

diálogos com a

GERAÇÃO Z

fronteiras educação

Ano 5 | #04 | 2014

A TEORIA DE TUDO



“Se chegarmos a descobrir uma teoria completa, com o tempo esta deveria ser compreensível para todos e não só para os cientistas. Então, todo mundo poderia discutir sobre a existência do ser humano e do Universo.”

Stephen Hawking

O SONHO DA TEORIA FINAL

A procura pelas leis finais da Natureza é certamente uma das maiores aventuras intelectuais já empreendidas pela humanidade. Por meio da Ciência, em especial da Física, esta procura se alimenta do sonho de um dia podermos estabelecer uma teoria final que contenha, de forma unificada, todo o conjunto das leis físicas mais fundamentais. Esta *teoria unificada*, ou *Teoria de Tudo*, seria completa e consistente em sua ilimitada validade.

Este sonho inspira de forma profunda a pesquisa, teórica e experimental, relacionada ao estudo das partículas mais elementares que conhecemos. Certamente ainda não chegamos a esta Teoria de Tudo, e nem sequer sabemos quanto tempo ainda será necessário para finalmente a encontrarmos. Mas, para muitos cientistas, alguns de seus contornos e formas já podem ser vislumbrados a partir do nosso atual conhecimento da Natureza.

Entretanto, a busca por uma teoria final não teve início somente no século passado, após o advento dos dois pilares da Física Moderna: a Mecânica Quântica, teoria que rege os fenômenos em escalas microscópicas, e a Relatividade Geral, teoria que trata de fenômenos em escalas cósmicas e que forma a base do nosso atual entendimento da evolução do universo.

Ao considerarmos a tentativa de explicar todos os fenômenos naturais em termos de seus constituintes mais fundamentais como uma característica inerente à busca de uma teoria final, verificamos que este processo já estava em curso entre os filósofos pré-socráticos da escola de Mileto, cerca de 2.600 anos atrás. Embora mais qualitativas na interpretação dos fenômenos naturais, as ideias filosóficas que se seguiram nos legaram o conceito de *átomo*, que sobreviveria ao declínio da [Escolástica](#) e se estabeleceria com o surgimento da modernidade científica.

É por esta época que o raciocínio científico de caráter mais quantitativo se estabelece e presenciamos a primeira unificação a partir do que conhecemos por *Teoria Física*, após Newton unificar as forças que governavam os fenômenos terrestres e celestes. No século XIX, veríamos Maxwell mostrar que a luz era uma onda eletromagnética e, a partir de suas equações, unificar as ciências do magnetismo e da eletricidade. O desenvolvimento das teorias de campo proporcionaria, no século XX, o surgimento de uma teoria unificada para as interações eletromagnética e fraca, e a tentativa da união destas últimas com a interação forte por meio das chamadas *teorias de grande unificação*. E o sonho da unificação final de todas as interações fundamentais continua mais vivo do que nunca, como veremos neste fascículo.

#escolástica

Método de pensamento crítico dominante no ensino nas universidades medievais europeias no período de 1100 a 1500. Como método de aprendizagem, a escolástica nasceu nas escolas cristãs para conciliar a fé cristã com um sistema de pensamento racional, especialmente o da filosofia grega.

O VOO DE ÍCARO

Presos no labirinto, antes habitado pelo terrível Minotauro, Dédalo e Ícaro constroem asas com penas de gaivota e cera do mel de abelhas para escapar do lugar. Sua invenção é bem-sucedida, mas Dédalo, pai de Ícaro, o alerta sobre os perigos do voo: se estiver perto demais do mar, as asas poderão ficar muito pesadas, e, se voar alto demais, poderá ter a cera derretida pelo calor do sol. Durante o trajeto de fuga, entretanto, Ícaro se encanta e não segue os conselhos de seu pai: ao voar muito alto, suas asas derretem e o jovem despenca nas águas do mar.

A mitologia grega nos legou histórias que registram as singularidades da natureza do ser humano. Por exemplo, sobre o desejo que temos de vencer obstáculos e fazer descobertas. Os cientistas vivem constantemente os papéis de Dédalo e Ícaro em sua busca de compreender as leis que regem o universo e transformá-las em avanços tecnológicos. O sonho de voar, por exemplo, é uma constante na história humana e apenas recentemente se tornou uma realidade. Foi preciso que muitos tentassem, descobrissem como funcionam as leis da Natureza e as forças que operam no mundo, para que os seres humanos pudessem criar suas próprias asas.

O planeta Terra não foi território suficiente para os voos da Ciência. Foi preciso conquistar o espaço, estudar o sistema solar e se lançar ao desconhecido universo. A totalidade desta estrutura universal foi chamada pelos gregos de “cosmos” e dela se ocupam cientistas interessados em descobrir desde sua origem até suas leis. Hoje, sondas e telescópios, como o famoso Hubble, alcançam lugares onde nossos corpos ainda não podem chegar.

MERGULHO NO COSMOS

Um jovem decide sair de seu lar espacial para voar não rumo ao Sol, mas às profundezas do universo e desafiar o terrível poder do buraco negro. Com esta premissa, **Brian Greene** retoma a história da mitologia grega no livro *Ícaro à beira do tempo*, explorando uma das mais fascinantes ideias de **Albert Einstein**.

Os primeiros conceitos sobre buraco negro são anteriores a Einstein, mas foi a partir de sua Teoria Geral da Relatividade que ele pôde ser melhor descrito. O desafio deste jovem do espaço é enfrentar um lugar capaz de absorver tudo, inclusive a luz, e, por essa razão, é chamado de “negro”.

O buraco negro se forma a partir de uma **supernova**. Devido a fatores específicos, a força da gravidade em uma estrela age de forma descontrolada e suga toda a matéria para o seu núcleo. A rapidez com que isso ocorre provoca a explosão da estrela, e no centro emerge um buraco negro.

Greene procurou aproximar o mundo da Ciência aos pensamentos mais atuais sobre o cosmos. Seu livro transformou-se em filme, com trilha sonora composta por **Philip Glass** e narração do ator LeVar Burton.

Há um elemento de fascinação na Ciência, que nos instiga e impressiona. Quando nos aproximamos das novidades, inovações e descobertas, modificamos nossa forma de pensar a realidade e o mundo que nos cerca. Transformamos a Ciência em obras de literatura, cinema, teatro, pintura, histórias em quadrinhos, moda... Os avanços tecnológicos saem dos centros de pesquisa e laboratórios para adentrar em nosso cotidiano, seja em um tecido mais resistente que surgiu na famosa **NASA** ou em inovações tecnológicas na comunicação (computadores, *tablets*, celulares etc.).

É hora de embarcarmos em uma viagem por este mundo cheio de números, imagens de lugares distantes, teorias sobre o mundo microscópico, sobre as forças que regem o universo, o tempo, o espaço, a matéria e a energia! Será o homem capaz de um dia compreender tudo isso em termos de uma Teoria de Tudo?

#Brian Greene (1963)

Físico teórico norte-americano, um dos mais destacados especialistas em Cosmologia e Física de Partículas na atualidade. Conferencista do *Fronteiras do Pensamento* no ano de 2014.

#Albert Einstein (1879-1955)

Físico teórico alemão, posteriormente radicado nos Estados Unidos, é tido como o principal cientista da Física Moderna.

#supernova

Nome dado aos corpos celestes surgidos após as explosões de estrelas com mais de 10 massas solares, que produzem objetos extremamente brilhantes, os quais declinam até se tornarem invisíveis, passadas algumas semanas ou meses.

#Philip Glass (1937)

Compositor norte-americano, um dos mais importantes músicos eruditos contemporâneos, é um ícone do minimalismo. Conferencista do *Fronteiras do Pensamento* no ano de 2008.

#NASA

A Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço é um órgão do governo dos Estados Unidos voltado para a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologia aeroespacial.

A EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA

A Ciência nem sempre foi como nós a conhecemos hoje. Nas culturas antigas, as diversas áreas do conhecimento eram interligadas, e a separação entre conhecimento religioso, moral, estético e científico em muitos casos não existia. A especialização, ou seja, a divisão em áreas e disciplinas, é uma característica da história moderna da humanidade.

Mas a Natureza sempre foi o maior campo de exploração para o desenvolvimento científico. O pensamento matemático e as antigas formulações aritméticas foram encontrados em tábuas de argila da Mesopotâmia (um dos berços da civilização), através de *abstrações* realizadas a partir da observação dos planetas e estrelas no céu, a chamada astronomia, que na época não se separava da astrologia.

O pensamento abstrato é a base para a evolução da Ciência e da Cultura. A partir da observação e de experimentos, são encontrados padrões (como a sequência numérica), modelos (como o teorema de Pitágoras) e leis (como a lei da gravitação universal). A relação entre os elementos concretos e abstratos é a propulsão do desenvolvimento tecnológico. No século V a.C., os gregos puderam aperfeiçoar as primeiras máquinas da Antiguidade se utilizando das descobertas e dos avanços no campo abstrato da Matemática, da Física e da Engenharia.

Esta via de mão dupla, observação da Natureza, formulação de hipóteses, teorias e conceitos, por um lado, e realização de testes e experimentos, por outro, nos legaram desde a manipulação de metais até a tecnologia digital de computadores e celulares.

Ao perceber que metais leves (agulhas) com a ponta magnetizada apontavam sempre para a mesma direção (o norte geográfico), os chineses criaram a bússola, um dos mais importantes inventos da humanidade, especialmente no campo da navegação.

Uma das missões da Ciência contemporânea é, de certa forma, um retorno às origens: unificar os estudos e as especializações na busca de uma descrição que dê conta de tudo aquilo que existe.

A TEORIA DE TUDO

Ao observar a História da Ciência, encontramos em diferentes momentos a tentativa de estabelecer uma Teoria de Tudo.

GRÉCIA ANTIGA

Tales de Mileto, no século VI a.C., acreditava que a origem oculta de tudo, a *physis*, era a água. Por trás do aparente caos da Natureza, ela existiria como unidade essencial. Posteriormente, Anaxímenes defendeu ser o ar, e não a água, a origem de todas as coisas. Em outra escola grega, um século mais tarde, Demócrito e Leucipo ensinavam que toda a matéria é composta por partículas bem pequeninas chamadas de “átomo”.

SÉCULO XIX

Por meio do trabalho de **James Clerk Maxwell** foi possível unificar eletricidade, magnetismo e óptica. Ele constatou que a luz era uma onda composta por campos elétricos e magnéticos que oscilavam ao longo do tempo.

Pensadores e cientistas se debruçam sobre ideias, cálculos, observações e experimentos, recorrem à pesquisa e à imaginação para tentar encontrar algo que possa explicar a Natureza de forma simples, a partir de poucos elementos (unificados). Entretanto, alcançar esse “simples” não é uma tarefa fácil, e muitos passos ainda precisam ser dados nesse sentido.

#Tales de Mileto (624 a.C.-546 a.C.)

Filósofo, matemático, engenheiro, homem de negócios e astrônomo da Grécia Antiga. O primeiro filósofo ocidental de que se tem notícia.

SÉCULO XVII

Isaac Newton iniciou a busca moderna por estabelecer uma teoria final de descrição da Natureza. Suas leis de movimento e a lei da gravitação universal permitiram compreender e descrever fenômenos que se estendiam da órbita de planetas e luas ao comportamento das marés. O cientista unificou, portanto, a Física terrestre e celeste.

SÉCULO XX

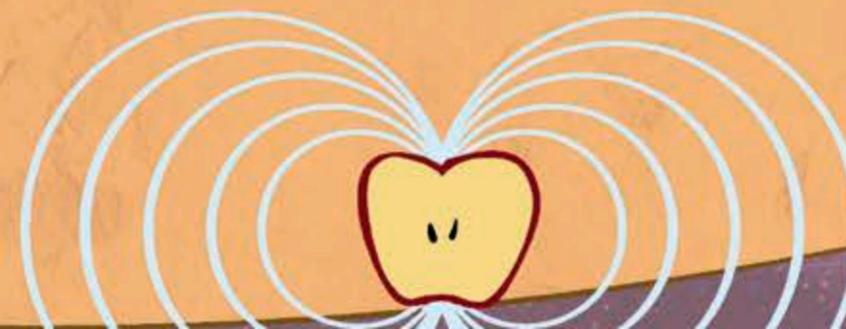
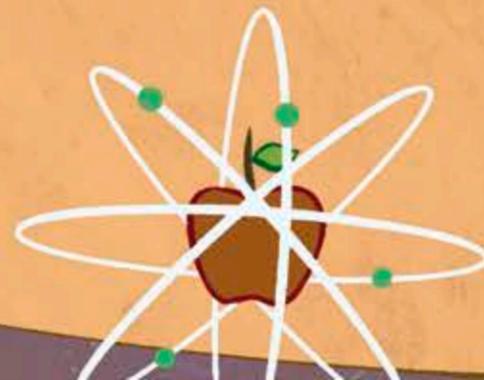
Albert Einstein acreditava ser possível formular a Teoria de Tudo ao unir a Relatividade Geral e o Eletromagnetismo. Além desta busca de unificação, que não foi bem-sucedida, havia ainda outra questão: a Mecânica Quântica também divergia de suas outras teorias. Seria preciso, portanto, a elaboração de uma teoria unificada que abrangesse todos os pilares da Física Moderna.

#Isaac Newton (1643-1727)

Cientista inglês, reconhecido como físico e matemático, embora tenha sido também astrônomo, alquimista, filósofo natural e teólogo.

#James Clerk Maxwell (1831-1879)

Físico e matemático inglês, conhecido por ter dado forma final à teoria moderna do eletromagnetismo.



EXTRA! EXTRA! EXTRA!

O que seria da Ciência sem a divulgação científica?

O mundo das invenções, descobertas e inovações pode estar muito distante de nós. Os computadores, hoje facilmente encontrados em nossas casas, já foram algo restrito e inacessível a quem não participasse das pesquisas tecnológicas. Todavia, já era de conhecimento do público leigo a sua existência, e isso se deve ao trabalho de divulgação científica. Por meio de jornais, revistas, livros, programas televisivos, filmes e mídias eletrônicas, o mundo muitas vezes complexo da Ciência chega até nós.

Carl Sagan foi um dos grandes divulgadores, sendo seu trabalho de maior destaque a série *Cosmos*. Em 13 horas de sons e imagens, o programa permitiu o acesso a muitos conceitos, teorias e pesquisas antes obscuros para o grande público. O livro homônimo é, até hoje, a obra de divulgação científica mais vendida. Sagan, como a maioria dos divulgadores, foi um cientista muito atuante, um dos pioneiros a estudar o efeito estufa em escala planetária.

No Brasil, a divulgação científica pela mídia impressa teve o médico e jornalista José Reis como seu maior ícone. Ele manteve por 55 anos uma coluna de divulgação científica no jornal *Folha de S. Paulo*. Outro importante nome da divulgação científica em nosso país é **Roberto de Andrade Martins**, autor do livro *O Universo: teorias sobre sua origem e evolução*.

#Roberto de Andrade Martins (1950)
Físico, filósofo, historiador da Ciência e escritor brasileiro, é conhecido por suas pesquisas relativas aos fundamentos, história e filosofia da Física teórica e experimental e da Astronomia.

#Stephen Hawking (1942)
Professor, escritor, físico teórico e cosmólogo inglês.

#George Gamow (1904-1968)
Físico e divulgador científico norte-americano, nascido na Ucrânia.

#Fred Hoyle (1915-2001)
Astrônomo inglês e escritor de ficção científica.

#Georges Lemaître (1894-1966)
Padre, astrônomo e físico belga. Baseada na Teoria da Relatividade de Albert Einstein, sua hipótese estipulava que todo o universo estava comprimido em um “ovo cósmico” que, ao expandir, deu origem aos diversos elementos, estrelas, planetas e sistemas.

#Steven Weinberg (1933)
Físico e escritor norte-americano, recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1979.

#Carl Sagan (1934-1996)
Astrônomo, cosmólogo, astrofísico, astrobiólogo, escritor e divulgador científico norte-americano.

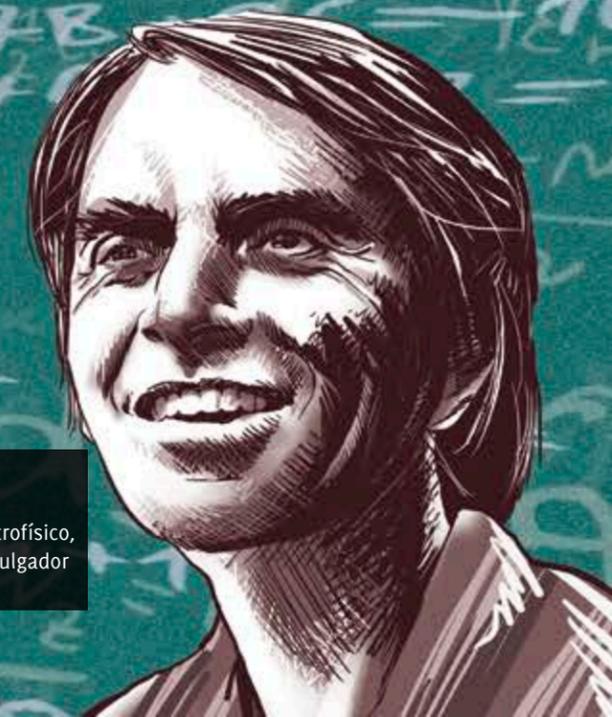
PAPO SÉRIO

A divulgação científica é feita com variados níveis de complexidade. Se, por um lado, temos programas televisivos para toda a família, por outro, há publicações teóricas complexas.

Stephen Hawking foi responsável por criar uma linguagem acessível para fenômenos como os buracos negros e o *big bang*. O pensamento científico é abstrato, pois muitas vezes baseia-se em longos e intrincados cálculos matemáticos e pressupostos de difícil tradução para a compreensão leiga. Portanto, mesmo em publicações mais populares, como *Uma breve história do tempo* ou *O universo numa casca de noz*, há momentos que exigem alto nível de abstração do leitor para a compreensão dos conceitos e teorias abordados.

Georges Lemaître foi o primeiro a propor uma teoria cosmológica sobre a possibilidade do nosso universo ter se formado a partir de uma explosão e permanecer em constante expansão, a qual chamou de “hipótese do átomo primordial”. Posteriormente, **George Gamow** desenvolveu a teoria do *big bang* com elementos teóricos mais próximos dos atuais. O nome da teoria é creditado a **Fred Hoyle**, que, curiosamente, não era defensor do pensamento de expansão do universo e defendia a “teoria do estado estacionário”.

Steven Weinberg foi um dos principais responsáveis por popularizar a teoria do *big bang*, que se tornou tão próxima do público não especializado a ponto de dar nome a uma bem-sucedida série de comédia na televisão mundial. Em seu livro *Os primeiros três minutos* consta a narrativa mais difundida sobre esta teoria. Weinberg, citado como “o ilustre físico teórico vivo no mundo hoje” pela Sociedade Filosófica Americana, contribuiu também para popularizar a teoria da Física de partículas e a da teoria unificada.



A MÚSICA DE UMA CORDA SÓ



A matemática está presente desde os primórdios da humanidade. Quantidades, proporções, contagens, cálculos e geometria fazem parte de nossa história. Com a evolução do pensamento, formas mais elaboradas e raciocínios mais abstratos começam a surgir. **Euclides de Alexandria**, em 300 a.C., transformou a matemática em uma ciência complexa e estabeleceu suas bases (com plena força até, pelo menos, o início do século XX). Seu legado está registrado na obra *Elementos*, que traz conteúdos de álgebra, aritmética e, em especial, geometria.

Em uma parte da obra intitulada “Os fenômenos”, o pensador utiliza a geometria esférica como forma de auxiliar o trabalho dos astrônomos. A relação entre matemática e Ciência se intensifica com o passar do tempo, pois, assim como Euclides propôs pensar o funcionamento dos astros por meio da geometria, outras formas de raciocínio abstrato poderiam ser a chave do entendimento de fenômenos químicos e físicos.

Por vezes, a Ciência se vale da observação e da experimentação para seu desenvolvimento. Conta-se que **Pitágoras**, ao observar o som das marteladas produzidas na oficina de um ferreiro, percebeu que havia certa harmonia sonora. Então esticou uma corda e passou a experimentar as possibilidades harmônicas que ela oferecia. Fez 12 marcas na corda e observou o comportamento sonoro que ela produzia pressionando diferentes marcas. A 6ª marca, que dividia a corda em duas partes iguais, por exemplo, produzia o mesmo som da corda, mas com uma diferença de altura: uma 8ª mais alta (com o som mais “fino”).

Seu instrumento de uma corda só foi chamado “monocórdio” e serviu de base para os estudos das frações, influenciando a evolução da música, que, para Pitágoras, era parte dos estudos da matemática. Esta foi a primeira experiência científica de que se tem registro e na qual um dispositivo é criado para a investigação de um fenômeno de forma artificial.

#Euclides de Alexandria (360 a.C.-295 a.C.)

Um dos primeiros geômetras e um dos mais importantes matemáticos de todos os tempos.

#Pitágoras (571 a.C.-495 a.C.)

Filósofo e matemático grego. Pitágoras e os pitagóricos investigaram as relações matemáticas e descobriram vários fundamentos da Física e da Matemática.

ATIRANDO NO ESCURO

O que acontece quando, diferentemente do que fez Pitágoras e outros cientistas nos séculos seguintes, não se consegue observar um fenômeno que se pretende investigar? Os pesquisadores, então, recorrem a um recurso largamente utilizado na história da humanidade e que está na base da Física teórica e na busca por uma Teoria de Tudo: o raciocínio abstrato.

A Matemática é a essência da investigação nestes casos. Em constante evolução, ela precisou encontrar diversas saídas para avançar à frente de seus limites. Um momento marcante foi a criação do número imaginário “i”. Ele foi assim chamado por **René Descartes**, pois dentro dos conjuntos numéricos existentes (números naturais, inteiros, racionais e reais) ele não poderia “existir”, mas apenas ser imaginado. Todavia, ele foi a base para a evolução da matemática, e sua validade possibilitou o surgimento de um novo sistema: o conjunto dos números complexos.

Apesar da realidade comprovada de “i”, a imaginação permaneceu fundamental para a evolução da Ciência, que se utiliza de pensamentos ainda não comprovados, mas prováveis, chamados “hipóteses”. Einstein chegou inclusive a afirmar que “a imaginação é mais importante que o conhecimento”.

A Teoria das Supercordas segue a mesma trilha de seus precursores. Parte de uma instigante hipótese, que extrapola a “realidade comprovada” e busca caminhos especulativos a partir da Matemática e da Física teórica. O que inviabiliza testar a realidade da teoria é seu baixo nível de descrição. A tecnologia atual não permite a observação de fenômenos tão microscópicos para a comprovação das hipóteses formuladas para esta grande candidata a ser a definitiva Teoria de Tudo.

Portanto, a Ciência ainda precisará atirar no escuro para continuar com seus avanços, mas não sem precisão, pois os números, cálculos e operações continuam à disposição dos cientistas, que se valem do mundo abstrato para fazer novas descobertas na realidade concreta.



#René Descartes (1596-1650)

Filósofo, físico e matemático francês. Considerado um dos pensadores mais importantes e influentes da História do Pensamento Ocidental.

VISLUMBRANDO O INVISÍVEL

Existem muito mais coisas no mundo do que somos capazes de ver. Às vezes, até mesmo aquelas que estão mais perto de nós são invisíveis aos nossos olhos. Um exemplo são as plantas: quando olhamos para uma árvore a alguns metros de distância, não enxergamos os contornos de suas folhas nem os insetos que vivem em seus galhos – é preciso chegar mais perto para repararmos nesses detalhes.

O mesmo vale para o nosso corpo e para todos os objetos ao nosso redor. Pequenos organismos, como bactérias e vírus, estão por toda a parte, e até algo tão simples quanto uma folha de papel apresenta diversas “sujeiras” e irregularidades em sua superfície, invisíveis ao olho humano.

Mas mesmo coisas tão pequenas têm uma grande influência em nossa vida. Basta pensar no poder devastador de uma gripe, ou na capacidade dos reatores nucleares de gerar energia a partir de um punhado de átomos de [urânio](#). Por isso, um dos desafios da Ciência é compreender o que acontece nessas dimensões tão pequenas, inventando apetrechos como as lentes de aumento e o microscópio.

Ao longo dos séculos, inúmeras teorias da Física buscaram explicar as menores unidades de matéria existentes, que se combinam como pixels na tela de um computador para formar todas as coisas que vemos no mundo. Os cientistas utilizam o termo “mundo microscópico” para se referir às coisas que não somos capazes de enxergar a olho nu, mas cuja existência pode ser comprovada. A teoria mais aceita para explicar o funcionamento desse mundo é a Mecânica Quântica.

ÁTOMO

Imagine se sua casa fosse toda feita de Lego. Se desmontássemos ela por horas, teríamos uma infinidade de peças avulsas. Por muitos anos, acreditou-se que, se dividíssemos qualquer objeto real inúmeras vezes, as últimas peças indivisíveis que encontraríamos seriam os átomos – o equivalente da Física às peças de Lego. Para termos uma ideia de como seriam pequenas essas pecinhas, basta lembrar que o corpo humano possui aproximadamente 7.000.000.000.000.000.000.000.000 átomos (traduzindo: 7 octilhões de átomos). Mas hoje sabemos que até mesmo o átomo é composto por partículas ainda menores!

#urânio

Elemento químico utilizado para gerar reações em usinas de energia nuclear.

ONDE REINA A INCERTEZA

Se já é difícil enxergar as pequenas unidades da matéria, imagine estudá-las! As pesquisas realizadas até o início do século XX não eram capazes de explicar o que acontecia no [nível atômico](#), e os cientistas precisaram elaborar uma nova teoria. Essa foi a origem da *Mecânica Quântica*.

Um dos princípios mais importantes da Mecânica Quântica é o chamado *princípio de incerteza*, apresentado por [Werner Heisenberg](#). Em termos gerais, ele diz que, ao contrário do que ocorre na mecânica de Newton, não podemos medir a posição e a velocidade de uma partícula no mesmo instante. Além disso, mesmo que façamos todas as medições que sejam possíveis num certo momento, tudo o que poderemos prever serão apenas probabilidades acerca dos resultados dos experimentos em instantes futuros.

Mas a evolução do conhecimento científico se parece com uma estrada cheia de pregos na pista: quanto mais avançamos, mais problemas surgem, e é preciso parar em determinados pontos para resolvê-los. Com a Mecânica Quântica não foi diferente.

Para entender o impasse que surgiu entre os físicos, imagine que você está explicando para uma criança que a água é utilizada para apagar o fogo. Você demonstra isso atirando um balde de água sobre uma fogueira, que se extingue na mesma hora. Mas então um amigo seu entra na conversa e diz que consegue acender uma fogueira dentro de uma piscina.

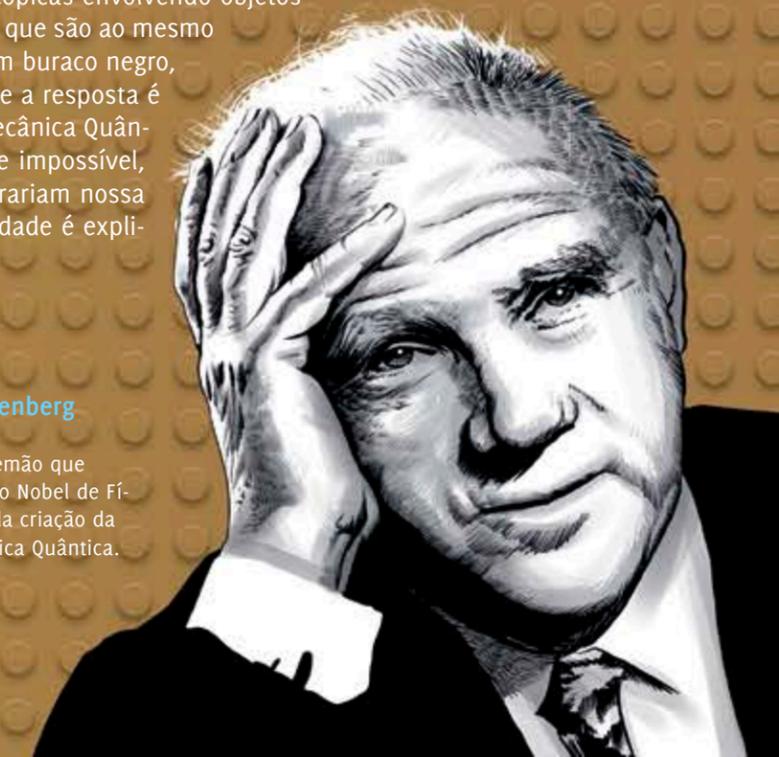
Sabemos muito bem que não é assim que as coisas funcionam: a água apaga o fogo, e não apenas em algumas situações. Mas foi algo parecido com isso que aconteceu no mundo da Física quando a Mecânica Quântica passou a ser utilizada para analisar os objetos pequenos. Embora muitos dos seus resultados não possam ser entendidos por meio da nossa intuição do dia a dia, ela passou por todos os testes experimentais e se tornou a base de todo o nosso entendimento da matéria e suas interações. Portanto, muito provavelmente, uma teoria final preservaria boa parte da estrutura da Mecânica Quântica. A teoria reina absoluta no domínio do muito pequeno, enquanto a Relatividade Geral, elaborada por Albert Einstein, explica com precisão fenômenos em escalas macroscópicas envolvendo objetos com massas muito grandes. Porém, em sistemas onde temos objetos que são ao mesmo tempo muito massivos e muito pequenos, como por exemplo em um buraco negro, poderíamos recorrer simultaneamente às duas teorias? Infelizmente a resposta é negativa, pois os resultados teóricos obtidos ao combinarmos a Mecânica Quântica e a Relatividade Geral beiram a catástrofe. É algo que parece impossível, mas a Física moderna está cheia de impasses e regras que contrariam nossa intuição. Por isso, um dos grandes desafios científicos da atualidade é explicar como essas duas teorias podem existir ao mesmo tempo.

#nível atômico

Região da matéria, também designada como nível microscópico, formada por massa com um ou mais níveis de energia. Se utilizarmos um microscópio para ampliar a imagem de um objeto até chegarmos a, no máximo, mil daquelas “peças de Lego”, estaremos observando o que os cientistas chamam de “nível atômico”.

#Werner Heisenberg (1901-1976)

Físico teórico alemão que recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1932 pela criação da teoria da Mecânica Quântica.



FORA DENTRO DO ATÔMO

Por muito tempo, acreditou-se que o átomo era a menor unidade de matéria existente. Era como se ele fosse uma pecinha avulsa de Lego retirada de uma grande estrutura. No entanto, cerca de 100 anos atrás, os físicos descobriram que até mesmo aquelas pecinhas eram compostas por partes menores: as partículas. As primeiras a serem descobertas foram o próton, o nêutron e o elétron.

O átomo está organizado da seguinte maneira: em seu centro estão os prótons e os nêutrons, e ao redor deste núcleo giram os elétrons, que são muito menores. O movimento dos elétrons se parece com aquele que os planetas realizam em torno do Sol – só que, nesse caso, o “Sol” é o aglomerado de prótons e nêutrons. O número de prótons é o que faz com que os **elementos químicos** sejam diferentes uns dos outros. Elementos “leves” têm uma quantidade pequena de prótons, enquanto elementos “pesados” apresentam um número mais elevado deles. É como se a quantidade de prótons de um átomo representasse o número daquelas parpezinhas arredondadas de encaixe que uma peça de Lego possui.

Existem 91 elementos que podem ser encontrados na Natureza, e outros 21 que já foram criados artificialmente em laboratório. Em 1869, o químico russo Dmitri Mendeleev criou a **tabela periódica**. Ela permitiu que os cientistas previssem as características de determinados elementos antes mesmo de eles serem descobertos, e nos deu uma visão mais clara das peças que compõem toda a matéria existente.

Massas atômicas em parênteses são aquelas do isótopo mais estável ou comum

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122
123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158
159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176
177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194
195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212

AS PARTÍCULAS ELEMENTARES

O átomo é algo muito, muito pequeno. Os prótons e os nêutrons são ainda menores – afinal, são só uma parte do átomo. Mas o elétron é ainda menor, com menos de um milésimo da massa dos seus “colegas de átomo”.

Há um motivo para isso: na verdade, os prótons e os nêutrons também são formados por partes ainda menores! Enquanto o elétron não é formado por nenhuma outra partícula, ou seja, *não pode de jeito* nenhum ser dividido em partes menores, os prótons e nêutrons são compostos por partículas menores: os *quarks*.

As partículas elementares são a menor parte de tudo o que existe. É como se pegássemos aquela pecinha de Lego que comparamos ao átomo, derretêssemos ela e tirássemos a menor gota de plástico possível. Essa gota seria uma partícula elementar.

Existem ainda outras partículas elementares. Todas elas interagem entre si a velocidades altíssimas, próximas à velocidade da luz, gerando todos os acontecimentos que vemos no mundo: uma onda que bate contra um rochedo, um avião voando, a luz das estrelas. Há quatro tipos básicos de interações, as chamadas interações elementares. São elas: a gravidade, as forças nucleares forte e fraca e a força eletromagnética.

Tudo o que existe no mundo é resultado de quatro tipos de interações que ocorrem entre um punhado de partículas existentes. É difícil acreditar nisso, de tão incrível. E é desse fato que surge um dos grandes dilemas da Física moderna: quando os cientistas estudam os átomos, a melhor ferramenta é a Mecânica Quântica. Quando estudam coisas imensas, como planetas e estrelas, as soluções são fornecidas pela Teoria da Relatividade – aquela criada por Albert Einstein.

Logo, estudar um sistema de partículas microscópicas que tivessem massas comparadas à de planetas seria como se jogássemos uma partida de futebol onde valessem as regras de campo e de futsal ao mesmo tempo. Parece impossível, mas não há dúvidas de que a bola está rolando, e o desafio dos físicos de hoje em dia é entender como isso poderia acontecer.

#elementos químicos

É o nome atribuído a diferentes tipos de átomo, de acordo com o número de prótons.

#tabela periódica

Esquema que organiza os átomos conhecidos de acordo com suas propriedades, ordenados pelo número de prótons existentes em seus núcleos.

AS FORÇAS QUE MOVEM O MUNDO

Os cientistas sabem que todos os fenômenos observáveis na Natureza são regidos por quatro interações fundamentais que ocorrem entre as partículas. Cada uma delas tem características particulares, e algumas são mais fortes que outras.

FORÇA GRAVITACIONAL

É aquela que os cientistas conhecem há mais tempo. A Física já estuda a força da gravidade há centenas de anos, e Albert Einstein aprimorou nossos conhecimentos a respeito dela com a Teoria da Relatividade Geral. É a mais fraca das quatro interações, mas é também, junto com a força eletromagnética, a de maior alcance (ou seja, que consegue afetar objetos muito distantes de sua origem). A existência de força gravitacional depende apenas da presença de objetos massivos: qualquer objeto assim emite uma força gravitacional proporcional à sua massa. No entanto, na maior parte dos casos, essa força é tão pequena que não percebemos seu efeito. É por isso que costumamos falar em força gravitacional apenas quando tratamos de planetas, cometas, estrelas e outros corpos gigantes. No entanto, até mesmo esse fuscículo que você tem em mãos exerce um nível de força gravitacional, assim como o seu próprio corpo. Falaremos mais sobre essa interação quando discutirmos o “mundo macro”.

FORÇA ELETROMAGNÉTICA

Perdendo em intensidade apenas para a interação forte, reúne as forças elétricas e magnéticas, além da eletrostática. É verificada na interação entre **partículas carregadas**, e é bem mais forte do que a força gravitacional. A força eletrodinâmica está muito presente em nosso dia a dia: sua manifestação por meio da eletricidade garante o funcionamento dos aparelhos eletrônicos que possuímos em casa, e o fenômeno eletromagnético é o que faz com que ímãs fiquem presos às nossas geladeiras. Sua transmissão, em termos de partículas, se dá a partir dos **fótons**.

FORÇA NUCLEAR FORTE

A mais potente de todas as interações é a que mantém prótons e nêutrons unidos no núcleo dos átomos. A sua existência justifica o fato de os átomos se manterem quase sempre intactos na Natureza, pois ela impede os prótons de se repelirem (por terem a mesma carga elétrica) e destruírem o átomo. Em outras palavras, a força nuclear forte faz com que o átomo seja praticamente indivisível, embora saibamos que ele é composto por diversas partículas menores. Se não fosse pela existência dessa interação, os elementos que compõem o nosso universo não teriam se formado.

FORÇA NUCLEAR FRACA

Apesar do que o nome sugere, a força nuclear fraca não é a menos potente das interações: ela é imensamente superior à força gravitacional. É responsável por alguns fenômenos que ocorrem no núcleo atômico – onde estão os prótons e os nêutrons. A Teoria Eletrofraca propõe que a interação nuclear fraca e a interação eletromagnética são, na verdade, duas manifestações distintas de um mesmo fenômeno.

ESFORÇOS DE UNIFICAÇÃO

A partir das proposições apresentadas na Teoria Eletrofraca, que foi proposta pela primeira vez em 1963 pelo físico norte-americano Sheldon Glashow, e de posteriores testes de laboratório, os cientistas conseguiram reunir as interações nuclear fraca e eletromagnética em um mesmo modelo, chamado de **força eletrofraca**, reduzindo assim para três o número de interações conhecidas. Desde então, muitos físicos concentram seus esforços na elaboração de uma Teoria dos Campos Unificados, que seja capaz de apresentar um conjunto de regras que explique o funcionamento de todas as interações conhecidas e a existência de todas as partículas. Os desafios da Física moderna têm sempre um mesmo objetivo: explicar todos os fenômenos do universo com o menor número de regras possível.

#partículas carregadas

São todas aquelas partículas que possuem uma carga elétrica que pode ser convertida em energia.

GRANDES E DISTANTES

Muitas descobertas recentes da Física se aplicam ao nível atômico. Em parte, isso acontece porque alguns dos instrumentos que utilizamos para ver o “mundo micro” são construídos a partir de tecnologias que só foram inventadas nas últimas décadas, como o **microscópio eletrônico**. Essas limitações faziam com que várias proposições a respeito da Física referente aos átomos não pudessem ser comprovadas, o que vem mudando nas últimas décadas.

Por mais contraditório que pareça, o mesmo vale para a Astrofísica, que se dedica ao “mundo macro”: é a parte da disciplina que estuda os movimentos, a origem e a composição dos planetas, cometas, estrelas, galáxias, buracos negros e outras coisas que nem sempre podemos observar com facilidade, ou porque são grandes demais ou porque estão longe demais.

A Astrofísica surgiu a partir da observação do céu, que remonta às origens da humanidade. Ao longo dos séculos, percebendo que o céu noturno nunca era o mesmo do dia anterior e que alguns dos corpos celestes se movimentavam de maneira cíclica, diversos povos se dedicaram a estudar a **mecânica celeste**, um interesse que foi verificado em lugares tão distantes como entre os maias, na América Central, e os habitantes da China antiga.

Esses estudos também serviram para impulsionar o avanço da matemática, já que, devido à sua distância da Terra, a única maneira de compreender e prever os movimentos dos astros era através da observação prolongada e da realização de cálculos.

#microscópio eletrônico

Inventado em 1931, é um microscópio com potencial de aumento superior ao dos tradicionais. Ele não trabalha com a luz, como outros microscópios, mas sim com feixes de fótons.

#mecânica celeste

É como se chama a parte da Física que estuda o movimento dos corpos celestes (planetas, estrelas etc.).

O PODER DA GRAVIDADE

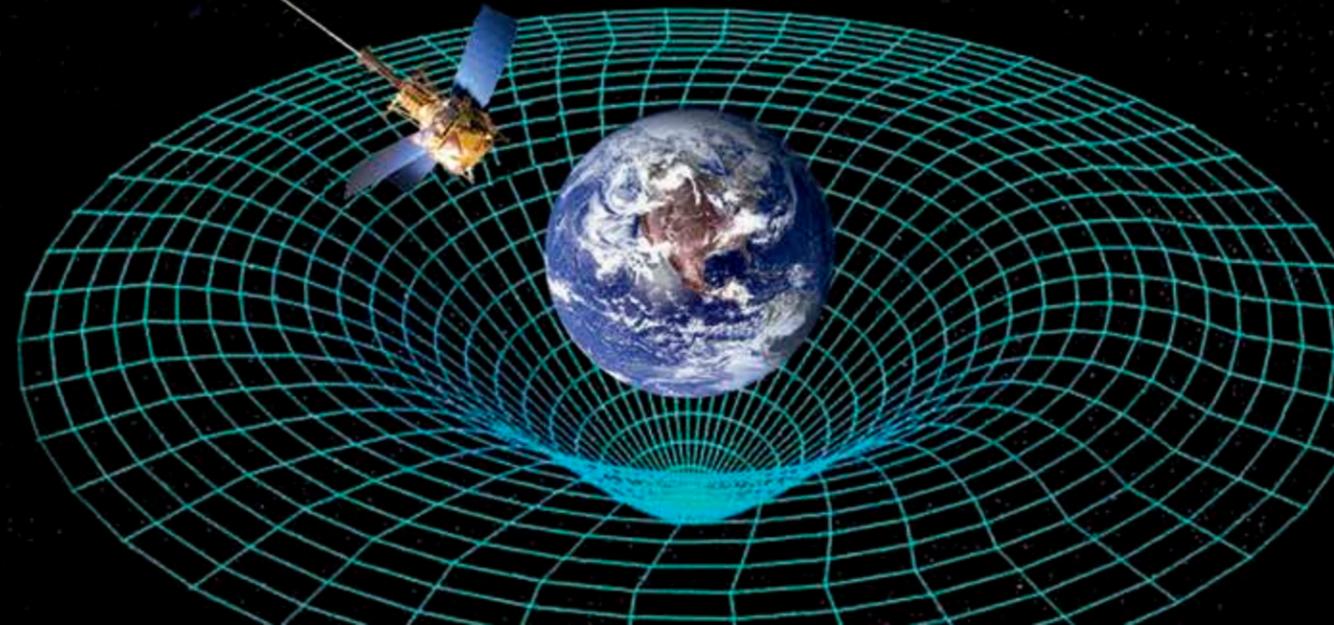
A lei que determina os movimentos dos corpos celestes em relação uns aos outros é a Lei da Gravidade. Ela explica o comportamento de uma das interações fundamentais da Natureza, a gravitacional, mostrando como objetos massivos interagem entre si.

A força gravitacional é muito fraca em comparação às demais interações fundamentais. Por isso, quando se trata de um lápis, de um carro, de um edifício ou mesmo de uma montanha, essa força é desprezível: é tão fraca que não é capaz de mover nenhum objeto. Mas quando estamos falando de planetas inteiros, a lógica muda. Planetas, estrelas e demais corpos celestes atraem uns aos outros, e é esse equilíbrio de força que faz com que, por exemplo, a Terra gire em torno do Sol.

Um dos cientistas mais importantes no estudo das forças gravitacionais foi Isaac Newton, que desenvolveu a Lei da Gravitação Universal. Essa teoria, aceita durante diversos séculos, explicava em uma única equação a atração gravitacional verificada em qualquer tipo de situação – e deixava explícito que, quanto maior fosse a distância entre dois corpos, menor seria esta atração.

Apenas em 1915 Albert Einstein resolveu aprimorá-la por meio de sua Teoria da Relatividade Geral. O trabalho de Einstein não negava completamente o de Newton, mas o expandia através de uma nova equação que fosse aplicável a todos os fenômenos descobertos desde a proposição de Newton.

Além de ser a teoria que melhor explica a gravitação já desenvolvida e continuar vigente até hoje, passados 100 anos de sua formulação, a Teoria da Relatividade Geral foi a primeira a apontar a existência dos famosos “buracos negros”: regiões do espaço que distorcem o espaço e o tempo, que mais tarde foram comprovados através de observações feitas por telescópio.



UNIDOS PELA DÚVIDA

Explicar todo o universo de maneira simples: o principal desafio da Física Moderna não é pouca coisa. Após o sucesso da unificação entre as interações fraca e eletromagnética, surgiram diversas tentativas de unificação entre as interações eletrofraca e forte. Essas teorias são chamadas de GUTs, iniciais de *Grand Unified Theories* – que, em inglês, significa Teorias de Grande Unificação.

Por outro lado, uma trilha alternativa vem sendo seguida, cujo principal objetivo é a unificação das teorias da Mecânica Quântica (utilizada para estudos realizados no nível atômico) e da Relatividade Geral (aplicada em pesquisas referentes ao mundo macro). Podemos nos perguntar por que os cientistas insistem tanto nessa questão. Afinal, se a Mecânica Quântica funciona em determinadas situações e a Teoria da Relatividade Geral em outras, por que precisaríamos de uma teoria unificada? A explicação oferecida pelos cientistas é que, reunindo as duas em um mesmo modelo, entenderíamos melhor a maneira como a Natureza funciona, e assim teríamos novas maneiras de controlá-la.

Mas o mais importante talvez não seja responder à questão. Ao longo da história da humanidade, as perguntas sempre foram muito mais eficazes no desafio de levar a Ciência adiante do que as respostas em si. Uma interrogação como essa, capaz de unir toda uma comunidade científica em torno da sua resolução, resulta em descobertas nos mais diversos campos do conhecimento – muitas delas sem relação direta com a pergunta original, mas que podem ser utilizadas para atualizar nosso conhecimento sobre o universo.

Talvez nada exemplifique isso melhor do que o CERN, a Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear. Patrocinado por 20 países da Europa, o centro contava em 2010 com 2.400 funcionários e a colaboração de 11 mil cientistas e engenheiros de 80 nacionalidades diferentes. Nos últimos anos, o CERN ganhou os noticiários ao promover a construção de um imenso laboratório subterrâneo, onde serão realizados experimentos com partículas elementares, que poderão oferecer indícios úteis para a elaboração de uma Teoria de Tudo. Se tantos cientistas de tantos países diferentes não estivessem unidos em torno de questionamentos em comum, talvez jamais houvesse surgido um centro de pesquisas desse porte.

MENOS É MAIS TEORIAS CANDIDATAS À TEORIA DE TUDO

Já existem algumas candidatas ao que poderíamos definir como uma Teoria de Tudo. Nenhuma delas se garante exata: os cientistas estão conscientes de que se trata de aproximações, que aprimoram os modelos que já existiam através da inclusão de novas descobertas científicas. É claro que eles partem dos conhecimentos prévios, mas também há uma boa dose de especulação.

A Ciência, afinal, se desenvolve muito a partir da tentativa e erro. Normalmente, pensamos nas grandes descobertas e teorias como ações de indivíduos, gênios que desenvolveram sozinhos ideias que mudaram o mundo. Mas, na prática, as coisas são mais complexas: por trás de uma teoria que dá certo, há centenas de outros cientistas que realizaram descobertas menores, sem as quais aqueles modelos jamais seriam possíveis. Há ainda aquelas teorias que foram bem elaboradas mas, por acaso, acabaram não comprovadas por experimentos. Mesmo esses “fracassos” são importantes: é graças a eles que os cientistas já sabem o que não precisam tentar, e onde devem concentrar seus esforços.

Nas próximas páginas, explicaremos com mais profundidade a Teoria das Cordas, considerada por grande parte dos físicos a melhor candidata à Teoria de Tudo que temos atualmente. Mas isso não quer dizer que ela seja a única tentativa válida. Por exemplo, existe a chamada teoria de *gravidade quântica em laços*, onde os estados quânticos do espaço permitidos estão relacionados a redes de *spin*. Apenas uma dessas teorias está certa, ou talvez nenhuma delas. Mas todas são contribuições fundamentais para que se chegue a uma resposta definitiva, pois os cientistas desenvolvem suas teorias a partir da leitura e do questionamento do material que já circula entre seus colegas. Embora isso nem sempre seja visível em um primeiro momento, a Ciência é sempre uma construção coletiva, e com a Física Moderna não é diferente.

MUITO ALÉM DO 3D

A Teoria das Supercordas, ou simplesmente Teoria das Cordas, é a Teoria de Grande Unificação de maior aceitação no meio científico atual. Sua origem remonta a 1919, quando **Theodor Kaluza** levantou a possibilidade de nosso universo ser composto por mais de quatro dimensões.

Tudo o que vemos chega aos nossos olhos na forma de imagens tridimensionais (ou seja, com três dimensões): altura, largura e profundidade. Além disso, há a passagem do tempo, que constitui a quarta dimensão. Dá para imaginar como as coisas seriam se houvesse outras? Talvez não se pensarmos a partir do que percebemos ao nosso redor, mas foi justamente isso que Kaluza propôs em sua teoria. A diferença, no entanto, é que não se tratava de uma dimensão *perceptível pelas pessoas*. Ela está ao nosso redor, na composição de todas as coisas, mas suas características fazem com que ela não possa ser detectada com os sentidos.

Essa outra dimensão faria com que partículas elementares negativas, como os elétrons, se movimentassem em um sentido, enquanto as positivas se movimentariam no sentido opo-

to. Aquelas que possuem carga neutra, como os neutrinos, não seriam influenciadas por essa dimensão. As proposições de Kaluza não eram capazes de conciliar a Mecânica Quântica e a Teoria da Relatividade Geral, mas foram decisivas ao prever a existência de outras dimensões espaciais.

Na Teoria das Supercordas, parte-se do entendimento de que há 11 dimensões: três de natureza espacial, uma temporal e sete *recurvadas* – aquelas que não são percebidas pelos humanos, mas interferem nas interações entre as partículas. Um universo em 11D. Não percebemos essas outras sete dimensões porque elas não filtram a radiação luminosa, que compõe a nossa visão. Assim, embora não sejamos capazes de ver, há toda uma realidade paralela existente ao nosso redor. Parece filme de ficção científica, mas até hoje a Teoria das Supercordas não foi refutada – embora ela seja tão difícil de provar que ninguém tenha conseguido até agora.

#Theodor Franz Eduard Kaluza (1885-1954)

Físico e matemático alemão. Sua teoria das dimensões foi complementada pelo cientista sueco Oskar Klein (1894-1977), e por isso é chamada de Teoria Kaluza-Klein.

UM MUNDO FEITO DE CORDAS

É difícil apontar um autor para a Teoria das Supercordas, pois, como é comum na Física Moderna, inúmeros cientistas contribuíram para o seu desenvolvimento. John Schwarz e Michael Green são alguns dos pioneiros mais importantes. Os estudos que resultaram em sua elaboração vêm sendo realizados desde os anos 1960, e alguns cientistas se dedicam a organizar todas as informações já disponíveis para o público em geral, como é o caso de Brian Greene. Cientistas como Edward Witten e Juan Maldacena continuam a dar importantes contribuições. O Brasil também tem cientistas importantes nesta área, dentre os quais se destaca o físico Nathan Berkovits.

Em termos gerais, a Teoria das Supercordas sugere que cada partícula elementar existente no universo tem uma “contraparte”. É importante ressaltar que, até o momento, os cientistas não têm provas de que essas partículas existem (é o passo que falta para que a teoria seja comprovada ou refutada). O que diferenciaria cada tipo de partícula (e também suas contrapartes) é o que haveria dentro delas: minúsculas cordinhas que vibram de acordo com as características das 11 dimensões que compõem o universo.

Como em um instrumento musical, as cordas que existiriam no interior das partículas vibrariam de diferentes maneiras, provocando resultados diversos. Assim, elétrons, neutrinos, quarks e cada uma das outras partículas seriam diferentes da mesma maneira como uma guitarra, um violino e um cavaquinho. Cada um reage de maneira diferente aos estímulos externos, gerando efeitos distintos: sons no caso dos instrumentos, e características da matéria no caso das partículas elementares.

Experimentos instalados no acelerador de partículas do CERN, o Large Hadron Collider (LHC), deverão resolver essa questão. Quando o acelerador coletar uma grande quantidade de dados, os cientistas verificarão se as “contrapartes” das partículas elementares existem de fato. Se isso for comprovado, o maior desafio da Física moderna estará resolvido. Caso contrário, será preciso voltar alguns passos atrás e elaborar novas teorias. Independentemente do resultado, a Ciência sairá ganhando.

O INÍCIO DE TUDO

Tal como as diversas religiões trazem diferentes perspectivas sobre a origem de todas as coisas, a Ciência também se debruçou seriamente sobre essa questão. Se voltarmos à Grécia Antiga, **Anaximandro** discorria sobre o *ápeiron*, elemento infinito, sem idade, eterno, que teria gerado e continuado a gerar todos os opostos do universo (grande/pequeno, claro/escuro, quente/frio etc.), assim como a gerar e destruir mundos.

Empédocles propôs a existência de uma esfera primordial, na qual todos os elementos e forças se encontravam em equilíbrio e repouso. Com o desequilíbrio das duas forças, os elementos puros, água, fogo, terra e ar, se misturaram e originaram o universo como o conhecemos.

O modelo heliocêntrico, que defendia ser o Sol e não a Terra o centro do universo, impulsionou novos pensamentos acerca do início de tudo. Ele existia desde a Antiguidade, mas foi a partir do século XVI que o tema ganhou notoriedade por meio de **Nicolau Copérnico**, **Giordano Bruno**, **Galileu Galilei** e **Johannes Kepler**. O modelo heliocêntrico e a postulação de um universo infinito forneceram as bases para a Astronomia e a Cosmologia modernas.

#Anaximandro
(610 a.C.-546 a.C.)
Geógrafo, matemático, astrônomo, político e filósofo pré-socrático. Foi discípulo de Tales.

#Empédocles
(490 a.C.-430 a.C.)
Filósofo e pensador pré-socrático grego e cidadão de Agrigento, na Sicília.

#Nicolau Copérnico
(1473-1543)
Astrônomo e matemático polonês que desenvolveu a teoria heliocêntrica do Sistema Solar.

#Giordano Bruno
(1548-1600)
Teólogo, filósofo, escritor e frade dominicano italiano condenado à morte na fogueira pela Inquisição romana por heresia ao defender erros teológicos, mas não pela defesa do heliocentrismo de Copérnico.

#Galileu Galilei
(1564-1642)
Físico, matemático, astrônomo e filósofo italiano. Foi personalidade fundamental na revolução científica.

#Johannes Kepler
(1571-1630)
Astrônomo, matemático e astrólogo alemão e figura-chave da revolução científica do século XVII.

Atualmente, a teoria mais difundida sobre a origem do universo argumenta que existia uma singularidade inicial, um ponto único, sem dimensões. Então, uma explosão fragmenta a singularidade, emergindo o espaço e o tempo, a matéria e a energia. Este primeiro instante e estado mais antigo do universo ficou conhecido como *big bang*.

Em 2001, surge a Teoria Eclipsada, que se contrapõe à proposição da singularidade inicial. Para os cientistas que a elaboraram, com base na Teoria das Supercordas, o nosso universo teria surgido, colocando de forma simplificada, a partir do choque de diferentes dimensões. Nossa dimensão (tridimensional) estaria em contração e a colisão com outra dimensão paralela teria provocado uma mudança que a levou a se expandir.

Mas, afinal, qual teoria está correta?

COMO SERIA O NOSSO UNIVERSO?

Todas as teorias sobre o início de tudo são especulativas, ou seja, são pensadas a partir dos avanços nas descobertas e pesquisas científicas. Entretanto, não há, e provavelmente nunca haverá, uma comprovação experimental que nos leve à origem. Ainda assim, uma pergunta se sustenta e inquieta cientistas e leigos: e se eles estiverem certos?

No caso da Teoria das Supercordas, há um conceito fundamental, o *multiverso*. Em vez de sermos únicos (por isso, universo), existiriam distintos universos, às vezes chamados paralelos.

Há diversas teorias de multiverso possíveis, desde as que postulam um universo muito similar ao nosso, até aquelas em que os universos são radicalmente diferentes do que conhecemos, seguindo suas próprias (e diferentes) leis fundamentais da Física.

Alguns cientistas recorrem à Mecânica Quântica para sugerir formas de contato com estes universos paralelos.

Segundo Max Tegmark, cosmólogo do **MIT**, existiriam quatro níveis de universos paralelos: no primeiro nível, um universo paralelo infinito e que conteria uma cópia da Terra; no segundo nível, um universo paralelo com as mesmas leis fundamentais que temos no nosso universo, mas com diferentes parâmetros físicos; no terceiro nível, universos paralelos nos quais cada realidade possível pode existir, sendo a multiplicação das realidades descrita pela **Interpretação de Muitos Mundos** da Mecânica Quântica; e no quarto nível, universos paralelos totalmente diferentes do nosso, que não podem ser acessados ou conectados ao nosso universo de nenhuma maneira, e que possuem leis fundamentais também totalmente diferentes das nossas.

Pensemos em uma sombra projetada em uma folha de papel. Ela possui duas dimensões, sem ter uma terceira para lhe dar volume. Se nós fôssemos uma sombra, seria muito difícil compreender o que é ter uma dimensão a mais. Se eles estiverem certos, nós teremos muitas dimensões em um mesmo universo e ainda outros universos paralelos.

#MIT
Sigla, em inglês, para o Instituto de Tecnologia de Massachusetts, nos Estados Unidos. É um dos mais importantes centros de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico do mundo.

#Interpretação de Muitos Mundos (IMM)
Proposta por Hugh Everett e desenvolvida por outros pesquisadores, ela explica alguns processos na Mecânica Quântica nos quais a determinação não era possível, apontando para a existência de universos paralelos idênticos.



PACOTE QUÂNTICO DE CULTURA

O trabalho dos cientistas influencia sobremaneira os diversos campos da sociedade. Esta percepção é maior no que se refere à entrada das inovações em nosso cotidiano. A NASA, por exemplo, desenvolveu em suas pesquisas de tecnologia espacial muitos acessórios e aparelhos facilmente encontrados fora de seus laboratórios como o *joystick* (desenvolvido para o controle de um veículo lunar), as fraldas descartáveis, os detectores de fumaça, o teflon, o velcro, o forno de micro-ondas e o código de barras. O sistema de GPS (Global Positioning System), encontrado em celulares e que permite a localização precisa de qualquer ponto no planeta por meio dos satélites que orbitam o planeta Terra, foi também criado pela NASA.

Assim como uma partícula, ao ganhar energia, realiza um salto quântico, os avanços científicos permitem à cultura realizar novos saltos criativos. As artes dialogam incessantemente com a Ciência. A obra de [Salvador Dalí](#), por exemplo. Nos títulos de suas pinturas há referências diretas à Física, dentre elas “atômico”, “nuclear”, “méson pi”, “raios cósmicos”, “partículas”. O modelo de representação do átomo é utilizado em diversas telas, como em *A Desmaterialização do Nariz de Nero*, na qual uma romã remete ao modelo atômico. O princípio de incerteza de Heisenberg, parte importante da Mecânica Quântica, parece ter influenciado a estética das pinturas de Dalí, com destaque para *Santo Rodeado por Três Mésons Pi* (“méson” é o nome de uma partícula subatômica).

[Julian Voss-Andreae](#) iniciou uma carreira de pintor, depois se dedicou à pesquisa científica e então passou a produzir esculturas baseadas em conceitos de Química e Física. Suas obras dão concretude e visibilidade a conceitos abstratos, muitas vezes de difícil representação. Diferentemente de Dalí, Voss-Andreae traz muito didatismo em seu trabalho, que poderia ser utilizado mesmo como forma de aproximação de estudantes aos complexos conceitos da Ciência.

#Salvador Dalí (1904-1989)

Foi um importante pintor espanhol catalão, conhecido pelo seu trabalho surrealista, no qual explorou universos impossíveis, o mundo dos sonhos.

#Julian Voss-Andreae (1970)

Escultor alemão, que vive e trabalha nos Estados Unidos. Criou obras como o *Homem Quântico* (“Quantum Man”), baseado no efeito contraintuitivo em correlação quântica, no qual a descrição do estado de várias partículas, em geral, não corresponde à simples combinação dos estados de cada partícula.



VOO INFINITO

Faremos uma breve parada em nossa viagem, mas ela não acaba aqui. Afinal, ainda há muito trabalho para os cientistas encontrarem uma Teoria de Tudo.

Mas será que isso é realmente possível? Pode a mente humana desvendar os segredos do universo? Poderemos encontrar a chave que permita observar, manipular e transformar toda forma de matéria e energia?

Afirmamos, com grande assertividade, que a humanidade não desistirá de investigar a realidade que nos envolve. Sempre haverá grupos e indivíduos dispostos, instigados ou mesmo entregues inevitavelmente à Ciência, que não pouparão esforços para viajar para dentro das microrrealidades ou tocar a luz das estrelas.

Há um Ícaro no coração humano, que às vezes desperta e se transforma em destino. Muitos buscaram o Sol da Ciência, abriram suas asas para atravessar o labirinto da realidade, voando sobre um oceano de desafios.

Há um Dédalo no coração humano, que às vezes desperta e adverte os cientistas: “Cuidado, não voe alto demais para não derreter suas asas. Voe, mas aterrisse em terra firme, se tomar o Sol por destino poderá afogar-se depois da queda”.

Quando foi anunciado o projeto do acelerador de partículas, o Large Hadron Collider (LHC), muitos se opuseram à sua execução argumentando que ele poderia causar danos de proporções globais. Um túnel de 27 quilômetros de circunferência seria construído a 175 metros abaixo do solo com o objetivo de confirmar o Modelo Padrão das partículas elementares.

O mito de Dédalo e Ícaro há de se repetir muitas vezes em nossa história. A despeito dos alertas de parte da comunidade científica, o LHC não só foi construído, como a construção de um acelerador ainda maior, com 80 a 100 quilômetros de circunferência, foi anunciada. O LHC permitiu a comprovação física da teoria proposta por [Peter Higgs](#), [Robert Brout](#) e [François Englert](#) acerca de uma partícula que paira em todo o cosmo desde sua origem.

Ícaro, portanto, continuará a voar e voar... cada vez mais alto.

#Peter Higgs (1929) e François Englert (1932)

Vencedores do Prêmio Nobel de Física em 2013, propuseram, em 1964, com Robert Brout, a existência de uma rede de partículas que foi espalhada pelo cosmo após o *big bang*. Por meio do LHC, a existência da partícula, chamada “bóson de Higgs”, pôde ser provisoriamente confirmada.

#Robert Brout (1928-2011)

Físico belga. Em 2004, Robert Brout, François Englert e Peter Higgs foram laureados com o Prêmio Wolf de Física.



Você, que faz parte da “Geração Z”, é sujeito e protagonista do mundo no século XXI. Com amplo acesso a todos os caminhos da informação abertos na esfera digital, pode chegar a uma qualidade de conhecimento extraordinária, revolucionária. Além disso, nos dias de hoje, é possível contar com dispositivos digitais carregados junto ao corpo que permitem conexão permanente com uma imensa rede internacional. A amizade, o amor e o conhecimento ganharam um novo cenário. Isso potencializa os momentos para que você aprenda sobre o patrimônio e os desafios da humanidade e aja para melhorar o mundo, em atitudes que vão do seu ambiente familiar à nação, do seu bairro ao globo conectado.

Desde a Grécia Antiga, o ser humano busca compreender e explicar o mundo à sua volta. Tal como a lenda de Ícaro, que com asas artificiais voou na direção do Sol, cientistas também se debruçam sobre o desconhecido e sonham alcançar uma teoria que explique a natureza de maneira unificada. Existem diferentes Teorias de Tudo. Em comum, elas representam a evolução da Ciência e da Física para, através de cálculos matemáticos, entender não apenas o planeta, mas todo o universo.

PATROCÍNIO EXCLUSIVO



PARCERIA INSTITUCIONAL



REALIZAÇÃO

