**Física em 12 Lições**, por **Richard P. Feynman**.

Anotações e Reflexões

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*“”* **Capítulo 6 – Espaço Curvo.**

Feynman apresenta a ideia de curvatura do espaço dando três exemplos de tipos distintos de espaço. Ele não aborda, ao menos diretamente, o problema do significado de uma distorção do espaço sobre o espaço, a ideia de que uma transformação qualquer de um espaço contínuo levaria sempre a um novo, mas indistinguível estado do espaço. Acontece que ele parece considerar a curvatura como algo que exige uma entidade externa ou extra. O conceito de curvatura intrínseca é o da manifestação da curvatura que é perceptível dentro da região restringida.

*Existe o modelo de curvatura do espaço que utiliza a ideia de uma malha. Mas essa malha dá a falsa impressão de que se consegue falar em curvatura sem falar em uma entidade que englobe o espaço distorcido, ele silenciosamente/sorrateiramente quebra a invariância intrínseca do espaço. Mas qual seria a natureza de tal malha? A verdade é que ela poderia ser uma dimensão extra ou um pônei azul-celeste.*

*Em todo caso, parece certo que ele não assume a possibilidade de uma curvatura do espaço sem que exista algo externo, sem que seja em relação a algo a que o espaço esteja relacionado ou em que esteja imerso.*

*Acho que é verdadeiro e importante notar que essas distorções são das medições realizadas por esses seres presos. Se a casca fosse um espaço distorcido dentro do espaço não faria qualquer diferença, já que o espaço é contínuo. O que pode ser distorcido ou restringido é a relação de um corpo com o espaço, ou a relação dos instrumentos de medidas com algum outro atributo desconhecido.*

*“Ele só consegue mover-se no plano, e não tem como saber que existe alguma forma de descobrir um “mundo externo”.”*

*Sim, agora eu percebo não apenas o conceito de curvatura intrínseca mas também que é possível perceber intrinsecamente a existência de uma curvatura. O inseto pode desenvolver sua geometria em pequena escala e, usando instrumentos, descobrir que ao tentar construir um retângulo, acaba construindo um triângulo. Mas isso só lhe mostrará que existe uma dimensão superior, na qual está limitado de alguma forma específica. Não significa que triângulos tenham 270° internos, mas sim que seus poderes de construção são limitados. É o que ocorre conosco na superfície da Terra, se desconsideramos sua curvatura (o que, na verdade, é o mais fácil de fazer). Restritos na sua superfície, se tentarmos desenhar um retângulo com régua e esquadro, desenharemos o que parecerá um triângulo, do ponto de vista de voltarmos ao mesmo vértice ou voltarmos com ângulos de 90° duas vezes. É possível que a natureza da distorção das medidas espaciais sejam outra coisa que não uma dimensão espacial extra, mas é preciso que seja algo. De toda forma, o que causa a curvatura intrínseca é a incapacidade do indivíduo de usar apropriadamente as ferramentas que desenvolveu num espaço local quase não distorcido. Não se trata, na verdade, de uma distorção do espaço, mas sim da distorção da relação da posição de um objeto com outra entidade, que pode ser outra dimensão espacial, o tempo ou qualquer coisa que interfira sobre a medição. Trata-se de um problema de conhecimento, pois o espaço continua contínuo e inalterável. Se tenta, é claro, falar de propriedades adicionais do espaço, mas essa malha, equivalente ao éter, precisa ser outra coisa que não o espaço, que se relaciona com ele.*

*Feynman diz que não se conseguiu medir diretamente a distorção do nosso espaço tridimensional, mas que Einstein conseguiu demonstrá-la através da gravitação. Parece-me estranho tudo isso. Para que ocorra uma distorção das construções geométricas é preciso que o espaço tridimensional esteja distorcido em relação a outra entidade. Se estivermos falando do tempo, não faz sentido esperar um problema com o uso de régua e esquadro, que são estáticos. O que Einstein deve ter descoberto é uma distorção do espaço em relação ao tempo. Em primeiro lugar, precisamos procurar distorções na construção de sólidos, e não de polígonos, já que temos liberdade em três dimensões. Para que se conseguisse ver uma distorção estática de um sólido seria preciso que nossos instrumentos de medida... não consigo pensar qual seria a curvatura intrínseca nesse caso. Se a distorção for em relação ao tempo, poderemos falar em curvatura de trajetórias... agora começa a fazer sentido... o tempo parece uma dimensão espacial que não vemos...se nosso espaço está limitado de forma especial pelo tempo, faz sentido que as trajetórias, nossas construções geométricas, fiquem curvadas. Mas é importante notar aqui, que, a despeito da tentação, o tempo se mostra como algo de outra natureza. Esse efeito de distorção poderia ser causado por qualquer outra entidade, não apenas o tempo. Parece tentador, mas enganadora a ideia de que o tempo seja uma dimensão espacial extra. Talvez essa coisa que estejamos chamando de tempo não seja o tempo realmente, mas uma dimensão extra que tem certa relação com o tempo e que acaba se confundindo com ele.*

*Você estava esquecendo da matéria. Einstein coloca a matéria como a causa da curvatura do espaço. Mas será que talvez a matéria seja, na verdade, a curvatura do espaço? Se a gravidade é explicada somente em função da massa, e a massa é definida em termos de velocidade, pareceria esse o caso.*

*Mas agora vem uma outra questão importante? Como desenhamos linhas retas e ângulos retos em um mundo qualquer? Todos parecem assumir que é possível construir essas réguas e esquadros euclidianos e depois acusar a curvatura do espaço ao aplicá-los para fazer desenhos maiores.*

*Digamos que conseguimos construir um conjunto de régua e esquadro que se adequa muito bem a certa localidade do mundo. Podemos então começar a traçar uma linha reta, que deverá ser a aresta de um quadrado. Damos o primeiro traço com a extensão da régua – o esquadro ainda não foi necessário. Para continuarmos é preciso garantir que o próximo traço faz um ângulo de 90 graus com a normal com o primeiro traçado. Na verdade, à primeira vista, parece ser justo utilizar ainda a régua, e apenas continuar com o traçado inicial, alinhando a régua com a régua anterior, mas isso não garante realmente que o próximo traço está na mesma direção que o primeiro, e isso deve ser garantido. Então procedamos da outra forma mais trabalhosa, a cada instante desenhando com o esquadro a linha normal. Parece então não haver qualquer problema fundamental aqui, será possível desenhar a linha supostamente reta, que está realmente curvada num mundo de casca esférica. Em qualquer ponto dela, será possível tomar uma linha com um ângulo de 90 graus euclidianos. Isso vai acabar levando a um fracasso em se desenhar um quadrado euclidiano maior que as dimensões dos instrumentos. Mas para mim fica ainda mais claro que essa curvatura intrínseca, que pode ser discriminada e quantificada de várias formas, trata-se de uma distorção das capacidades de desenhos do desenhista. O mundo precisa ser maior que sua percepção, e ele precisa existir nesse mundo maior, mesmo que não perceba diretamente(analisar o que seria esse diretamente!), e sua relação com esse mundo precisa ser limitada em uma região multidimensional, no sentido de conter mais dimensões do que ele pode se deslocar livremente(a questão da distorção/curvatura, ao menos a puramente espacial, é meramente uma questão da relação entre o número de dimensões e o grau de liberdade do desenhista, e não uma questão de distorção do espaço em relação ao espaço no qual os objetos estão inseridos/relacionados. Uma contorção de um espaço em relação a outro dá sempre no mesmo estado/configuração). Se, entretanto, a entidade adicional tem natureza distinta do espaço, seja qual for, podemos falar de uma distorção realmente significativa – que só é intrínseca se englobarmos essa outra entidade.*

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“Se um pedaço de aço ou de sal, constituído de átomos uns junto aos outros, pode ter propriedades tão interessantes; se a água... É possível que aquela “’coisa” que anda para lá e para cá diante de você, conversando com você, seja uma grande massa desses átomos em um arranjo tão complexo que confunda a imaginação...” **Pág. 50, 1 – Átomos em Movimento**

Aparentemente sempre atraído mais pela estética de seus raciocínios do que pela lógica deles, desinteressado pela epistemologia de seus argumentos, Feynman deixa de examinar o problema da “mudança de natureza” das coisas. Ele dá exemplos de sistemas que tem sua complexidade aumentada a partir da simples soma de elementos simples, como o sal e a água, mas sem observar que em todos os níveis de combinação, as propriedades desses materiais são os mesmos de seus elementos. Os átomos possuem massa, carga e gravitação, todos atributos que são descritos como derivadas da posição em relação ao tempo em alguma ordem. O sal e a água tem massa, carga e gravitação. Os seres humanos, bem como os demais seres vivos, possuem consciência, comtemplam a existência e natureza das cores e sons, sendo que nenhuma dessas coisas parece possuir as propriedades de carga, gravitação e massa. Como Ernst Mach observou, sensações parecem só poder ser nomeadas, não descritas; e o que observamos dela não parece a mesma coisa que chamamos de carga ou massa. Como então a combinação de átomos pode dar origem a atributos que eles mesmos não possuem? É preciso que a consciência, as cores e os sons já existam para que possam se relacionar mecanicamente com tal mundo atômico.

“se apontássemos a mais poderosa de todas as hipóteses, que nos faz avançar cada vez mais na tentativa de entender a vida, seria a de que todas as coisas se constituem de átomos e que todas as ações dos seres vivos podem ser compreendidas em termos do zigue-zague e da agitação dos átomos.” **Pág. 83, 3 – A relação da física com outras ciências**

Aqui vejo o salto materialista de se considerar que a quantidade equivale a qualidade. Isso, isso! Essa é uma boa forma de expor o abismo que normalmente os materialistas geralmente não notam ou fingem não notar. O materialismo consiste em afirmar que a mecânica, ou seja, o movimento, explicam a existência de toda existência e mudança observada no universo. Mas não notam que isso implica dizer que qualidade é igual a quantidade, que, a partir de certo número de elementos repetidos e de certa complexidade de sua organização, coisas de natureza nova surgem, como consciência, sons e cores.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“... tentamos gradualmente analisas todas as coisas, reunir coisas que à primeira vista parecem diferentes, na esperança de sermos capazes de reduzir o número de coisas diferentes e, assim, compreendê-las melhor.” Pág. 53, Física Básica.

É certo que, como já explorei em outro momento, a ciência teve a miragem de que as coisas estavam se simplificando, a matemática simples junto a alguns poucos princípios físicos, coisa de contar nos dedos, parecia descrever o mundo em toda sua complexidade. Porém, a linguagem matemática, ao tentar acompanhar a complexidade das experiências, ao tentar realizar as descrições físicas, acaba se diversificando de maneira incontrolável. O sonho de unificação pode ser possível, mas já no momento só temos nos distanciado mais desse sonho. Mas esse sonho é ingênuo, já que a Ciência não visa simplificação, mas sim o conhecimento. Se as coisas são muitas, que sejam, se são poucas, pouco importa.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“*se o campo de gravidade também tiver uma correspondência na mecânica quântica(uma teoria da gravitação quântica está por ser elaborada), haverá uma partícula, um gráviton, que terá massa zero.*” **Pág. 70, 2 – Física Básica**

Ao saber de algumas das teorias metafísicas dos gregos antigos, achei estranho e até ridículas algumas tentativas de reduzir o mundo a um composto de elementos como água, terra, fogo e ar. Mas agora percebo que esse movimento se repete na física moderna. Se comtempla a existência desses quatro elementos, percebe-se suas relações, e, diante da incapacidade de uma explicação em termos mais elementares e evidentes, dizer que o mundo é feito deles, é dizer que a água que vemos é feita de áquatons, que o fogo é feito de fógotons e assim por diante – trata-se de uma espécie de rendição velada. Sugerir que a gravidade é composta por grávitons é ensaiar uma rendição. O conceito de qualquer partícula é a declaração de que não se nega o fenômeno mas se desiste de explica-lo – a partícula é definida como aquilo cuja natureza e mecanismo intrínseco, se existe, é desconhecido, mas que implica nos fenômenos que não aceitamos negar. Agora parecem-me menos ridículas as tentativas dos gregos.

Pode-se retrucar perguntando qual seria o outro tipo de explicação: bem, seria aquele em termos de outras coisas cuja existência percebemos diretamente, como a aritmética ou simetria, por exemplo. Se percebemos a existência de algo e criamos um princípio em torno dele, talvez possamos encontrar outras coisas que percebemos como consequência desse princípio. Se tal coisa é possível é outra questão, mas o processo é essencialmente diferente de apenas nomear nossa ignorância com um nome bonito e maliciosamente morfologicamente relacionado ao nome do fenômeno ou coisa que queremos explicar.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“... *não é possível prever exatamente o que acontecerá em qualquer circunstância.*”

“Não, não há “engrenagens” internas que ainda não examinamos detidamente;”

Aqui Feynman repudia o princípio de causalidade, que norteava o pensamento científico desde suas origens. E o faz de maneira religiosa, afirmando a não existência através da ausência de evidências, sem nem mesmo examinar a problemática em se fazer isso.

“O fato é que a mesma coisa não acontece, que só podemos encontrar um média, estatisticamente, do que acontece.”

**Pág. 63, 2.3 – Física Quântica**

É tentado pensar que através da Lei das Probabilidades reencontramos a causalidade, mas isso só seria verdade se houvesse um mecanismo interno que, dado um mesmo estado, levaria sempre a um mesmo resultado exclusivo. Mas Feynman rejeita a ideia de tal mecanismo.

Dessa forma, Feynman rejeita a invariância temporal das leis físicas, ou seja, diz que não há leis físicas. A Lei das Probabilidades, na verdade, diz que não há leis, pois ela nada garante sobre o futuro de um experimento. A única lei temporal diz que há apenas uma lei temporal, que não há outras. As coisas simplesmente acontecem. Não faz sentido dizer que tal distribuição de resultados aconteceu – se falamos da existência de uma causa, voltaremos para a causalidade, que foi rejeitada em primeiro lugar.

Esse ponto de vista também elimina a necessidade de discussão da invariância espacial das leis físicas (que Feynman já havia posto em cheque), já que elas não existiriam.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“ ... um ou outro filósofo afirmou que é fundamental para o trabalho científico que, se uma experiência for realizada, digamos, em Estocolmo, e repetida em, digamos, Quito, deverão ocorrer os mesmos resultados. Trata-se de uma falsidade.”

Aqui ele lembra que a simetria das leis do universo no espaço e no tempo, sua invariância, são apenas uma premissa alimentada pela experiência, mas que não deixa de ser premissa e, portanto, é um produto da busca pelo conhecimento e não uma base dessa busca. Mas isso nos traz para a seguinte questão, se existem leis que variam de lugar para lugar, o conjunto dessas leis seria uma lei invariável. Se elas variam também de instante para instante, não seriam leis, ao menos não físicas, pois a física é o conhecimento da ordem temporal das coisas. De toda forma, concordo com Feynman, no sentido de que a ciência não pode ter outro compromisso a não ser a verdade, não importa qual seja. Agora parece bem verdade que a variância espacial e temporal das leis físicas parece soterrar as esperanças de qualquer conhecimento, se Antístenes já não o tivesse feito ao demonstrar a inutilidade de qualquer argumentação.

**Pág. 64, 2.3 – Física Quântica**

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“... a relação incrível entre matemática e física. (A matemática não é uma ciência de nosso ponto de vista, no sentido de que não é uma ciência natural. O teste de sua validade não é a experiência.)” **Pág. 74, 3 – A relação da física com outras ciências**

“...O princípio da ciência, quase sua definição, é: O teste de todo conhecimento é a experiência. A experiência é o único juiz da “verdade” científica)” **Pág. 34, 1 – Átomos em movimento**

À primeira vista, tive impressão de que tal afirmação se aproximava muito da ideia de que “A prova do Sol e o Sol.” Mas a concepção de experiência de Feynman é mais rebuscada do que a simples contemplação da existência e natureza de uma entidade.

“Observação, razão e experiência constituem o que denominamos método científico.” **Pág. 54, 2 – Física Básica**

Aqui fica claro que não, experiência não seria a observação ou contemplação direta de uma entidade, mas sim nossa interação com o mundo físico. Ciência então, idealmente, trata-se de observar passivamente, pensar sobre o que foi observado, e finalmente confrontar os pensamentos com nossa interação com o mundo – se existe correspondência, nossos pensamentos estão certos na medida dessa correspondência. À primeira vista, parece simples e poderoso, um verdadeiro tesouro descoberto. Não se trata apenas de afirmar a veracidade de pensamentos que se tem. Na verdade, encontra-se as mais variadas complicações nesse processo. Mas o principal aqui é entender e questionar a segregação da matemática do campo da ciência.

Ocorre que é preciso dizer que o pensamento não constitui uma observação do universo para dizer que a matemática não recorre inicialmente a observação, e não faz sentido fazer isso, a menos não a princípio. Assim como na física, a matemática abstrai a existência de certas entidades das sensações, a noção de quantidades vem da observação, bem como de todas as relações entre elas – ambas intuem a existência de um mundo externo e independente das sensações, o mundo matemático e o mundo físico. Ambas traçam da observação pensamentos gerais a respeito desses supostos mundos. E é através do pensamento que o matemático faz suas demonstrações, experimentando suas premissas. Quando chega a uma conclusão, ele pode sim confrontá-la com mais pensamentos, mais experiências. Se em geral os matemáticos desprezam testar a não primalidade de um número par a mais, após terem demonstrado que nenhum par é primo, é uma questão de disposição. Que a experiência física trata de algo que vai além do pensamento, não há provas de que vá além outro pensamento.

Um problema adicional é a questão da impossibilidade de observar sem interferir/experimentar e de usar a razão sem experimentar.

A concepção de Feynman sobre matemática é que consiste apenas em observação e razão, mas não percebe que ambos são experimentação, pois a observação, na verdade, através das sensações, é tudo de que dispomos.

Não é realmente preciso dizer que o experimento, enquanto evento físico externo, no melhor dos casos, precisa ser percebido e interpretado, e que em tal experimento, em primeiro lugar, deve-se acreditar.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“... a parte mais profunda da química teórica tem de acabar na mecânica quântica.” **Pág. 74, 3 – A relação da física com outras ciências**

Ainda que eu mesmo esteja inclinado a dizer que a química é redutível a física, já que, por definição, a física é o conhecimento (busca) da ordem temporal das coisas, enxergo aqui mais um exemplo de postura fanática de Feynman. Seria errado dizer que é uma postura religiosa, pois a postura mais geral da religião é de conformismo com a limitação da razão humana, não de arrogância.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“Não há questão histórica sendo estudada na física no presente momento. Não temos uma questão: “Eis as leis da física, como foi que evoluíram?” Não imaginamos, no momento, que as leis da física estejam de algum modo mudando com o tempo, que no passado foram diferentes do que são no presente. Claro que podem ser e, no momento em que descobriremos que são, a questão histórica da física será pesquisada com o restante da história do universo e os físicos estarão falando dos mesmos problemas de astrônomos, geólogos e biólogos.” **Pág. 89, 3 – A relação da física com outras ciências**

Observemos que o problema histórico das outras ciências é tratado considerando, implícita ou explicitamente, que as leis físicas são constantes no tempo. Vem quase de imediato a ideia de que não faz sentido realmente falar em leis físicas variáveis com o tempo – se variam, não são leis. Mas vejamos que, ainda que variem, podem ter certa constância, fundamental ou prática, em certo período. A física estuda justamente como as coisas variam com o tempo. Se existem leis atemporais sobre essa variação, essas leis são matemáticas, enquanto matemática é o conhecimento das coisas eternas ou atemporais, como geometria, aritmética e lógica. A física, nesse sentido, é uma parte da matemática que considera as verdades atemporais sobre a forma como a mudança ocorre. Mas essa verdade pode ser que não existe regra fixa para a mudança, que a mudança existe de forma ilimitada, sem qualquer forma de restrição – essa seria a única lei física, e uma das leis matemáticas. Ocorre que, parece óbvio, se não existe lei física atemporal, todo estudo é inútil. Se acabamos acertando, é sem qualquer contribuição da razão, pois as coisas não mudam com uma razão. Mesmo que observássemos algum padrão físico temporária, ele poderia mudar a qualquer instante, pois não há lei matemática para a física. Existe essa confusão então no que busca a física. A física não busca necessariamente verdades atemporais, e, se encontra alguma, esta é uma lei matemática. O físico busca o conhecimento temporal; nem mesmo se trata de causalidade a princípio. Apenas temos intuído que existem leis matemáticas sobre a física.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“Trata-se de uma ideia extremamente abstrata, por ser um princípio matemático; diz que há uma grandeza numérica que não se altera quando algo acontece. Não é a descrição de um mecanismo ou de algo concreto; é apenas um fato estranho de que podemos calcular certo número e, quando terminamos de observar a natureza em suas peripécias e calculamos o número de novo, ele é o mesmo.**” Pág. 91, 4 – A Conservação da energia**

Aqui encontro mais uma vez a deturpação da ideia de matemática e uma concepção muito ingênua da própria ciência – Feynman fala de coisas concretas e de coisas abstratas, mas não explica em que consistem esses seus conceitos. Sendo um sistema de representação da complexidade de outros sistemas, não faz sentido falar em princípio matemático, pois a matemática apenas representa outras coisas. O princípio de conservação de energia é físico, pois se refere a uma entidade ou relação entre entidades físicas. Feynman pode querer apenas dizer que se trata de um princípio acerca da relação quantitativa entre entidades físicas, a dizer, objetos, espaço e tempo – se com numérico ele quer dizer quantitativo, tudo bem, mas ainda é um mau uso do termo. Também dizer que é extremamente abstrata tem relação com a crença na ideia de que a matemática tem uma natureza diferente da do mundo físico – mas Feynman não deixa explícita qual é sua concepção sobre o assunto.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“O aspecto mais notável a ser abstraído é que não há cubos.”

“A conservação da energia só poderá ser compreendida se tivermos a fórmula para todas as suas formas.”

**Pág. 93, 4 – A Conservação da energia**

A analogia dos cubos é realmente muito boa. Partindo da ideia da existência de uma entidade indestrutível, Feynman nos mostra como, a partir de sua relação com diversos outros sistemas, é possível descobrir o atributo de quantidade dessa entidade de maneira indireta e então descobrir sua indestrutibilidade. Na verdade, não se trata necessariamente da quantidade dessa entidade, mas sim de algum atributo seu. Na sua visão, energia é um nome para um atributo físico, mas não se tem ideia se esse atributo está relacionado a alguma outra entidade do universo em particular ou se é um atributo do universo como um todo.

No momento em que ele afirma que “não há cubos”, no caso da conservação de energia, ele, na minha visão, se precipita, da mesma forma que quando afirma que não existe mecanismo interno nas partículas conhecidas que explique causalmente o seu comportamento probabilístico.

Mas ele mais a frente assume que a física atual simplesmente ignora o que seja energia, ou seja, a causa dessa conservação.

É interessante que ele diz que nem mesmo se entende o porque das diferentes fórmulas para se encontrar esse número. Só se sabe que, na descrição de cada fenômeno, se encontra alguma fórmula cujo valor é constante e que se integramos diferentes sistemas, se somamos os valores de suas fórmulas o valor é sempre o mesmo, ainda que as fórmulas sejam diferentes e se baseiem em atributos de natureza aparentemente diferentes.

Em relação a segunda afirmação transcrita, não vejo relação óbvia entre o conhecimento de todas as fórmulas e o conhecimento da natureza e das relações dessa suposta entidade chamada energia. Nem mesmo há motivos para acreditar que exista uma entidade específica responsável por essa constância – pode se tratar de um complicado mecanismo do universo, ou mesmo não haver qualquer razão, o que se percebe é que, em cada sistema que observamos, sempre encontramos uma fórmula com os parâmetros que descobrimos, que se somada a outras, nos leva a um número constante em determinadas circunstâncias. A forma dessas fórmulas e a relação entre elas não é compreendida.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“Essa ideia de que a Lua “cai” é um tanto desconcertante porque, como você vê, ela não chega mais perto. A ideia é interessante o suficiente para merecer uma explicação adicional: a Luz cai no sentido de que se afasta da linha reta, que percorreria se não houvesse forças.” **Pág. 114, 5 – A teoria da gravitação**

O que acho desconcertante é a usual falta de noção epistemológica nas exposições de Feynman. O problema em dizer que a Luz cai vem só do conflito entre duas definições distintas no mesmo termo. Originalmente se diz que cair é se aproximar de um objeto verticalmente. Não se trata, como Feynman diz, de uma explicação adicional, mas sim de uma redefinição do termo.

Outro ponto interessante é que transparece aqui a noção de que forças são entidades causadoras do movimento de queda, e não a pura descrição/representação numérica da queda. O próprio Einstein disse que via o conceito de força como algo puramente fictício.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

“É que cada objeto no universo atrai todos os outros objetos com uma força que, para dois corpos quaisquer, é proporcional à massa de cada um e varia inversamente com o quadrado da distância entre eles. Essa afirmação pode ser matematicamente expressa pela equação:

Se acrescentarmos o fato de que um objeto responde a uma força acelerando na mesma direção e sentido, com uma intensidade que é inversamente proporcional à massa do objeto, teremos dito todo o necessário, pois um matemático com talento suficiente conseguiria então deduzir todas as consequências desses dois princípios.

” **Pág. 110, 5 – A teoria da gravitação**

Aqui fica ainda mais clara a interpretação de que a força é mais do que a descrição da aceleração de uma massa, de que a força existe independente da massa e da aceleração e que é numericamente igual tanto a esse produto quanto a fórmula especial em termos do inverso do quadrado da distância.

Para mim, trata-se simplesmente de uma interpretação imatura ou, no mínimo, precipitada, pois não há razão para supor essa existência independente. Tudo o que se diz do conceito de força é exatamente a pura descrição do movimento, nada mais. Feynman trata o termo força como se fosse um mecanismo desvendado da aceleração, quando, na verdade, é o nome para a crença na existência de um mecanismo do qual apenas se conheceria certos efeitos.

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------