

# FÍSICA CLÁSSICA E FÍSICA QUÂNTICA

## SÍNTESES PARA CURIOSOS INTERESSADOS

**Fontes de estudos:** livros diversos (Stephen Hawking, Carlo Rovelli, Richard P. Feynman, Roger Penrose, Roger A. Freedman, Brian Greene, Marcelo Gleiser, Yuval Noah Harari, Colin Stuart, Alberto Delerue, Mari Fulfaro, Iberê Thenório, Michael Baigent e parceiros, Adam Hart-Davis e parceiros, e outros), e matérias confiáveis na Internet.

**FÍSICA CLÁSSICA** - Ramo da física concentrada no estudo dos fenômenos físicos que ocorrem em **escalas macroscópicas**, ou, em dimensões e velocidades observáveis no nosso cotidiano. Aborda teorias e princípios que foram desenvolvidos principalmente antes do século XX. Aperfeiçoada por conhecimentos mais avançados, como as Teorias da Relatividade e, principalmente, da Física Quântica, permanece na condição de parte essencial do nosso conhecimento geral.

Abrange as leis de Newton, leis da gravitação universal e da termodinâmica, conceitos envolvendo temperatura, pressão, entropia, ciclos termodinâmicos, eletromagnetismo, ótica, reflexão, refração, lentes e espelhos, estudo de ondas sonoras e ondas eletromagnéticas, cinemática, dinâmica, etc.

**MECÂNICA CLÁSSICA** - Parte da física clássica que analisa os movimentos, as variações de energia e das forças que atuam sobre um corpo. Se refere às três principais formulações da mecânica relativística, mecânica newtoniana, principalmente, mecânica de Lagrange e mecânica Hamiltoniana. No ensino da física, a mecânica clássica é a primeira área a ser lecionada. Geralmente é classificada em estática, cinemática e dinâmica.

**FÍSICA QUÂNTICA** - É ramo especializado da física que surgiu no século XX, se concentrando no estudo dos fenômenos que ocorrem em escalas atômicas e subatômicas, sendo essencial no entendimento de semicondutores, lasers, ressonância magnética, criptografia quântica e outras especialidades. Desafiando a intuição natural nos leva ao fascinante mundo das probabilidades de estados e fenômenos quânticos, quantização de energia, dualidade onda-partícula, princípio da incerteza de Heisenberg, etc.

**MECÂNICA QUÂNTICA** - Com vasta aplicação é ramo fundamental da física quântica, proporcionando estudos dos sistemas cujas dimensões são próximas ou abaixo da escala atômica, tais como átomos, moléculas, elétrons, prótons e outras partículas subatômicas.

**ENERGIA** - Grandeza física relacionada com movimento, que não é e não pode ser criada ou destruída, somente transformada. É uma das grandezas físicas necessárias à correta descrição do inter-relacionamento entre matéria e energia, sendo um dos conceitos essenciais da física, encontrado em todas as suas

disciplinas; mecânica clássica, mecânica quântica, termodinâmica, eletromagnetismo e outras, particularmente na química. Prove movimento a tudo; ventos, temperaturas, ondas marítimas, marés, etc. Nos proporciona as condições para respirar, viver, sentir, falar, ouvir, enxergar, realizar tarefas, plantar, fabricar, transportar, enfim, tudo! Possibilita sentirmos a vida, as sensações, as emoções.

**MODELO PADRÃO DE PARTÍCULAS** - Teoria que **descreve as forças fundamentais - FORTE, FRACA, ELETROMAGNÉTICA e GRAVITACIONAL** -, bem como as partículas fundamentais que constituem todas as matérias. Desenvolvida entre 1970 e 1973, envolve a **Teoria Quântica de Campos**, consistente com a mecânica quântica e a relatividade especial. Demonstrando sua importância, quase todos os testes experimentais das forças descritas pelo Modelo Padrão concordam com as previsões e teorias científicas.

**Atualmente o Modelo Padrão é considerado como teoria incompleta das interações fundamentais, POR NÃO DESCREVER A FORÇA DA GRAVIDADE.**

O **Modelo Padrão de Partículas** descreve principalmente dois tipos de partículas fundamentais: **FÉRMIONS** e **BÓSONS**.

massa →	≈ 2.3 MeV/c <sup>2</sup>	≈ 1.275 GeV/c <sup>2</sup>	≈ 173.07 GeV/c <sup>2</sup>	0	≈ 126 GeV/c <sup>2</sup>
carga →	2/3	2/3	2/3	0	0
spin →	1/2	1/2	1/2	1	0
	<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b>g</b> glúon	<b>H</b> bóson de Higgs
<b>QUARKS</b>	≈ 4.8 MeV/c <sup>2</sup>	≈ 95 MeV/c <sup>2</sup>	≈ 4.18 GeV/c <sup>2</sup>	0	
	-1/3	-1/3	-1/3	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b>γ</b> fóton	
	0.511 MeV/c <sup>2</sup>	105.7 MeV/c <sup>2</sup>	1.777 GeV/c <sup>2</sup>	0	
	-1	-1	-1	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	<b>e</b> elétron	<b>μ</b> múon	<b>τ</b> tau	<b>Z</b> bóson Z	
<b>LÉPTONS</b>	< 2.2 eV/c <sup>2</sup>	< 0.17 MeV/c <sup>2</sup>	< 19.5 MeV/c <sup>2</sup>	80.4 GeV/c <sup>2</sup>	
	0	0	0	±1	
	1/2	1/2	1/2	1	
	<b>ν<sub>e</sub></b> neutrino do elétron	<b>ν<sub>μ</sub></b> neutrino do múon	<b>ν<sub>τ</sub></b> neutrino do tau	<b>W</b> bóson W	
					<b>BÓSONS DE CALIBRE</b>

**ATOMO** - Unidade básica de matéria, consistindo de núcleo central com carga elétrica positiva, composto por **Prótons** e **Nêutrons**, envolto por **Elétrons** com carga negativa.

**MATÉRIA** - Tudo que tem massa e volume. É composta por unidades atômicas e/ou moléculas - átomos unidos e ordenados em diferentes reações -, garantindo diferentes propriedades específicas e/ou gerais, que se aplicam a todo tipo de

matéria. Matéria e Energia são conceitos complementares. Átomos são constituídos por partículas identificadas como fundamentais.

**MOLÉCULA** - Formação resultante da ligação de dois ou mais átomos, sob ação e interação das Forças Fundamentais da Natureza.

**PARTÍCULAS FUNDAMENTAIS** - São as que “constroem” todas as outras partículas encontradas na natureza, a exemplo de **Elétrons, Fótons, Prótons, Quarks** e outras.

**ANTIPARTÍCULA** - Partícula que constitui a chamada antimatéria. Na proporção da quantidade total existente de partículas, cientistas afirmam que existe pequena fração - menos de 0,01% - de partículas elementares e fundamentais que possuem a sua antipartícula, que tem carga elétrica com sinal invertido, a exemplo do **Pósitron**, antipartícula positiva do Elétron. Em método “popular”, os físicos ensinam que é possível entender mais facilmente a antipartícula como sendo um “espelhamento” da partícula. O “contato” entre uma partícula e sua antipartícula gera instantânea auto aniquilação, com liberação de alta quantidade de energia!

**SPIN** - Orientações - giros e/ou movimentos - que partículas subatômicas carregadas podem apresentar quando imersas em campo magnético, como os Elétrons, Prótons e alguns núcleos atômicos. O termo surgiu da constatação de que os Elétrons - e outras partículas subatômicas - “giram” em torno de si mesmos para um ou outro “lado”, associados à percepção de “momento magnético” das partículas, vez que, quando em movimento de rotação, partículas carregadas produzem campos magnéticos.

**ELÉTRON** - Partícula subatômica com carga elétrica negativa.

**PRÓTON** - Partícula subatômica com carga elétrica positiva, no núcleo do átomo composta por Quarks, dois positivos e um negativo.

**NEUTRON** - Partícula subatômica com carga elétrica neutra, no núcleo do átomo composta por Quarks, dois negativos e um positivo.

**QUARKS** - Partículas elementares que se combinam para formar Hádrons, como **Prótons e Nêutrons**. Os definindo e organizando existem **6 tipos de Quarks: up, down, charm, strange, top e bottom**, identificações que funcionam na condição de “etiquetas”.

**GLÚONS** - Partículas subatômicas que promovem a Interação Forte entre os Quarks, dentro dos Hádrons.

**HÁDRONS** - Identificação das partículas compostas por Quarks. **Prótons e Nêutrons** são Hádrons constituídos por Quarks up e down.

**FÉRMIONS** - Partículas que constituem a matéria. Obedecem ao princípio de exclusão de Pauli, afirmando que dois Férmions não podem ocupar o mesmo estado quântico.

**LÉPTONS** - Férmions, incluindo Elétrons, Múons, Taus e seus Neutrinos correspondentes.

**BÓSONS** - Partículas mediadoras das forças fundamentais.

**BÓSON DE HIGGS** - Partícula elementar de existência prevista teoricamente em 1964, pelo físico Peter Higgs, com existência confirmada pelo CERN em 2013. É a chave que proporciona a massa das demais partículas elementares.

**BÓSONS W e Z** - Bósons responsáveis pela força de Interação Fraca.

**MÚON** - Partícula elementar semelhante ao Elétron, com carga elétrica -1 e Spin  $1/2$ , com massa excepcionalmente maior. É classificado como Lépton,

**TAU** - Partícula subatômica da família dos Léptons. Semelhante ao Elétron, é genericamente identificado como Elétron Superpesado,

**NEUTRINO** - Partícula subatômica com matéria mínima, quase nula, sem carga elétrica, que interage com outras partículas apenas por meio da gravidade e da Força Nuclear Fraca. Em paralelo da Força Eletromagnética e da Força Forte, possui características singulares. É extremamente leve - centenas de vezes mais leve que o elétron -, existe em enorme abundância, sendo a segunda partícula mais abundante do Universo Conhecido, depois do Fóton, e interage com a matéria de forma extremamente débil. A cada segundo cerca de 65 bilhões de neutrinos atravessam cada centímetro quadrado da superfície do Planeta Terra, voltada para o Sol, incluindo nosso corpo físico.

**FÓTON** - Proporcionando a luz, é o Bóson responsável pela interação eletromagnética. Partícula sem matéria, com base na sua velocidade de deslocamento foi estabelecida a **Velocidade da Luz**.

**GRÁVITON** - Ainda em teoria - não encontrada fisicamente -, é partícula elementar que seria a responsável pela **transmissão da força da gravidade**, na maioria dos modelos da Teoria Quântica de Campos. A teoria postula que os Grávitons **são sempre atrativos** - gravidade nunca repele -, atuando além de/em qualquer distância - gravidade é universal -, vindo de ilimitado número de objetos. Assim, se o Gráviton existir, deve ser um Bóson de Spin par igual a dois, e, segundo a Mecânica Quântica, deve ter massa de repouso zero.

**TÁQUION** - Ainda sem comprovação científica é hipotética partícula teorizada, apresentada como possuindo velocidade superior à velocidade da luz, **em seu estado natural**, portanto, não necessitando aceleração, ou adição de energia, para seu movimento.

Na década de 1960 cientistas teorizaram a existência dessa partícula subatômica, **com movimento natural em velocidade mais rápida que a luz**. Intensificando estudos teorizados, cunharam a partícula com o termo **TÁQUION**. Por meio de diversos físicos, com bases teóricas os estudos avançarem nos anos 70 e 80, e a teoria dos Táquions continuou sendo desenvolvida. Recentemente o tema voltou a despertar interesse. Estudos profundos sobre os Táquions ressurgiram em vários contextos, ainda sem sucesso na sua identificação e localização.

Segundo a Teoria da Relatividade Especial de Einstein, **é impossível ACCELERAR** partícula com massa, até que atinja a velocidade da luz. Atualmente alguns cientistas, principalmente os defensores da existência dos Táquions, afirmam que essa definição não impede a existência de partícula com velocidade superior à da luz, **EM SEU ESTADO NATURAL**.

Argumentos teóricos contra a existência de partículas Táquions surgem de pesquisas experimentais conduzidas para testar a hipótese, vez que nenhuma evidência experimental foi encontrada a favor ou contra a existência de partículas Táquions.

Considerando que um Táquion se move mais rápido que a velocidade da luz, não poderíamos vê-lo se aproximando! Teoricamente, só poderão ser percebidos os efeitos de sua passagem no ponto de observação.

Desde sua proposição nos anos 1960, os experimentos conduzidos com o fim de detectar partículas Táquion foram infrutíferos. Teriam conseguido resultados possivelmente positivos, **mas que não puderam ser reproduzidos**, fato que contraria leis da física experimental.

### **PRINCIPAIS ESTUDOS E PREMISSAS DA ESTRUTURA DO ÁTOMO.**

**Albert Einstein** - Além da formulação das Teorias da Relatividade, colaborou intensamente nos estudos da Teoria Quântica e do Efeito Fotoelétrico.

**Max Planck** - Considerado o “pai da física quântica”, criou a Constante de Planck, fundamental para entender a energia das radiações eletromagnéticas.

**Ernest Rutherford** - Contribuiu com a descoberta dos raios alfa e beta, e revolucionou a teoria atômica.

**Niels Bohr** - Preencheu lacunas no modelo atômico de Rutherford e contribuiu para a definição correta do sistema.

### **TEORIAS QUÂNTICAS**

**TEORIAS QUÂNTICAS** - Pertencem ao ramo da física quântica, permitindo a descrição do comportamento e interação da matéria e da energia, na escala das partículas subatômicas, como Elétrons, Fótons e outras, em “ações” e/ou “momentos”.

**DUALIDADE PARTÍCULA-ONDA** - Sustenta que todas as partículas têm natureza de onda e vice-versa, que não são observadas simultaneamente. Define e esclarece a capacidade de entes físicos subatômicos se comportarem, ou terem propriedades, tanto de partículas como de ondas. Postula que todo componente de matéria exhibe as propriedades de “partículas” e de “ondas”, incluindo Elétrons e a Luz, ou Fótons, ocupando “lugar” no espaço enquanto se movimentam com massa e energia, na condição de “partícula” ou de “onda”. Popularmente afirma-se que; “Partículas e Ondas são dois lados de mesma moeda”.

**PRINCÍPIO DA INCERTEZA DE HEISENBERG** - Formulado em 1927 por Werner Heisenberg, define que propriedades físicas, como velocidade - energia - e posição - momento - não podem ser conhecidas simultaneamente de forma precisa. Uma partícula é descrita como sendo um “pacote” - Quantum - de energia. As experiências provam que, ao aferir a velocidade - “energia” - de uma partícula, a sua localização - “momento” - se torna incerta e não pode ser identificada. Ao aferir sua localização, ou “posição”, sua velocidade se torna incerta e não identificada.

**ENTRELAÇAMENTO OU EMARANHAMENTO QUÂNTICO** - Estabelece que, quando próximas uma à outra, e existindo ligação entre as suas propriedades, duas partículas se entrelaçam, ou se emaranharam. Nesta ocorrência, em determinado momento, ao examinar a propriedade de uma dessas partículas, ou promover alguma experiência que nela interfira, medição quântica por exemplo, essa informação quântica é instantaneamente transmitida à outra, seu “par entrelaçado”, em qualquer posição e/ou distância que se encontre naquele instante, mesmo que “no outro lado do Planeta”, ou há vários anos-luz de distância! E, adicional e surpreendentemente, essa “informação quântica” entrelaçada é instantaneamente transmitida à parceira distante, em velocidade superior à da Luz, fato que inicialmente contrariou Einstein, na época discordando e rejeitando essa condição, que, depois, foi seguida e repetidamente comprovada em testes e experiências controladas. Hoje é fato confirmado; sim, a “informação quântica” entre pares de partículas entrelaçadas é transmitida instantaneamente, em velocidade superior à da Luz, qualquer que seja a distância entre elas, mesmo astronômicas! Esse comprovado fenômeno quântico de entrelaçamento, ou emaranhamento, continua sendo intensamente investigado, também visando seu uso no domínio da realização de trocas instantâneas de informações, juntamente com o uso dos QUBITS, principalmente para uso no desenvolvimento dos **computadores quânticos**, que atualmente já são realidade útil, embora ainda não popularizada!

**BIT e QUBIT** - O **Bit**, usado na computação tradicional e na teoria da informação, amplamente conhecido e utilizado, é a menor unidade de informação eletrônica que pode ser armazenada, lida e/ou transmitida, podendo assumir somente 2 valores; “0 ou 1”. O “**Qubit**” é o **Bit Quântico**, unidade de informação quântica descrita por vetor de estado, em sistema de mecânica quântica de dois níveis que

podem ser sobrepostos, equivalente a vetor de espaço bidimensional sobre números complexos. O **Qubit** já é dominado pelos físicos e matemáticos, atualmente progredindo intensamente no uso do “**Algoritmo Quântico**”, ou “**Algoritmo de Shor**”, inicialmente desenvolvido pelo matemático Peter Shor, estando em avançado desenvolvimento.

**DECOERÊNCIA QUÂNTICA** - Ocorre quando uma interferência - “captura” de informação ou “medição” quântica, por exemplo - provoca anormalidade no entrelaçamento - ou emaranhamento - quântico entre partículas, originando a redução da coesão daquele estado quântico, com perda - “vazamento” - de informação. Essa ocorrência reduz a Incerteza Quântica e promove a “proximidade” entre o fenômeno quântico e o comportamento clássico da matéria. Também reduz a eficiência nas trocas de informações entre os **Qubits**, fato que cientistas e especialistas vêm tentando solucionar.

**TUNELAMENTO QUÂNTICO** - Transpondo as barreiras existentes, em certas ocorrências e com muita energia, algumas partículas “escapam” da Força Forte do núcleo atômico, produzindo a Radioatividade, explicada pela mecânica quântica. **Tunelamento Quântico** é a ocorrência de partículas transporem - ultrapassarem “diretamente” em vez de contornarem - estados de energia “classicamente proibidos”. Partículas podem escapar de espaços “cercados” por barreiras potenciais, mesmo quando sua energia cinética é menor que a energia potencial das barreiras. Simplificando, em resultados “impossíveis” para os conceitos da física clássica, as partículas “atravessam” barreiras, sejam elas “materiais” ou “campos eletromagnéticos”.

Exagerando em exemplo “grosseiro”, seria como arremessarmos uma bola de tênis contra uma parede e, em vez de “quicar” e retornar, ela atravessar a parede para o lado oposto. Em exemplo; conforme já observado em tópico anterior, números inimagináveis de Neutrinos literalmente atravessam ininterruptamente nosso corpo, todas as matérias e o próprio planeta. Cientistas teorizam a possibilidade de algumas moléculas quânticas também possuírem similares condições.

**PRINCÍPIO DE EXCLUSÃO DE PAULI** - É o fundamento para muitas das propriedades características da matéria, desde sua estabilidade até suas regularidades expressas pela tabela periódica dos elementos. Afirma que dois Férmions idênticos, de mesmo Spin, energia, momento angular e magnetismo, não podem ocupar simultaneamente o mesmo estado e mesmo espaço quântico.

**TEORIA DAS CORDAS** - Ainda gerando polêmicas, é admitida por minoria e refutada por maioria de físicos, oscilando temporalmente entre avanços e retrocessos em sua credibilidade. A física afirma que partículas elementares e partículas fundamentais não possuem subestrutura, ou, que são “pontos” sem “dimensão” ou, sem “extensão”. Na busca de teoria que permita melhor

compreender a **Força da Gravidade**, esperando conseguir sua interação com as outras três Forças Fundamentais da Natureza, os defensores da Teoria das Cordas consideram que a partícula quântica é unidimensional com extensão, em formato linear com duas extremidades, ou em loop, com “alças fechadas”, ou anelar, com extremos unidos, constituindo pontos, membranas e outras características em múltiplas dimensões, também previstas por sua complementar “Teoria M”, que considera a existência de até “onze dimensões” coexistentes. A maioria dos físicos ainda considera essa teoria como inviável e improvável.

## **A FÍSICA QUÂNTICA EM NOSSO COTIDIANO**

Geralmente sem percebermos e conhecermos a procedência, facilitando nosso cotidiano diariamente estamos sendo beneficiados por “novos” utilitários proporcionados por conhecimentos da física quântica. Na condição de leigos, meu caso, os conhecimentos que adquirimos a respeito dos avanços e domínios dessa revolucionária ciência sempre nos chegam atrasados em alguns anos, considerando as datas das edições, traduções e publicações dos excelentes livros com quais somos brindados.

Assim considerando, é sensato entendermos que os atuais avanços e domínios úteis das ocorrências e efeitos proporcionados pela Física e/ou Mecânica Quântica são hoje superiores aos que conhecemos. Apenas como exemplos, destaco a seguir duas ocorrências que podem estar mais avançadas em seus desenvolvimentos e utilizações, sem que os detalhes dos conhecimentos atualizados tenham nos chegado, ainda!

## **FOTOSSÍNTESE UTILIZADA NA PRODUÇÃO DE ENERGIA**

Ao atingir uma folha vegetal a luz solar colide com moléculas de clorofila, que absorvem a energia dos Fótons, a espalhando como ondas ao longo das células da planta, as conduzindo para seus centros de reações químicas, por meio de efeitos quânticos. A produção de energia capturada nessa ocorrência é infinitamente maior e mais eficiente que as obtidas nas captações, transformações e utilizações práticas conseguidas artificialmente pelos nossos painéis solares, utilizados em nosso benefício na captação de energia.

Cientistas teorizam que, melhor entendendo e dominando a ocorrência quântica da Fotossíntese, ela poderá ser utilizada na produção de painéis solares com eficiência muitas vezes superiores às atualmente conseguidas.

## **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM COMPUTADORES**

Alguns cientistas acreditavam que a criação e uso da inteligência artificial nunca chegaria à evolução intelectual dos níveis produzidos nas atividades do cérebro e da consciência dos humanos. Outros afirmavam que essa condição não seria



realidade para uso contínuo da população, e, principalmente, que nunca atingiria e ultrapassaria o poder do intelecto humano.

Atualmente o uso da Inteligência Artificial já está bastante avançado e sendo popularizando, disponibilizada em tradicionais editores de textos e sistemas de mensagens similares a chats, com uso intensamente popularizado

Circulam como seguras verdades que são comuns os usos de computadores que vencem os mais eficientes enxadristas conhecidos, e o êxito que obtém em resultados de experiências nas quais humanos são vencidos no “Teste de Turing”, criado por Alan Turing, matemático, cientista, lógico, criptoanalista, filósofo e biólogo, considerado o “pai” dos computadores.

Nesse teste são promovidos diálogos entre duas partes que “não se conhecem e não se veem”, permanecendo isoladas por invioláveis barreiras visuais, trocando diálogos verbais livres, com questionamentos, respostas, argumentos, afirmações, negações e similaridades, até que o lado em teste consiga definir e declarar se está dialogando com humano ou com computador provido de inteligência artificial.

Afirmam que, errando no diagnóstico, os humanos são derrotados com facilidade pela inteligência artificial de computadores. E, atualmente, como antes comentado, os computadores quânticos já são realidade, embora pouco popularizada.

**CURIOSIDADE** - Associada à inteligência artificial, a “chegada” da computação quântica eficiente também **trouxe nova situação delicada!**

Os especialistas afirmam que; o poderoso uso que está disponível possibilita enorme facilidade e agilidade para desvendar todas as criptografias e todos os códigos nos tipos e formatos hoje utilizados com sucesso, eliminando a segurança na privacidade pública, coletiva e individual!

Então, essa revolucionária tecnologia impôs missão complementar aos cientistas e especialistas, que estão proporcionando os progressos em curso; **têm que também criar sistemas novos de criptografias e codificações quânticas altamente poderosos e eficientes!**

Certamente já resolveram, ou estão próximos da solução!

Paulo Dirceu Dias

[paulodias@pdias.com.br](mailto:paulodias@pdias.com.br)

<https://www.pdias.com.br/>

Sorocaba - SP

27/04/2024

**Fontes de estudos:** livros diversos (Stephen Hawking, Carlo Rovelli, Richard P. Feynman, Roger Penrose, Roger A. Freedman, Brian Greene, Marcelo Gleiser, Yuval Noah Harari, Colin Stuart, Alberto Delerue, Mari Fulfaro, Iberê Thenório, Michael Baigent e parceiros, Adam Hart-Davis e parceiros, e outros), e matérias confiáveis na Internet.