenderiam ser gerais, sempre, e que por isso são chamadas de leis da física, só encontram sustentação, em um único referencial inercial qualquer, isoladamente.

Einstein estendeu esses mesmos conceitos: *massa, tempo, espaço, movimento, energia* e outros, da mesma forma que encontrados na física clássica, para terem validade em mais um referencial inercial qualquer.

Mas esses conceitos, existem assim, de forma isolada, na realidade?

São mesmo independentes e isolados entre si?

Ou, são esses conceitos apenas definições nossas sobre diferentes aparências de uma mesma realidade, que é sempre única.

Para responder a esta questão, poderíamos por exemplo realizar um somatório de diversas observações individuais, que são por hipótese relativas e aparentes, se tomadas isoladamente.

Através do somatório das observações de grande número de observadores em referenciais diferentes, realiza-se uma análise mais próxima da realidade, se queremos obter uma resposta mais geral sobre a natureza.

Obtemos, assim, um resultado mais geral, e não apenas posições aparentes, relativas, posições individuais.

O Universo parece ser conservativo, porém:

- Movimentos: na realidade, os movimentos são todos aparentes ou relativos. O conceito de movimento é um conceito de validade apenas local, em um ou dois referenciais, onde tem importância ou significância. Encontrado definido como “mudança de lugar” na obra de Newton. Não existem movimentos para o Universo, para o todo.
- Tempo: só passa relativamente ou aparentemente. Não passa de modo geral. Não existe tempo para o Universo, para o todo. É um conceito que encontra sua validade, importância e significância apenas localmente, em um ou dois referenciais, onde funciona como medida-padrão da noção ou idéia de deslocamento ou movimento. O tempo não existe para o Universo, para o todo.
- Velocidades: são todas aparentes, relativas, de somatório igual a *zero* para o Universo, para o todo. A própria definição de velocidade, espaço “percorrido” por tempo, demarca o âmbito de sua validade, sendo importante e encontrando significado apenas localmente, função direta dos conceitos que lhe dão origem.
- Espaço “percorrido” ou trajetória: conceito que só tem validade, importância e significância se localmente observado, e é relativo. Não existem deslocamentos em relação ao Universo, ao todo.
- Energia Cinética: é relativa, aparente, de somatório total igual a *zero* para o Universo, para o todo. A Energia Cinética apenas tem importância local.
- Energia: é relativa, aparente, de somatório igual a *zero* para o Universo, para o todo. O conceito de energia tem validade, importância e significância apenas local, onde assemelha-se muito com a idéia ou definição de variação. A energia pode ser vista localmente como uma variação no espaço.
- Massa: é um conceito de validade só local, de somatório igual a *zero* para o Universo, para o todo. Idem energia. A massa é uma quantidade relativa de movimento.

---

## Nossa existência

---

Dadas duas ou mais quantidades de matéria, que representam e são quantidades relativas de movimento, quanto maior é a diferença que existe entre essas quantidades, maior será a força que perceberemos ocorrer entre elas, e maiores os efeitos observáveis em caso de choque entre elas.

O fato de diferentes massas se encontrarem, modificando localmente suas características, para mais ou para

menos, é apenas um caráter probabilístico, exatamente como é a segunda lei da termodinâmica, à qual todas as massas estão sujeitas. Quanto menor é a diferença entre as quantidades relativas de movimento que são as massas, menor é a força que as modifica, menor é a modificação que localmente experimentam.

### A Terceira Lei de Newton

A existência do par *ação e reação* percebido por Newton, pode ser explicada pela inexistência de um movimento que seja o absoluto, ou de um que seja mais privilegiado, mais verdadeiro.

Isso obriga a manifestação por igual da força em massas diferentes, em sentidos opostos no espaço, pois o Universo, o todo, não distingue movimento de repouso. Para ele, é como se tudo estivesse em repouso sempre, pois não diferencia as regiões do espaço como nós fazemos, e as tem como sendo algo único, sem diferenças.

O Universo, o todo, nem procura criar movimentos novos, nem procura perseguir ou destruir os que nós percebemos, mantendo-se neutro. Essa é a razão pela qual é possível a nossa própria existência.

A ciência acumula conhecimentos. Necessitamos sempre mais explicações para a realidade.

Dentro da localidade que limita o seu modelo, Isaac Newton define quantidade de movimento como sendo a velocidade vezes a massa. Massa nada mais é, em última análise, do que também uma quantidade de movimento, onde o espaço relativamente se movimenta, e pode ser ampliada ou não pela velocidade, que é apenas uma quantidade de movimento adicional.

Gostaria de destacar mais uma vez, a limitação local para a validade dos conceitos, o que não retira o mérito de Newton, pelo contrário, pois dentro do seu limite, o modelo de Newton é perfeito na descrição da realidade.

Newton contou que uma vez na rua em Cambridge, um estudante disse: “Lá vai o homem que escreveu um livro que nem ele nem mais ninguém entende.”

Em 1905 Einstein publicou suas reflexões sobre o tempo, o espaço, a massa e a energia. Nós vivemos reconhecidamente pela experiência, no mundo local de Einstein.

A física ensinada sempre está obsoleta.

Einstein já havia percebido pelas equações de Maxwell, que a luz é movimento, que a velocidade *c* é uma característica inerente, no sentido de *c* fazer parte sempre o movimento.

Não existe nunca luz em repouso em relação ao observador.

Nesta situação, apenas o espaço é percebido (ninguém consegue convidar um fóton para tomar um chá).

Se um observador viajasse na velocidade da luz, ele não mais veria luz alguma.

Einstein demonstrou, e antes dele Galileu, a equivalência que existe entre massa inercial e massa gravitacional.

A inércia é função de igualdade ou de identidade: como nenhum movimento local é privilegiado, eles têm que “negociar” os efeitos entre si quando se encontram.

O Universo, o todo, não persegue nenhum tipo de movimento, pois para ele todos são sempre um único repouso. O Universo permite a existência da massa por inércia, porque não existe nenhum padrão absoluto de estado.

De maneira geral, tudo acontece em função apenas do comportamento do espaço.

Observamos localmente que o ritmo do tempo diminui nas proximidades de grandes quantidades de matéria porque os deslocamentos locais são afetados por esse comportamento.

O princípio da simplicidade das leis da física leva à seguinte máxima: O Universo não é emperquitado.

O princípio de funcionamento da teoria da Relatividade, nunca será substituído em uma teoria mais poderosa da arquitetura do Universo. Apenas os conceitos clássicos, incluídos na Relatividade, é que deverão perder mais ainda as suas importâncias, como já ocorreu na história com vários conceitos que foram sendo substituídos por não explicarem satisfatoriamente as nossas observações.

Einstein, que nunca aceitou a mecânica quântica, escreveu: “Newton, perdoe-me, você encontrou o que na sua época era praticamente o único caminho possível para um homem com os mais elevados poderes de pensamento e criatividade. Os conceitos que você criou estão guiando nosso pensamento em física até hoje, embora saibamos agora que terão de ser substituídos por outros ainda mais afastados da esfera da experiência imediata, se pretendermos uma compreensão mais profunda das relações.”

George Gamow escreveu sobre a física quântica: “É como se uma pessoa pudesse tomar ou uma garrafa de cerveja ou cerveja nenhuma, mas fosse impedida por uma lei da natureza de tomar qualquer quantidade de cerveja entre zero e uma garrafa.” George exagerou na quantidade de cerveja, exatamente para ilustrar o assombro diante desse dogma quântico. Mas a explicação me parece ser bastante simples: Um conjunto, uma quantidade de moléculas é o que forma cerveja. Metade disso, não é cerveja.

Todos já vimos o acender de uma lâmpada. Quando uma luz é acesa, fótons são emitidos, da lâmpada, para uma viagem pelo espaço.

Para que a luz acenda, é preciso energia, que geralmente vem de uma usina hidrelétrica. Na usina hidrelétrica, a energia vem de uma queda d’água, e só existe porque existe um desnível de água. A água reservada mais acima, tem energia potencial, simplesmente porque está mais acima.

Não existe nenhum fluido, nenhuma substância, nem nada junto com a água que seja a energia. O fato da



água estar reservada mais acima, é a energia.

A energia então nada mais é, do que pura e simplesmente um fator geométrico do espaço. Água mais acima, mais energia. Água mais abaixo, menos energia.

Sabemos que um fóton pode decair em um elétron e um pósitron, sendo o elétron uma das menores partes da matéria. Sabemos que podemos obter fótons a partir de energia. Sabemos que podemos obter energia do espaço. E, sabemos que a matéria é um comportamento do espaço.

É possível obter-se fótons de um fator geométrico, do espaço. E podemos obter massa de um fator geométrico, do espaço.

Então, é preciso incluir mais alguém na física: O espaço.

---

## Mecânica: resumo

---

A Mecânica é a parte da física em que são analisados os movimentos.

A existência dos movimentos pode ser explicada pela inexistência de um único estado padrão absoluto de repouso. Como não existe um estado de repouso padrão absoluto, todo e qualquer movimento também é um repouso. Isso permite a existência dos movimentos.

### Mecânica clássica

É comum fazer uma divisão formal da mecânica em três grandes capítulos: a cinemática — estuda os movimentos independentemente das causas que os influenciam; a dinâmica — estuda os movimentos e as causas que os influenciam; a estática — estuda o equilíbrio dos corpos.

Os fundamentos da mecânica clássica são as leis de Isaac Newton.

### Primeira lei de Newton

Todo corpo sobre o qual não age nenhuma força resultante permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

A primeira lei de Newton também é chamada de lei da inércia: Todo corpo tende a manter seu estado de repouso ou de movimento retilíneo e uniforme, a menos que forças externas provoquem variação nesse movimento.

A massa inercial de um corpo, representa apenas uma reserva de movimento, que é o que todo corpo é. É por isso que um corpo em movimento inercial retilíneo e uniforme nunca pára, porque ele é esse tipo de movimento relativo representado por sua massa inercial. Toda vez que uma força é aplicada em um corpo, ocorre uma modificação na massa inercial desse corpo, sendo por isso que percebemos outro tipo de movimento realizado pelo corpo após a aplicação de uma força. A cada nova aplicação de força, nova alteração ocorre na massa inercial do corpo, que é o próprio corpo, e novo estado de movimento é percebido pelos observadores. Todo corpo é uma quantidade de movimento bem definida, que do espaço percebemos.

### Segunda lei de Newton

A aceleração que uma força provoca em um corpo é proporcional à força.

Um corpo A, de massa  $m$ , quando está sujeito à ação de uma força  $f$ , essa força  $f$  nele produz uma aceleração  $a$  de mesma direção e sentido que  $f$ , e de módulo dado pela relação  $f = ma$ .

A segunda lei de Newton responde a questão: O que ocorre quando um corpo está sob a ação de uma força resultante não nula?

Nessa situação, o corpo não pode estar nem em repouso, nem em movimento retilíneo uniforme, pois esse é o caso em que a resultante é nula.

Se não pode estar em repouso e nem com velocidade constante, o corpo só pode estar em aceleração. Como é essa aceleração? Do que depende?

A aceleração do corpo tem mesma direção e sentido da força resultante. Se a força resultante tiver valor constante, a aceleração também terá módulo constante. Do que depende o valor da aceleração?

Quando uma mesma força resultante é aplicada em diferentes corpos, a aceleração é maior no corpo que oferece menor oposição a esse movimento, isto é, naquele que tem menor inércia, e adquire aceleração menor o corpo que oferece maior oposição, isto é, que tem maior inércia. Então, para uma mesma força resultante, corpos de maior inércia adquirem menor aceleração, e vice-versa. Verifica-se experimentalmente que o valor da inércia de um corpo está diretamente relacionado à massa do corpo. Maior massa, maior inércia; menor massa, menor inércia.

A relação matemática entre essas três quantidades: força, massa e aceleração, a segunda lei de Newton, então é  $f = ma$ .

Mas por que uma força acelera uma quantidade de matéria, de modo exatamente proporcional? Por que quanto maior for a massa, menor é a aceleração de modo exatamente proporcional? Por que quanto maior for a força, maior é a aceleração de modo exatamente proporcional? Afinal, por que  $f = ma$ ? Qual é o significado físico dessa constante proporcionalidade?

A resposta a esta questão, que parece ser bastante difícil, e por isso mesmo a segunda lei de Newton simplesmente é aceita como um dogma, sem explicações, pode ser bastante simples.

É proporcionalmente mais difícil acelerar uma locomotiva do que um automóvel, devido as inércias dos corpos, devido as massas inerciais dos corpos, ou seja, suas quantidades de matéria ou reservas de movimento. Como pode ser a massa uma reserva de movimento?

Sabemos que toda massa tem o seu equivalente em energia, que a massa pode ser convertida em energia, e energia pode ser usada para realizar trabalho, através de uma força que produza deslocamento em outro corpo material, fazendo com que este entre em movimento. Assim, a massa de um corpo pode ser usada para pôr outro corpo em movimento, ou, a massa pode ser convertida em movimento, e a massa enquanto massa é uma quantidade de movimento reservada.

Uma força é uma interação mútua entre dois corpos. Se dois corpos são duas quantidades de movimento reservadas, e força é uma interação entre dois corpos, força é, então, uma transferência de movimento. Força é uma transferência de movimento, e sempre altera a quantidade de movimento reservado ou a massa inercial de um corpo, que é a responsável pelo seu estado de movimento, ou, não pode ser desvinculada dele.

Aceleração é apenas um tipo de movimento. Massas podem ser admitidas como sendo energia ou reservas de movimento, e força é sempre uma transferência de movimento, o que não deixa de ser um movimento. A exata proporcionalidade de  $f = ma$  vem, portanto, da mesma natureza dos três conceitos envolvidos.

Uma força quando aplicada em certa quantidade de matéria, acelera essa massa de modo exatamente proporcional porque os conceitos aceleração e massa apenas representam e são movimentos. Massa e aceleração são movimentos.

A perfeição da segunda lei de Newton vem do fato de  $f = ma$  relacionar três conceitos que parecem coisas diferentes, mas que revelam-se idênticos. Da simplicidade do fato de falar sempre a respeito de uma mesma coisa, provém toda a beleza e coesão da segunda lei de Newton.

A massa pode ser vista como sendo o espaço vibrando inercialmente. Assim como a luz pode ser vista como sendo o espaço vibrando inercialmente em uma direção, a massa pode ser vista como sendo o espaço vibrando de forma estacionária em relação ao observador.

Um corpo material não pode passar por uma aceleração de zero metros por segundo para, por exemplo, um milhão de metros por segundo em um segundo, mesmo quando temos força suficiente para isso, porque por ser apenas um tipo de movimento bem definido, o corpo material oferece resistência a outros tipos de movimento, e não suporta uma mudança muito drástica ou violenta em seu estado ou em si, sem ser destruído ou muito modificado.

Movimento é um conceito que só pode existir localmente, tem validade local, é relativo, e depende de limites. Isso despe a massa de significado para o Universo, para o todo. Para o Universo, a massa não existe.

### Terceira lei de Newton

A toda ação se opõe uma reação igual e contrária.

Quando dois corpos A e B interagem, a força  $f_1$  que B exerce sobre A é de mesmo módulo, mesma direção, e de sentido contrário ao da força  $f_2$  que A exerce sobre B.

A existência do par ação e reação, pode ser explicada pela inexistência no Universo de um movimento que seja o absoluto, ou que seja mais privilegiado, ou mais verdadeiro. Isso obriga a manifestação por igual de força em massas diferentes, em sentidos opostos no espaço.

A inexistência no Universo de um movimento privilegiado, iguala, deixa em mesma situação de importância todos os movimentos relativos e também a situação de repouso. É por isso que a força atua com mesmo módulo em sentidos contrários em dois corpos, pela total ausência da situação privilegiada, pela igual natureza de qualquer situação de movimento e da situação de repouso.

O Universo, o todo, não distingue movimento de repouso. Para o Universo, é como se tudo estivesse sempre em repouso, pois o todo não diferencia as regiões do espaço como nós fazemos, e as tem como sendo algo único, sem diferenças. Assim, o Universo, o todo, não procura criar movimentos novos, e nem procura perseguir ou destruir os que nós percebemos, mantendo-se neutro. Esta é uma razão pela qual é possível a nossa

existência.

A inexistência da situação privilegiada, a igualdade para o todo de qualquer situação de movimento e da situação de repouso, é que também permite a inércia, pois para o Universo é indiferente o espaço em repouso ou a matéria. As quantidades que encontramos e medimos estão sempre de acordo com as probabilidades estatísticas.

#### Princípios de conservação na mecânica clássica

Do ponto de vista da mecânica clássica, a cada uma das grandezas — massa, energia e quantidade de movimento — está associada a idéia de conservação. Assim, são enunciados três princípios de conservação que tentam explicar o fato de num sistema isolado a massa, a energia e quantidade de movimento se manterem constantes. Tendo um sistema isolado, formado por um projétil de massa  $m$  e velocidade  $v$  ao atingir um bloco de massa  $M$  apoiado num plano horizontal sem atrito, o projétil se incorpora ao bloco, que passa a se movimentar com velocidade  $v_1$ . A massa do sistema é sempre  $m + M$ . A quantidade de movimento do sistema é definida pela igualdade  $mv = (m + M)v_1$ . A energia antes do projétil atingir o bloco é a mesma que depois do projétil atingir o bloco, havendo apenas transferência e transformação.

A exata proporcionalidade sempre existente entre massas, velocidades, e quantidade de movimento, pode ser compreendida utilizando-se as explicações para as três leis de Newton encontradas acima. A origem desta proporcionalidade está na mesma natureza dos conceitos envolvidos em todo e qualquer fenômeno.

---

## Gravidade, uma explicação

---

Sempre é válido o princípio da relatividade de todo movimento. Todo e qualquer movimento é sempre apenas relativo. Nenhum referencial é privilegiado em relação a nenhum outro. Nenhum estado de movimento é privilegiado em relação a nenhum outro. Portanto, todos os estados de movimento podem ser considerados, e são, equivalentes.

Quando uma pena e um pedaço de chumbo são abandonados no espaço vazio distante de qualquer grande massa, apresentam igual movimento retilíneo e uniforme em relação a um referencial inercial qualquer. Também podemos admiti-los como estando perfeitamente em um igual repouso próprio.

Quando uma pena e um pedaço de chumbo são abandonados juntos perto de um planeta, apresentam igual movimento uniformemente variado em relação à superfície do planeta, e chegam exatamente juntos a superfície do planeta. Também durante toda esta situação podemos admiti-los como estando perfeitamente em um igual repouso próprio.

Estes três estados de movimento: movimento retilíneo uniforme, movimento uniformemente variado, e repouso; para a pena e o pedaço de chumbo abandonados livremente no espaço, não são situações diferentes, mas apenas parecem ser, aos observadores, pois nenhum estado de movimento pode ser privilegiado em relação a nenhum outro.

Para que estes três estados aparentemente diferentes sejam completamente equivalentes, o contínuo espaço-tempo pode ser admitido euclidiano, as retas da geometria de Euclides podem ser consideradas válidas, para movimento retilíneo uniforme, e repouso, mas o espaço-tempo não pode ser admitido euclidiano para movimento uniformemente variado, que exige, considerando-se válido o princípio da completa equivalência dos três estados de movimento, que o contínuo espaço-tempo seja admitido não-euclidiano, ou curvo, para este estado (mov). A geometria euclidiana, é apenas um caso especial, particular ou restrito, da chamada geometria não-euclidiana. Todas as retas apenas são um tipo especial de curvas: as retas são curvas que têm raios muito grandes. A geometria do espaço não é independente ou absoluta, mas depende do movimento. A métrica do espaço não tem uma existência própria ou absoluta, depende das massas, portanto depende do movimento.

O espaço pode ser admitido como em repouso em relação ao referencial para movimento retilíneo uniforme, e para repouso, mas exige, para a completa equivalência dos três estados de movimento, ser considerado como estando acelerado para movimento uniformemente variado. Deve-se admitir perfeitamente que o espaço apresenta portanto um movimento rotacional na situação gravitacional.

Um espaço totalmente sem movimento, não existe, porque não existe no Universo um estado único padrão

absoluto de repouso.

Por que quando soltamos uma maçã, ela cai ao chão?

A resposta geralmente é: porque a Terra a atrai.

O estudo dos fenômenos eletromagnéticos levou à conclusão de que não existe a ação direta à distância, não existe uma ação direta da Terra na maçã. Quando um ímã atrai um pedaço de ferro, o ímã não atua diretamente no ferro, sem que nada aconteça no espaço vazio entre eles, mas, concordando com Faraday, o ímã sempre tem, em torno de si, um espaço circundante chamado de campo magnético. Este campo magnético, apresenta movimento em relação ao ímã, e ao ferro, de modo que o ferro por ele envolto tende a mover-se em direção ao ímã, ou vice-versa dependendo do referencial.

Os efeitos da gravitação são observados da mesma maneira.

A ação da Terra na maçã, a força à distância segundo Newton, ocorre de maneira indireta. O espaço em torno da Terra, chamado de campo gravitacional, apresenta movimento em relação à Terra, e a maçã, e leva a maçã ao movimento de queda em relação à Terra. No caso da Lua, esse movimento relativo do espaço a mantém girando de modo acelerado, e, alternadamente, desacelerado, em relação à Terra.

Em espaço distante de qualquer grande massa, em relação a um referencial inercial qualquer, pontos materiais em repouso permanecem em repouso, e pontos em movimento permanecem em movimento retilíneo uniforme. Nesta situação, o espaço pode ser admitido euclidiano, e pode ser considerado localmente em repouso em relação ao referencial inercial.

Se o espaço em torno da Terra apenas se apresentasse não-euclidiano, ou curvo, porém em repouso em relação à Terra, os corpos em repouso situados nesse espaço, permaneceriam em repouso, e os corpos em movimento permaneceriam em movimento circular uniforme, em relação à Terra. Se o campo de forças gravitacional, como também é chamado o espaço circundante à Terra, estivesse em absoluto repouso em relação à Terra, os corpos em repouso situados nesse campo permaneceriam em repouso em relação à Terra, e os corpos em movimento apresentariam movimentos circulares uniformes em relação à Terra, sem apresentar nenhuma aceleração.

Se o espaço circundante à Terra estivesse em absoluto repouso em relação à Terra, o tempo nessa região seria homogêneo, ou de igual ritmo. Sendo o tempo uma medida de movimento, para que se possa admitir um tempo-curvo em relação à Terra, é necessário que o espaço apresente diferentes movimentos, em relação à Terra.

Corpos que se movimentam em relação à Terra pela ação exclusiva do seu campo gravitacional, demonstram uma aceleração que não depende nem do material e nem do estado físico do corpo. De acordo com a Segunda lei do movimento de Newton, força (transferência de movimento) é igual ao produto da massa inercial (quantidade de movimento reservada bem definida) e da aceleração (movimento bem definido). Por relacionar apenas movimento, é exata a proporcionalidade da Segunda lei de Newton.

Para a gravidade ou gravitação, a força aceleradora (transferência de movimento) é a força gravitacional, que é igual ao produto da massa gravitacional do corpo (que é a mesma quantidade de movimento reservada bem definida também chamada de massa inercial) pela intensidade do campo gravitacional (movimento bem definido).

Um pedaço de chumbo e uma pena caem (no vácuo) exatamente da mesma maneira, se deixados cair com igual velocidade inicial, chegando sempre juntos ao chão. Em um campo gravitacional, a aceleração é sempre a mesma, independentemente da natureza e do estado do corpo em queda livre. A relação entre massa gravitacional e massa inercial é igual para todo e qualquer corpo. A massa gravitacional e a massa inercial de um corpo são iguais porque são a mesma coisa (uma quantidade reservada bem definida de movimento).

Conforme as circunstâncias, a mesma “qualidade” do corpo, ora se manifesta como inércia (estado bem definido de movimento) ora como gravidade, “peso” (que é o mesmo estado bem definido de movimento, porém localizado em espaço que apresenta também outro movimento em relação ao referencial, em espaço que é campo gravitacional).

Um corpo que, em relação a um referencial inercial, apresenta um movimento retilíneo e uniforme, em relação a outro referencial acelerado, apresenta um movimento acelerado, e apresenta, geralmente, uma trajetória curvilínea. Esta aceleração, e esta curva, corresponde à influência que o movimento do campo gravitacional exerce na observação do movimento do corpo.

Mesmo que nada perceba o corpo em queda livre, afinal, é perfeitamente admissível para o corpo, considerar-se como estando sempre em repouso próprio, sem medir nenhuma mudança em sua massa inercial, em seu estado de movimento ou em si mesmo; observadores localizados na superfície da Terra medem um movimento acelerado apresentado pelo corpo em queda livre, porque todo o espaço vizinho ao corpo, o campo gravitacional, apresenta um movimento acelerado. Como este movimento acelerado não pode ser uma variação na velocidade em uma só direção, porque essa velocidade tenderia a infinito, o movimento acelerado é uma contínua mudança de direção, uma rotação uniforme em relação à Terra, e aos observadores nela localizados.

Quando um observador está sentado sobre um disco plano que gira, fora do centro, sente uma força que o empurra na direção radial para fora, força esta que interpreta como efeito de sua inércia, a força centrífuga, da contínua alteração na direção experimentada, pela rotação uniforme do disco.

Quando um observador está sobre a superfície de um planeta, sente uma força que o empurra na direção

radial para dentro, ou para baixo, força esta que interpreta como efeito da gravidade, a força gravitacional, da contínua alteração na direção experimentada, pela rotação uniforme do espaço circundante ao planeta, ou campo gravitacional.

Se, com uma régua, um observador pudesse medir primeiro um perímetro no campo gravitacional, e depois o diâmetro, e dividisse o primeiro resultado pelo segundo, de acordo com a Relatividade Especial, ele não encontraria por quociente o conhecido número pi, mas sim um número maior, enquanto que em um espaço longe de qualquer grande massa, esta operação dá exatamente o número pi como resultado.

A geometria euclidiana não é exatamente válida nos campos gravitacionais. O conceito de linha reta não é válido. No campo gravitacional, em torno das massas, é portanto o espaço, curvo. Mas o cálculo mostra que mesmo para massas do tamanho do Sol, a curvatura da geometria do espaço envolvente é mínima. Sem o movimento, como “saberia” o espaço que deve tornar-se curvo na presença de uma grande massa? Será que olharia o espaço para a massa, e diria: “Oh! Lá está uma grande massa! É hora de tornar-me curvo.” Como disse Feynman, com certeza não é essa a explicação para o mecanismo da gravitação. Admitir que o espaço é empurrado pela massa para apresentar um aspecto curvo, é admitir um movimento, pois um empurrão é uma força, uma imposição de movimento.

Uma curvatura em um espaço totalmente estático, não provocaria a queda gravitacional. Se tentamos encher uma bola com pequenos cubos, não observamos nenhum fenômeno gravitacional nisso. Apenas um movimento acelerado, a rotação do espaço, mantém válida a equivalência entre os três estados de movimento, para o caso de corpos abandonados livremente em qualquer região do espaço.

A chamada gravidade artificial obtida em uma estação, ou nave espacial, de um estado de movimento deste referencial que não necessita de nenhuma ação externa para ser mantido, de um movimento de rotação uniforme, não é diferente, portanto em princípio, da chamada gravidade natural encontrada nos planetas.

A queda:

O que é uma maçã?

Uma maçã é uma quantidade de movimento reservada.

Como pode ser uma maçã uma reserva de movimento?

Quando eu como uma maçã, converto pequeníssima parte da massa dessa maçã em energia, e tendo energia posso realizar trabalho, empurrando, puxando ou levantando uma cadeira por exemplo, fazendo com que esta entre em movimento. Um processo bem mais eficiente, poderia converter toda a massa da maçã em movimento. Assim, a maçã pode ser usada para pôr outro corpo em movimento, ou, a maçã pode ser convertida em movimento, e a maçã enquanto maçã é uma quantidade de movimento reservada.

Imaginemos que uma maçã é solta em queda livre de uma altura de 1000 m da superfície da Terra. Imaginemos que o ar não está presente para esta experiência.

Um observador bicho-da-maçã localizado no interior da maçã, depois que ela é solta, não sente, em nenhum momento, nenhuma força agindo na maçã. Também não mede o bicho, nenhuma mudança na massa inercial da maçã, ou no estado de movimento dela. Admite, então, corretamente, o bicho investigador, que a maçã está sempre em repouso durante esta experiência. Quando a maçã espatifa-se no solo, o bicho-da-maçã nada mais admite.

Na superfície da Terra, imaginemos que estão olhando esta queda da maçã, três observadores.

Galileu mede que, em relação à superfície da Terra, a distância percorrida pela maçã desde o momento em que ela é solta, é diretamente proporcional ao quadrado do tempo gasto ao percorrê-la. Diz Galileu: “Durante a queda da maçã, encontro que os espaços percorridos sempre estão entre si como os quadrados dos tempos.”

Galileu percebe claramente, que em cada intervalo do tempo de queda, a distância percorrida pela maçã é sempre igual a distância percorrida no intervalo anterior mais uma mesma medida constante, que é sempre igual para todos os intervalos.

Newton afirma que esse incremento constante na distância percorrida pela maçã em cada intervalo de tempo, só pode significar que uma força à distância está puxando a maçã para a Terra, acelerando-a. Essa força gravitacional ocorre porque segundo Newton, matéria atrai matéria na razão direta do produto das massas e inversa do quadrado da distância que as separa.

A matéria não tem por objetivo “atrair” outra matéria. Por ser uma quantidade bem definida de movimento, reservada em espaço relativamente estacionário, a matéria apresenta consigo outro movimento, chamado de campo gravitacional. Quando outra matéria entra em contato com este espaço em movimento relativo, apresenta um comportamento inercial aparentemente diferente em relação à matéria origem do campo gravitacional.

Disse Einstein: “Acredito que um campo gravitacional homogêneo é completamente equivalente a um referencial uniformemente acelerado. Não há experiência de qualquer espécie que possa distinguir movimento uniformemente acelerado de um campo gravitacional.”

Um corpo material rígido, um eixo de coordenadas cartesianas, a geometria euclidiana, são casos muito particulares, cuja principal característica, é a rigidez. O caso geral, a generalização, estaria num corpo material não-rígido, nas coordenadas gaussianas, e na geometria não-euclidiana.

Para saber se um corpo de referências, um referencial, é rígido ou não-rígido, é necessário que haja o movimento. Se nenhum ponto do corpo se desloca em relação aos demais pontos, o corpo é rígido. Se os pontos

do corpo se deslocam uns em relação aos outros, o corpo é não-rígido.

Para o caso geral, o contínuo espaço-tempo não é um contínuo euclidiano. O espaço não é rígido, não é estático, apresenta movimento.

A definição física do tempo como sendo uma medida padrão de deslocamento, é uma medida rígida, válida para referenciais rígidos, não é válida portanto, para o caso geral, não é válida para o Universo.

Também não faz sentido falar em uma “estrutura geométrica do Universo”, porque estrutura significa rigidez, e o caso geral não admitiria apenas uma particular rigidez. O Universo não teria uma estrutura geométrica.

---

## Referências bibliográficas

---

Capra, Fritjof. *O tao da física: um paralelo entre a física moderna e o misticismo oriental*. São Paulo: Cultrix, 1988.

Einstein, Albert; Infeld, L. *A Evolução da Física*. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

Feynman, Richard P. *The character of physical law*. Harmondsworth, Penguin, 1992.

Gribbin, John. *In Search of Schrödinger's Cat, Quantum Physics and Reality*. Nova York: Bantam Books, 1984.

Hawking, Stephen. *Uma breve história do tempo: do Big Bang aos buracos negros*. São Paulo: Círculo do Livro, 1989.

Newton, Isaac. *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*.

Weinberg, Steven. *The First Three Minutes*. Nova York: Basic Books, 1977.

---

*A vida é uma oportunidade.  
Busque a felicidade.*

---

**“Caso queira, deposite qualquer quantia no  
Banco Bradesco  
agência 370-0  
conta poupança 31.135-9  
e ajude o autor a continuar seu trabalho.  
Obrigado.”**

*Rodrigo Horst*

---

© 2000-2003 — Rodrigo Horst  
rhorst@fastlan.com.br

Versão para eBook  
eBooksBrasil.com

---

Março 2003