



**Assembleia Legislativa
do Estado do Ceará**

Conselho de Altos Estudos e
Assuntos Estratégicos



Aos Jovens

O Desafio da Ciência
no Século XXI

ARIOSTO HOLANDA



EDIÇÕES
INESP

Fortaleza | 2015



Assembleia Legislativa do Estado do Ceará

Conselho de Altos Estudos e
Assuntos Estratégicos

Aos Jovens

O Desafio da Ciência
no Século XXI

ARIOSTO HOLANDA

Fortaleza-CE. | 2015

FICHA TÉCNICA

Copyright – © 2015 by INESP

INSTITUTO DE ESTUDOS
E PESQUISAS SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DO
CEARÁ – INESP

CONSELHO DE ALTOS ESTUDOS
E ASSUNTOS ESTRATÉGICOS
DA ASSEMBLEIA LEGISLATIVA
DO ESTADO DO CEARÁ

Assistente editorial

Andrea Fernandes Melo

Coordenação geral

Ariosto Holanda

Capa

Valdemice Costa de Sousa (Valdo)

Apoio administrativo

Antonio Martins da Costa
Flávia Vasconcelos Diógenes
Paulo Sérgio dos Santos Carlos
Ronaldo Mota
Tânia Maria Rodrigues de Pinho

Jornalista responsável

Angela Marinho – (MtB CE 686JP)

Catalogado: Biblioteca César Cals de Oliveira, da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará.

H 722 j Holanda, Ariosto.

Aos jovens: o desafio da Ciência no século XXI/ Ariosto Holanda. – Fortaleza:
INESP, 2015.
171p.

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Biotecnologia. 4. Nanotecnologia. I. Holanda, Ariosto II.
Assembleia Legislativa do Estado do Ceará. III. Instituto de Estudos e Pesquisas sobre
o Desenvolvimento do Estado do Ceará. IV. Título.

CDDir. 500

Instituto de Estudos e Pesquisas Sobre o Desenvolvimento do Ceará - INESP
Av. Desembargador Moreira, 2807
Ed. Senador César Cals – 1º andar
CEP 60170-900 – Fortaleza, CE – Brasil
Tel.: (85) 3277.3701
inesp@al.ce.gov.br

APRESENTAÇÃO

“O avanço da tecnologia tem resultado no aprofundamento do conhecimento de poucos e no aumento da ignorância de muitos”.

O professor Ariosto Holanda, secretário executivo do Conselho de Altos Estudos da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará escreveu esse livro *Aos Jovens - O Desafio da Ciência no Século XXI*, com o objetivo de atrair os estudantes do ensino fundamental e médio para as áreas estratégicas imprescindíveis ao desenvolvimento científico e tecnológico do país: Matemática, Física, Química e Biologia.

A fim de mostrar a evolução do conhecimento científico, ele apresenta mini biografias dos principais cientistas e pensadores que, com suas teorias e invenções, contribuíram decisivamente para o mundo alcançar o estágio atual do desenvolvimento tecnológico.

Estamos no século das revoluções científicas, diz o professor Ariosto:

- *Revolução quântica* que nos leva a nanotecnologia e novos materiais;
- *Revolução biomolecular* responsável pela engenharia genética e biotecnologia;
- *Revolução computacional* com o avanço da inteligência artificial;
- *Revolução das energias limpas* para diminuirmos a ameaça do aquecimento global.

A Assembleia Legislativa, juntamente com o Conselho de Altos Estudos, ao publicar esse trabalho, que me honra apresentar, pretendem distribuí-lo entre os jovens, para que estes, em análise ou discussão, se sensibilizem, e procurem preencher os vazios desse segmento tão importante para o desenvolvimento do país: Ciência, Tecnologia e Inovação.

Deputado José Albuquerque
Presidente da Assembleia Legislativa do Ceará

**MESA DIRETORA
DA ASSEMBLEIA LEGISLATIVA
DO ESTADO DO CEARÁ**

Presidente

Dep. José Albuquerque

1º Vice-Presidente

Dep. Tin Gomes

2º Vice-Presidente

Dep. Danniell Oliveira

1º Secretário

Dep. Sérgio Aguiar

2º Secretário

Dep. Manuel Duca

3º Secretário

Dep. João Jaime

4º Secretário

Dep. Joaquim Noronha

SUPLENTES

1º Suplente

Dep. Ely Aguiar

2º Suplente

Dep. Aderlânia Noronha

3º Suplente

Dep. Robério Monteiro

**CONSELHO DE ALTOS ESTUDOS
E ASSUNTOS ESTRATÉGICOS
DA ASSEMBLEIA LEGISLATIVA
DO ESTADO DO CEARÁ**

Titulares

Dep. Tin Gomes (presidente)

Dep. Bruno Pedrosa

Dep. Agenor Neto

Dep. Sérgio Aguiar

Dep. Heitor Férrer

Dep. Roberto Mesquita

Dep. Evandro Leitão

Eng. Ariosto Holanda

(secretário executivo)

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	09
UMA BREVE HISTÓRIA	16
VISÕES DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA.....	19
BIOTECNOLOGIA.....	23
NANOTECNOLOGIA.....	26
A QUESTÃO ENERGÉTICA.....	31
AS GRANDES DESCOBERTAS CIENTÍFICAS.....	56
MARCOS HISTÓRICOS DA CIÊNCIA.....	58
OS 20 DESAFIOS DA CIÊNCIA MODERNA.....	63
GRANDES NOMES DA FÍSICA.....	67
GRANDES NOMES DA BIOMEDICINA.....	107
GRANDES NOMES DA QUÍMICA.....	124
MARCOS HISTÓRICOS DAS INVENÇÕES.....	137
SITES DOS PRÊMIOS NOBEL	155
REFLEXÕES	167
LIVROS E PUBLICAÇÕES CONSULTADOS.....	170

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Ao refletir sobre o avanço tecnológico ocorrido no século XX decidi fazer uma retrospectiva histórica da escalada do homem na sua busca do saber e ao mesmo tempo perguntar:

“Como o homem, a partir da alavanca e da roda, chegou ao atual nível de conhecimento?”

Sabemos que ele sempre procurou na *invenção e inovação*, desde o tempo das cavernas, os meios que viessem lhe proporcionar melhor qualidade de vida e prazer.

A história das invenções e das descobertas científicas é longa. Desde os filósofos gregos que a ciência tenta explicar a matéria, natureza, razões do universo e suas origens.

Mas o marco histórico, que mudou a forma de pensar, de encarar a natureza e que deu origem à moderna concepção científica, foi iniciado no século XV e se estendeu até o final do século XVI.

Ele é conhecido como *Renascença*.

Foi nesse período que o misticismo, que tinha marcado a *Idade Média*, foi desafiado.

O humanismo, ao ser estimulado pelo aprendizado, passou a encorajar os homens e reconhecer a beleza do mundo natural.

Foi no século XV que as viagens marítimas ampliaram o conhecimento das cartas geográficas, descobriram novas rotas - principalmente as do ocidente - e proporcionaram uma nova visão do mundo. Essas descobertas tiveram profundas repercussões na interação entre os povos.

As invenções do papel e da imprensa, ambos originários da China, ampliaram a difusão do conhecimento. Mas foi a invenção das prensas móveis por Gutenberg, na Alemanha, que se deu a impressão de livros em quantidade e conseqüente divulgação do saber. A Bíblia, por exemplo, passou a ser um dos livros mais editados.

Nos séculos XVII e XVIII, o desempenho da Física foi marcante, principalmente, no campo da ótica, eletricidade, magnetismo, calor e natureza do vácuo.

Já os séculos XIX, XX e XXI passaram a ter as seguintes características:

Século XIX – *das descobertas científicas e invenções*

- As Leis da Mecânica de Newton e as Leis de Indução Eletromagnética de Faraday e Ampère proporcionaram o advento de máquinas, motores e equipamentos e deram suporte à *Revolução Industrial*.
- As máquinas térmicas, com suas caldeiras, turbinas e motores de combustão interna, deram um novo rumo aos transportes ferroviários, marítimos e rodoviários.

Século XX - se o século XIX foi o das invenções, o século XX pode ser caracterizado como *o do conhecimento*.

- O segredo do átomo é desvendado.
- A molécula da vida (DNA) passa a ser conhecida.
- O computador dá suporte a todas as áreas do conhecimento.
- A física se constitui no pilar principal das grandes invenções como as do rádio, televisão, radar, raios-X, transistor, microeletrônica, computador, laser, ressonância magnética e outras.

Século XXI - vai ser o século das revoluções:

- **Revolução Quântica** – o aprofundamento do conhecimento da *matéria* pelo estudo do átomo e partículas subatômicas dará suporte a essa nova fronteira chamada de *nanotecnologia*.
- **Revolução Biomolecular** - a decodificação das moléculas e da célula da *vida*, o DNA, terá papel fundamental no fortalecimento da *biotecnologia e engenharia genética*.
- **Revolução da Informática** – o avanço da inteligência artificial, com o advento de supercomputadores, assumirá cada vez mais o controle e a gestão dos processos produtivos.
- **Revolução da Energia** - a energia oriunda dos combustíveis fósseis (*petróleo, carvão mineral e gás*) deverá ser substituída por fontes não poluentes e renováveis (*solar, eólica, biomassa, hidrogênio e outras*).

O século XXI vai mudar a lógica do poder econômico. Se antes a riqueza das nações derivava dos seus recursos naturais e de grandes somas de capitais, hoje, ela depende do seu patrimônio educacional, científico e tecnológico. Terá poder quem tiver conhecimento. As nações que investirem nessas quatro revoluções poderão alcançar novos patamares porque terão superioridade competitiva no mercado internacional. O Ministério de Indústria e Comércio do Japão listou tecnologias-chaves que alavancarão a riqueza e a prosperidade dos países no século XXI. Nessa lista estão destacadas:

- Microeletrônica
- Biotecnologia
- Nanotecnologia e Ciência dos Materiais

- Telecomunicações
- Fabricação de Aeronaves
- Máquinas Ferramentas e Robôs.
- Computação – hardware e software

Apesar dos benefícios que o avanço tecnológico vem proporcionando à humanidade, observa-se, no entanto, que em alguns casos a sua aplicação tem levado à degradação do meio ambiente, desastres ecológicos, desequilíbrios econômicos e sociais e principalmente, concentração de renda nos países do primeiro mundo.

Nota-se, também, que muitos dos benefícios, que a ciência tem proporcionado, estão distribuídos desigualmente, como resultado dos desequilíbrios entre países, regiões e grupos sociais, e o que é pior, observa-se que o avanço tecnológico tem resultado no aprofundamento do conhecimento de poucos e no aumento da ignorância de muitos.

Nesse contexto, o grande fator de desequilíbrio entre ricos e pobres não está mais na riqueza em si, mas, na concentração do saber.

Por isso, é importante ressaltar, que o desenvolvimento científico e tecnológico tanto pode acabar com a pobreza, curar doenças e proporcionar a capacitação como pode destruir pessoas, como ocorreu durante as duas guerras mundiais, quando foram utilizados gás venenoso, metralhadoras e bomba atômica. Mas, também, foi a tecnologia que garantiu o soerguimento daquela população das ruínas da guerra.

O segredo está em encontrar a sabedoria; é ela que tem a capacidade de identificar problemas, analisá-los, e abrir caminhos para a solução dos mesmos.

Kant já dizia: *“Ciência é conhecimento organizado. Sabedoria é vida organizada”*.

Infelizmente estamos vivendo uma sociedade sem sabedoria. Isaac Asimov assim se expressou: *“O aspecto mais triste de nossa sociedade é que a ciência acumula conhecimento mais rápido do que a sociedade acumula sabedoria.”*

Ao contrário da informação, a sabedoria não pode ser distribuída *via blog* e conversas *pela internet*. Hoje, estamos sendo invadidos por um número de informações excessivas e desconexas. Quando isso acontece fica a sensação de vazio, como se estivéssemos vagando ao léu.

Então, de onde vem a sabedoria? Em parte, do debate democrático e sensato de lados opostos, muitas vezes confuso e rancoroso.

E o que é democracia? Bernard Shaw já dizia:

“A democracia não é fácil; ela é um artifício que garante que seremos governados como merecemos”.

Mas a internet, com todas as suas falhas e excessos, surge como uma guardiã das liberdades democráticas. É por tudo isso que o caminho para se chegar à democracia está no homem educado e bem informado que possa discutir racional e imparcialmente as questões do dia a dia.

Há necessidade, portanto, de um amplo debate democrático na produção e aplicação do conhecimento científico. O uso, por exemplo, de transgênicos, células troncos e armas nucleares deve ser discutido.

A maneira mais correta de chegarmos a uma boa discussão é pela educação. O homem sábio pode decidir sobre as tecnologias mais adequadas para a sociedade em que vive.

Exemplos de questionamentos:

- 1.1. Que novas indústrias devem substituir as antigas?
- 1.2. Como devemos preparar os jovens para o futuro mercado de trabalho?
- 1.3. Até onde devemos avançar com a engenharia genética nos seres humanos?
- 1.4. Como reformar o atual sistema educacional, decadente e disfuncional para enfrentar os desafios do futuro?
- 1.5. O que fazer com milhões de trabalhadores cuja força de trabalho é cada vez menos exigida ou nem mais o é?
- 1.6. Como resolver a questão do aquecimento global e da proliferação nuclear?

Nesse trabalho, procuro ressaltar a importância das fronteiras do conhecimento que estão revolucionando o mundo: *Biotecnologia, Nanotecnologia e 20 Desafios da Ciência Moderna*

Apresento também uma análise sobre a questão energética e a preocupação que devemos ter com o aquecimento global.

Destaco, também, biografias resumidas dos grandes nomes da Física, Química e Biomedicina que, nos últimos 400 anos, com suas teorias e invenções, contribuíram decisivamente para chegarmos ao estágio atual do conhecimento científico e tecnológico.

Informações sobre inventos e inventores, por área de conhecimento, e os “*sites dos Prêmios Nobel*”, são destacadas nos últimos capítulos.

Ao finalizar, gostaria de ressaltar e defender que qualquer que seja o nosso nível de conhecimento científico ele deve estar sempre a serviço da humanidade, contribuindo com inovações que proporcionem:

- Aumento da expectativa de vida;
- Cura de doenças;
- Maior produção de alimentos;
- Melhoria da qualidade de vida;
- Promoção da paz;
- Igualdade entre os povos;
- Preservação do meio ambiente.

Só assim, teremos um mundo mais justo, fraterno e mais humano.

UMA BREVE HISTÓRIA

Ao fazer uma breve análise da escalada da ciência pude perceber como a vida mudou, significativamente, nos últimos cem anos.

Constatei esse fato quando comparei o mundo recente dos meus avós e pais com a realidade de hoje dos meus filhos e netos.

A minha avó, que nasceu em 1894, ao me falar de seu tempo de infância e adolescência descrevia evidências que mostravam como a vida era difícil.

Por exemplo, dizia ela, para percorrer distâncias maiores, como não havia carro, utilizavam-se cavalos que seguiam pelas veredas ou trilhas até o destino final.

A comunicação à distância entre pessoas se fazia por meio de cartas que eram postadas no correio. Esse tipo de correspondência demorava meses para chegar ao endereço e outro tanto para vir a resposta. Somente em casos de urgência apelava-se para o telégrafo a fio.

Em relação à saúde, falava-me das epidemias que ocorriam com frequência: malária, tifo, tuberculose, difteria, gripe, varíola e outras que matavam milhares de pessoas. Quase todas decorrentes da falta de higiene, saneamento, água tratada e de melhores condições habitacionais. Não existiam vacinas e antibióticos. A defesa imunológica das pessoas era a principal arma para combater as doenças.

Pensar que um ser humano poderia doar seus órgãos para outra pessoa seria no mínimo uma heresia ou uma ofensa às crenças religiosas. Hoje, no entanto, é uma prática comum o transplante de órgãos.

Equipamentos eletrônicos como os dos dias atuais, dos meus

netos: computador, televisão, celular, iphone, ipad, internet e outros - faziam parte da ficção ou da imaginação. Somente o rádio dava seus primeiros sinais de comunicação.

Cursei engenharia civil na década de 50. Naquela época havia pouca especialização, por isso estudávamos, além das matérias do curso as disciplinas de eletrotécnica geral, mecânica e química. Era um curso politécnico. Computador, nem pensar. Professores e alunos usavam régua de cálculo ou máquina de calcular Facit.

Os sistemas de áudio e vídeo das décadas de 50 e 60 eram formados pelo rádio, que dominava a comunicação, a radiola e vitrola que tocavam discos de cera ou de vinil e a televisão com imagem preta e branca. Todos usavam as antigas válvulas eletrônicas.

Foi a invenção do transistor e sua aplicação comercial, a partir de 1960, que desencadearam a era da microeletrônica. Surgiram, daí, vários aparelhos, instrumentos e equipamentos eletrônicos que deram suporte a diferentes áreas do conhecimento, principalmente a da informática.

Lembro-me que a minha universidade, em 1974, tinha um computador IBM / 1130 com 16 kbytes de memória que ocupava o espaço de uma sala de aula. É isso mesmo, 16 kbytes de memória. Usávamos o livro de programação Fortran do Pacitti e cartões perfurados para nos comunicar com a máquina.

Tal é o avanço tecnológico que, hoje, um simples *pendrive* pode armazenar gigabytes e se comunicar diretamente com a máquina.

Até a década de 60 o desenvolvimento da engenharia era lento, gradual e linear. Foi a microeletrônica que proporcionou o crescimento rápido e exponencial da ciência e tecnologia, com reflexo na engenharia e suas especialidades.

Essa explosão de tecnologia que estamos vivenciando tem nos causado perplexidade. Jamais os nossos avós poderiam imaginar que aquelas cartas que levavam meses para chegar ao seu destino seriam substituídas por aparelhos como celular e internet que não só falam e transmitem texto, mas tocam música, passam vídeo, tiram foto, filmam e calculam.

O avanço da ciência tem proporcionado fantásticas inovações tecnológicas como as da *química fina* que garante os novos medicamentos; da *biotecnologia e engenharia genética*, que proporcionam melhores condições de saúde e de produção de alimentos; da *nanotecnologia*, que produz novos materiais e permite armazenar um número grande de informações em CD, DVD, PENDRIVE, e da comunicação que, com seus satélites, celulares, internet encurtam a distância da informação e do conhecimento.

Mas tudo isso só ocorreu porque o homem passou a explorar o mundo do infinitamente pequeno. As pesquisas básicas e aplicadas da física e química abriram os caminhos para se trabalhar com as moléculas e partículas do mundo subatômico. Estamos ainda aprendendo as regras básicas do jogo no microcosmo e desvendando os seus mistérios.

Dessa exploração surgiram duas fronteiras do conhecimento com aplicações e resultados surpreendentes: *Nanotecnologia e Biotecnologia*.

Diante desses fatos, fica a pergunta:

Se os nossos avós jamais imaginariam o mundo atual dos seus netos, o que poderemos, nós, imaginar para os nossos netos? Daqui a cem anos, fim do século XXI, o mundo será tão diferente, quanto o foi para o mundo do século XX que começou com o cavalo e terminou com o Homem no espaço?

VISÕES DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

“O futuro surge como uma escada rolante deslocando-se de cima para baixo, com velocidade crescente, trazendo novos conhecimentos: biotecnologia, nanotecnologia, telecomunicações, engenharia genética, inteligência artificial, energia e outros; muitos estão tentando subir e desistem dizendo que estão velhos. A esperança está nos jovens, que cheios de energia e vontade, devem dizer: vou subir nessa escada porque ela representa o meu futuro.”

A ciência está abrindo um mundo que antes para nós era sonho ou ficção. Daqui a dez anos, tal é o avanço tecnológico, que estaremos consumindo 50% de bens e serviços que ainda não foram inventados. Em 1780, Benjamin Franklin, que viveu numa época onde a vida era brutal e com predominância de pobreza, escreveu:

“É impossível imaginar até onde pode chegar, em mil anos, o poder do homem sobre a matéria”.

E fez as seguintes previsões:

- O homem vai conseguir diminuir a força da gravidade de grandes massas, dando-lhes leveza, em benefício do transporte fácil;
- A agricultura vai duplicar a sua produção;
- As doenças terão melhores diagnósticos e serão curadas por meios seguros;
- A vida será prolongada.

Algumas já aconteceram e outras estão por vir.

Por exemplo, já estamos vivendo a primeira fase da *medicina molecular*. Tudo começou quando, em 1940, o físico austríaco *Erwin Schrodinger*, ao escrever o livro “*O que é a vida*”, defendeu a tese de que a vida se baseava num código genético armazenado numa molécula. “Quem encontrasse essa molécula iria desvendar o segredo da vida”, disse ele.

Em 1953, o físico *Francis Crick*, inspirado nesse livro, se associou ao geneticista *James Watson*; juntos, descobriram a molécula do **DNA**, cuja estrutura tem a forma de uma dupla hélice contendo informações sobre o segredo da vida.

O avanço da genética molecular levou o governo dos EUA a criar o **Projeto Genoma**, que tem como coordenador o cientista Francis Collins, autor do livro *Linguagem de Deus*. Esse projeto tem como objetivo decifrar o código genético de mais de 50.000 genes humanos.

A *Biotecnologia* está se juntando à *Nanotecnologia* para a criação da **Engenharia de Tecidos**, que irá proporcionar a fabricação de material humano para substituir tecido doente. As pessoas irão dispor de um CD com a descrição dos seus genes. O seu médico virtual, no seu diagnóstico, se encontrar órgão doente pedirá para fabricar um novo tecido.

Por sua vez os medicamentos serão formados de *nanopartículas* inteligentes que, se injetadas na corrente sanguínea, funcionarão como bombas para destruir células doentes ou cancerosas.

O estudo da Física Moderna passa pela compreensão das **quatro forças da natureza**. É fundamental, para entender o universo e o mundo em que vivemos, estudar essas forças. Todas as interações da matéria como: *puxar, atritar, queimar, congelar, aquecer, bater, fragmentar, explodir, elevar, empurrar e outras*, podem ser explicados pela atuação dessas forças.

- **Força da Gravidade** – é a mais conhecida; foi estudada por Isaac Newton, que deu fundamento à Mecânica. Ao analisar o comportamento dos corpos pela cinemática, estática e dinâmica ele abriu o caminho para a revolução industrial com o advento das máquinas e equipamentos industriais.
- **Força Eletromagnética** – Michael Faraday, James Clerk Maxwell e André Marie Ampère, ao estudarem os fenômenos eletromagnéticos descobriram as leis que os regem e com isso proporcionaram uma verdadeira revolução no mundo da eletricidade e magnetismo. O seu estudo desencadeou a revolução eletrônica e o advento de milhares de equipamentos elétricos e eletrônicos como transformadores, motores e geradores elétricos, raios-X, computadores, televisores, tomógrafos e outros.
- **As duas Forças Nucleares:** fraca e forte.
 1. **Força Forte** – responsável por manter presos os prótons e os nêutrons no interior do núcleo atômico e, dentro deles, os *quarks*.
 2. **Força Fraca** – é a responsável pela desintegração radioativa de elementos como urânio e cobalto.

O estudo dessas forças nucleares deu origem à célebre equação de Einstein $E = mc^2$ e desencadeou o poder das armas atômicas.

Os físicos, também, descobriram que a cada força está associada uma partícula que determina a sua intensidade: *a força forte tem como partícula o **glúon**; a força fraca o **bóson**; a força eletromagnética o **fóton** e a força da gravidade o **gráviton**.*

Atualmente, duas teorias procuram explicar essas forças:

Teoria da Relatividade - descreve melhor a força da gravidade;

Teoria Quântica - o segredo do mundo subatômico explica melhor as outras três forças. É ela que dá suporte a outras áreas do conhecimento, como:

- **Ciência da computação e inteligência artificial** – num futuro próximo iremos mover objetos com o comando do pensamento;
- **Biotecnologia** – com a revelação do segredo do DNA está surgindo a engenharia molecular, que proporcionará a reparação de órgãos do corpo humano e mais tempo de vida;
- **Nanotecnologia** - será responsável pelo surgimento de novos materiais, transformação de objetos, fabricação de medicamentos inteligentes e pela revolução digital que dará suporte aos equipamentos eletrônicos da sociedade moderna.

BIOTECNOLOGIA

Ao pé da letra podemos dizer que **BIO + TECNO + LOGIA** é o estudo da *tecnologia* tendo como base a *biologia*. Mas a *Convenção da Diversidade Biológica* realizada pela ONU deu a seguinte definição: “*Biotecnologia é o uso de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre as propriedades dos seres vivos com o fim de resolver problemas ou de criar produtos de utilidade*”.

O termo pode também ser definido como a aplicação de conhecimento nativo e/ou científico para o gerenciamento de (partes de) microrganismos, ou de células e tecidos de organismos superiores, de forma que estes forneçam bens e serviços para uso dos seres humanos. Para isso, ela utiliza organismos vivos ou partes deles para a produção de bens ou serviços. Esse organismo vivo atua como agente intermediário para transformar um produto inicial num produto final desejado. Por exemplo, quando utilizamos fermento para fabricar pão, estamos utilizando princípios da biotecnologia. Ela não é uma invenção nova. Pasteur e Alexander Fleming eram biotecnologistas. Eles utilizaram “*bolor ou mofo*” para produção de medicamentos no combate às doenças (a penicilina, por exemplo).

Há muitos anos, o homem já vinha desenvolvendo o que chamamos de *Biotecnologia Antiga*; aplicava esse conhecimento na agroindústria e na produção de alimentos fermentados como vinho, cerveja, iogurte, e pão.

Atualmente, chamamos de *Biotecnologia Moderna* aquela que faz uso da informação genética oriunda da pesquisa biológica molecular ou celular, ou da genética, bioquímica e embriologia. Segundo o professor Hans Gunter Gassen, do

Instituto de Bioquímica da Universidade de Darmstadt, na Alemanha, três inovações contribuíram para a Biotecnologia Moderna.

1. A descoberta, por Jim Watson e Francis Crick, da estrutura química do DNA na forma de uma dupla hélice, deixando claro para os químicos e biólogos que se tratava de uma entidade química que poderia ser submetida à análise e síntese.
2. A descoberta de Stanley Cohen e Herbert Boyer da técnica do DNA recombinante. Após combinarem fragmentos de DNA de bactérias e de camundongos, e introduzi-los num tubo de ensaio com microrganismos, observaram que o material genético estranho foi copiado quando as células duplicaram.
3. A chamada reação em cadeia da *polimerase*(PCR) que possibilitou amplificar quantidades mínimas de DNA para melhor ser analisado.

Essas três inovações tornaram possível, não só, a reprogramação de seres vivos: microrganismos, plantas e animais, como também a criação de produtos farmacêuticos cada vez mais eficazes no tratamento das doenças.

Gary G. Nabel, editor da *Nature Biotechnology* escreveu: “Os avanços da ciência biológica humana proporcionaram uma nova plataforma para o desenvolvimento de tratamentos cada vez mais eficazes de doenças no próximo século”.

Com o conhecimento da estrutura do DNA (ácido desoxirribonucléico), e do correspondente código genético, teve início, a partir dos anos 50, a biotecnologia dita moderna. Foram, então, desenvolvidas a biologia molecular e a engenharia genética.

A *engenharia genética* nada mais é do que uma técnica usada para identificar, isolar e transferir genes de um organismo para outro, de modo a possibilitar a obtenção de novos e úteis produtos para o homem.

A biotecnologia, escreveu o farmacêutico bioquímico Flávio Finardi, professor da Universidade de São Paulo (USP), *“está contribuindo para a melhoria da qualidade de vida em diversos aspectos. Os benefícios dessa ciência para o consumidor já são notados nas indústrias farmacêuticas e de alimentação e em outras áreas, como as da medicina, produção industrial e pecuária. Além de aumentar a oferta de alimentos e desenvolver produtos mais nutritivos, ela vai ser capaz, em breve, de reduzir a quantidade de substâncias indesejáveis nos alimentos, como as que naturalmente podem levar à reações alérgicas”*, afirma aquele professor.

Os transgênicos, que são considerados os principais produtos resultantes dos trabalhos da biotecnologia e engenharia genética, podem ser assim definidos:

“Transgênicos ou organismos geneticamente modificados (OGMs) são aquelas estruturas orgânicas que receberam um ou mais genes de outro organismo e que passaram a apresentar características novas e especiais”.

São exemplos:

- Uma planta que tem sua qualidade nutricional melhorada com gene de outro organismo;
- Plantas resistentes a insetos que prejudicam as plantações
- Frutas e hortaliças que demoram mais para amadurecer, reduzindo perdas no campo e no comércio;
- Plantas com valor nutricional enriquecido, como o arroz e o feijão, com mais vitaminas;

- Vegetais que absorvem menos óleo quando são fritos; e plantas que são mais apropriadas para a agricultura e / ou mais adaptadas às condições adversas do ambiente.

Os transgênicos devem passar por testes rigorosos antes de serem liberados para consumo humano.

A biotecnologia que serve de base para a engenharia genética deve contribuir, portanto, para o combate à fome e à desnutrição no mundo, como também melhorar as condições do meio ambiente pela diminuição do uso de pesticidas e da movimentação de máquinas que usam combustíveis poluentes.

NANOTECNOLOGIA

Em 1900, o físico Max Planck, considerado o criador da teoria quântica, ao estudar o fenômeno da radiação, descobriu que a matéria absorve energia térmica e emite energia luminosa de forma descontínua, em quantidades discretas, que ele chamou de *quantum* e que a quantidade de energia contida num *quantum* estava relacionada com a frequência da radiação.

Em 1905, Einstein descreveu a energia luminosa como concentrada em corpúsculos, que chamou de “*fótons*”, e os caracterizou como partículas. Durante a primeira metade do século XX deu-se o surgimento da física quântica pelas seguintes razões:

- Havia necessidade de se estudar uma teoria atômica que explicasse o comportamento dos átomos e partículas subatômicas, porque os seus estados não seguiam as leis da física newtoniana;
- A quantidade de energia necessária para um elétron mudar de nível atômico precisava ser calculada;

- O estado dual das partículas atômicas durante uma radiação eletromagnética, ora se comportando como onda ora como partícula, precisava ser aprofundado.

Foi a partir desse mundo quântico que surgiu a mecânica quântica com áreas de atuação importantes como as da *Nanociência e Nanotecnologia*.

Enquanto a *Nanociência* é responsável pelo estudo voltado para manipulação da matéria em níveis atômico, molecular e macromolecular a *Nanotecnologia* se preocupa com o projeto e a aplicação de estruturas ou sistemas que controlam a forma e o tamanho do produto em escala nanométrica.

Tanto a *Nanociência* como a *Nanotecnologia* têm relações interdisciplinares com a física, química, bioquímica, biologia e matemática. Ela abre perspectivas nas áreas da genética, medicamentos, medicina, materiais, meio ambiente, computação, engenharia e outras, porque possibilita alterar a estrutura molecular da matéria, conferindo-lhe novas propriedades.

Esse conceito surgiu em palestra proferida em 1959 pelo físico Richard Feynman, intitulada “*Há bastante espaço no fundo.*” Na ocasião, ele disse que se dominássemos tecnologias para trabalhar no nível da escala nanométrica era possível condensar os 24 volumes da *Enciclopédia Britânica* numa cabeça de um alfinete. Feynman sonhava com o dia em que um físico poderia fabricar qualquer molécula, construindo-a átomo por átomo. Parte desse sonho, hoje é realidade. Em princípio, disse Feynman, penso que é possível para um físico sintetizar qualquer substância química que o químico conceba e anote. Coloque os átomos onde o químico diz, que você terá a nova substância, dizia Feynman.

Dito de uma maneira mais simples, a *Nanotecnologia* trata com as tecnologias que manipulam objetos em escala

nanométrica, onde um nanômetro (nm) equivale a um bilionésimo do metro, ou seja, 0,000.000.001m.

A palavra “*Nanotecnologia*” foi utilizada pela primeira vez pelo professor Norio Taniguchi, em 1974, para descrever as tecnologias que proporcionam a construção de materiais em escalas nanométricas. Para se ter ideia dessas dimensões, imagine esses tamanhos:

- Um fio de cabelo mede 100.000 nm;
- Um glóbulo vermelho mede 7.000 nm;
- A molécula de DNA mede 2,3 nm;
- Um átomo mede 0,2 nm.

Nessa escala os átomos do material apresentam características específicas; uns são sensíveis às cores, outros suportam altas temperaturas e outros têm condutividade elétrica alta.

Por apresentarem essas características peculiares, a indústria passou a se interessar pelos nanomateriais, com aplicação atualmente na produção de cosméticos, tintas, revestimentos de tecidos e outros.

Existem diferentes tipos de estruturas de materiais em escala nanométrica, sendo as mais conhecidas:

- **Nano tubos** - que apresentam características específicas de resistência mecânica e condutividade elétrica;
- **Lipossomos** – usados na indústria farmacêutica ou de cosméticos;
- **Nano esferas** – com aplicações em biomedicina e no câncer;
- **Nano cristais** – funcionam como semicondutores que emitem luz. Tem aplicação em estudos oncológicos;
- **Nano partículas** – superparamagnéticas - têm sua aplicação no combate às células cancerosas.

A nanotecnologia é uma ferramenta poderosíssima, jamais imaginada. Ela irá, neste século, proporcionar uma nova revolução industrial à medida que a fabricação molecular, pela manipulação de átomos, irá criar novos materiais com incríveis propriedades: elétricas, magnéticas, resistentes ou superleves. Isso com certeza terá reflexo na sociedade e economia, porque ela poderá aperfeiçoar o desenvolvimento humano, trazer crescimento sustentável, proteger a humanidade das ações de vírus e bactérias desconhecidos.

Resumiria dizendo que a nanotecnologia tem como finalidade principal a fabricação de novos materiais a partir dos tijolos básicos da natureza – os átomos. Para isso, ela estuda as técnicas para se chegar a um controle preciso e individual dos átomos. Os primeiros passos já foram dados com resultados surpreendentes na produção de:

- *Semicondutores, chips e outros;*
- *Nanocompósitos;*
- *Biomateriais.*

A área de *armazenamento de dados* é a que mais tem se beneficiado com a nanotecnologia. Estruturas pequenas foram criadas com capacidade de armazenamento que seria impensável há quinze anos. São exemplos:

- Pendrives com capacidade de gigabytes;
- Discotecas ou videotecas inteiras que podem ser arquivadas em tocadores de música ou vídeo, cujo exemplo mais famoso é o *ipod* da Apple;
- Aparelhos pequenos integrando televisores, rádios computadores, pendrives, relógios, agendas e aparelhos de celular.

As novas técnicas de compactação irão permitir que em pouco tempo tenhamos dispositivos do tamanho de um chaveiro com capacidade de armazenar uma biblioteca inteira.

Outra área que já sente os impactos proporcionados pela nanotecnologia é a de *novos materiais*. Os pesquisadores, ao trabalhar com diversos posicionamentos dos átomos de carbono, podem criar vários tipos de nanotubos e formar superfícies de diferentes propriedades.

Estes nanotubos podem ser utilizados, por exemplo, para produzir telas de cristal líquido mais brilhante e com a textura de uma folha de papel, que podem ser enroladas ou dobradas. Eles podem também ser utilizados para produzir materiais plásticos, com resistência e condutividade elétrica similar à dos metais, porém com uma densidade muito menor, e que os fariam funcionar tanto como superfície condutora ou isolante, dependendo das condições externas.

Esses são alguns exemplos dessa ferramenta poderosa que é a nanotecnologia. Ela irá, com certeza, proporcionar ao Homem um mundo mágico, impactante, cheio de sonhos e fantasias; mas esperamos que seja sempre voltado para uma qualidade de vida melhor.

A QUESTÃO ENERGÉTICA

A produção de alimentos e a poluição do ambiente são situações relacionadas diretamente com a questão energética. Precisamos cada vez mais de energia para produzir alimentos; porém, as fontes disponíveis, em sua maioria, são poluentes e responsáveis pelo aquecimento global.

Quem substituirá o Petróleo? Em curto prazo não existe nenhuma fonte limpa capaz de atender a demanda atual. Mas as pesquisas sobre as energias renováveis estão avançando. Os equipamentos de conversão de energia estão melhorando em rendimento, eficiência e diminuição de custos. São exemplos: eólica, solar e solar/hidrogênio, biomassa e outras. Vamos analisar a situação da matriz energética no mundo e no Brasil.

A Matriz de Energia

I. O Consumo de Energia no Mundo – Ano 2010

Foi de 8.677×10^6 tep (tonelada equivalente de petróleo), ou seja, **100,9 trilhões de KWH**, assim distribuídos por fontes:

Item	Origem	%
1	Petróleo	41,5
2	Gás Natural	15,3
3	Hidráulica	17,8
4	Fontes Renováveis	12,8
5	Carvão	9,8
6	Outras	3,4

II. O Consumo de Energia no Brasil – Ano 2010

Foi de 24.258×10^3 tep, ou seja, **282 bilhões de KWH**, assim distribuídos por fontes:

Item	Origem	%
1	Biomassa (bagaço de cana)	52,7
2	Petróleo	21,8
3	Gás natural	16,0
4	Hidráulica	9,5
5	Outras	0,1

III. Consumo de Energia Elétrica no Mundo

Da matriz mundial de energia, aproximadamente 17%, ou seja, **17,8 trilhões de KWH** foram de energia elétrica para a indústria (41%), transporte (1,6 %) e outros (56.9 %).

IV. Consumo de Energia Elétrica no Brasil

Da matriz brasileira de energia, aproximadamente 10%, ou seja, 28,0 bilhões de KWH foram de energia elétrica para indústria, comércio, residências e outros.

V. Principais Fontes Renováveis e Não Renováveis do Brasil

a) Fontes Renováveis:

Origem	%
Hidroeletricidade	14,4
Cana Açúcar	13,5
Outras Biomassas	13,2
Outras Fontes	2,7
Total	43,8

b) Fontes Não Renováveis

Origem	%
Urânio	1,5
Carvão Mineral	6,7
Gás Natural	8,9
Derivados Petróleo	39,1
Total	56,2

A principal fonte de energia renovável do Brasil é a **Hidráulica**, que tem um potencial de geração de 258.410 MW. Esse potencial encontra-se assim distribuído:

- 1) Região Norte:
 - a. Potencial: 111.396 MW
 - b. Explorado: 8,9 %
- 2) Região Nordeste
 - a. Potencial: 26.268 MW
 - b. Explorado: 40,4 %
- 3) Região Centro Oeste
 - a. Potencial: 78.716 MW
 - b. Explorado: 41 %
- 4) Região Sul
 - a. Potencial: 42.030 MW
 - b. Explorado: 47,8 %

Desse potencial, o Brasil só explora 28%, ou seja, 83.000 MW.

Até 2030, esse número deve chegar a 170.000 MW, com a contribuição da região amazônica, que deve ser de 60.000 MW.

Como vemos, a nossa matriz energética está focada na hidroeletricidade e na biomassa. Fomos os pioneiros no uso do etanol como combustível. A interação da hidráulica com a biomassa pode nos colocar na vanguarda de oferta de energia de baixa emissão de gases efeito estufa. O que precisamos é garantir o respeito à lei e às regras de segurança energética e ambiental.

A hidroeletricidade, além de ser uma vocação natural do Brasil, que domina a tecnologia das hidroelétricas, tem a vantagem de ser competitiva e renovável. É o terceiro potencial do mundo.

PRINCIPAIS FONTES DE ENERGIA

1. Derivados do Petróleo
2. Carvão Mineral
3. Gás Natural
4. Hidráulica
5. Nuclear
6. Biomassa
 - 6.1 Carvão Vegetal. Lenha, Bagaço de Cana.
 - 6.2 Etanol
 - 6.3 Biodiesel
7. Renováveis
 - 7.1 Solar
 - 7.2 Eólica
 - 7.3 Marés
 - 7.4 Geotérmica
 - 7.5 Célula Combustível.

CARACTERÍSTICAS DAS FONTES DE ENERGIA

I. Derivados do Petróleo

Origem do petróleo - Grandes quantidades de restos vegetais e animais muito pequenos se depositaram no fundo dos mares e lagos há milhões de anos e foram soterrados pelos movimentos da crosta terrestre.

Sob a pressão exercida pelas camadas de rochas e pela ação do calor, estes restos orgânicos foram se decompondo e se transformaram num óleo formado pela combinação de *moléculas de carbono e hidrogênio*, isto é, num composto de *hidrocarbonetos* denominado *petróleo*. Ele é uma substância oleosa, inflamável, menos densa que a água e com cheiro característico. Sua cor varia do negro ao castanho escuro.

Considerado uma fonte de energia não renovável, de origem fóssil, o petróleo tem em sua composição uma cadeia de hidrocarbonetos, cujas frações leves formam os gases e as frações pesadas o óleo cru. Ele tem em princípio, o seguinte espectro de derivados e respectivos percentuais:

- Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) - 7,6%;
- Gasolina - 16,9%;
- Diesel - 29,8%;
- Querosene - 5,7%;
- Óleos Combustíveis - 21,8%;
- Produtos Especiais - 18,2%.

Vantagens: Domínio da tecnologia para exploração e refino. Facilidade de transporte e distribuição.

Desvantagens: É um recurso esgotável. Libera dióxido de carbono na atmosfera, poluindo o ambiente e colaborando para o aumento da temperatura do planeta. Esses derivados do petróleo são os principais responsáveis pelo efeito estufa. O mundo queima por ano três bilhões de toneladas desses derivados. Desse total 58% (um bilhão e 700 milhões de toneladas) são devidos ao transporte, sendo a gasolina responsável por um bilhão e duzentos milhões de toneladas.

II - Carvão Mineral

O carvão mineral é formado a partir do soterramento e decomposição de restos materiais de origem vegetal. Em eras geológicas remotas, e principalmente no período carbonífero, grandes extensões do planeta eram cobertas por uma vegetação muito abundante que crescia em pântanos. Ao morrer, essas plantas ficavam submersas na água e se decompunham, perdendo átomos de oxigênio e hidrogênio e formando um depósito com elevado percentual de carbono.

Os diferentes tipos de carvão se classificam, segundo seu conteúdo de carbono fixo, em: turfa, linhito, hulha e antracito.

Apesar de ser conhecido há muito tempo, o carvão mineral assumiu importância mundial a partir do século XVIII, com a Revolução Industrial, e se constituiu como uma fonte de energia básica até a primeira metade do século XX, quando foi superado pelo petróleo.

Apesar disso, continua sendo uma das mais importantes fontes de energia da atualidade. Também revolucionou a indústria, os transportes (navegação e ferrovia a vapor) e

a termoeletricidade (usinas termoelétricas). Ainda hoje é empregado nas siderúrgicas (carvão coque) e na produção de eletricidade (termoeletricidade)

A continuidade da utilização desse combustível fóssil aumentará cada vez mais a concentração de gases na atmosfera. O quadro de não reversão dos processos regenerativos da atmosfera e a saturação pela concentração destes gases aumentam as consequências do efeito estufa sobre o planeta. O mundo queima, por ano, dois bilhões e seiscentos milhões de toneladas de carvão mineral.

A queima desse combustível e de outros combustíveis fósseis resulta na emissão de uma série de poluentes para o ar, destacando-se:

- Partículas: cinzas pesada, leve e volante;
- Gases: SO_x, NO_x e CO₂;
- Orgânicos: Hidrocarbonetos e POM (*polycyclic organic matter*);

Vantagens: Domínio da tecnologia de aproveitamento do carvão. Facilidade de transporte e distribuição.

Desvantagens: Influencia na formação da chuva ácida devido à liberação de poluentes durante a combustão, como: dióxido de carbono (CO²) e enxofre (SO²) e óxidos de nitrogênio. Contribui para o aumento do efeito estufa.

Alerta

O mundo precisa começar a programar a captura e armazenamento de carbono a fim de evitar o aquecimento global. A queima de carvão mineral é preocupante porque produz muito mais CO₂ nas termoelétricas onde é queimado

do que a queima do petróleo ou gás natural.

Como solução apontada para diminuir o efeito danoso do CO₂, está sendo proposto o uso de termoelétricas com a tecnologia **IGCC** (*ciclo combinado de gaseificação integrado*) associada com a instalação da tecnologia **CAC** (*captura e armazenamento de carbono*) em substituição às usinas tradicionais.

III - Gás Natural

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves, que à temperatura ambiente e pressão atmosférica permanece no estado gasoso. É um gás inodoro e incolor, não é tóxico e é mais leve que o ar. Trata-se de uma fonte de energia limpa que pode ser usada nas indústrias, substituindo outros combustíveis mais poluentes como óleos combustíveis, lenha e carvão.

É uma energia de origem fóssil, resultado da decomposição da matéria orgânica no interior da Terra; ele é encontrado em rochas porosas, no subsolo, e está frequentemente acompanhado por petróleo, formando um reservatório.

Por estar no estado gasoso não precisa ser atomizado para queimar. Isso resulta numa combustão limpa, com reduzida emissão de poluentes e melhor rendimento térmico.

A composição do gás natural pode variar bastante; o principal componente é o gás metano seguindo-se o etano, propano e butano. Apresenta baixos teores de dióxido de carbono, enxofre e contaminantes, como o nitrogênio. A sua combustão é completa, liberando como produtos o dióxido de carbono e vapor de água, dois componentes não tóxicos que fazem do gás natural uma energia ecológica e não poluente.

O gás natural caracteriza-se por sua eficiência, limpeza e versatilidade. É utilizado na indústria, comércio, residência e veículos. É altamente valorizado em consequência da progressiva conscientização mundial da relação entre energia e o meio ambiente.

Vantagens: Ele pode ser usado na forma gasosa ou líquida. A reserva é muito grande.

Desvantagens: Atualmente, são poucos os locais de abastecimento e o processo de carga é lento. É um recurso esgotável. A construção de gasodutos e navios especiais para o transporte e distribuição requer altos investimentos. Influencia na formação de chuva ácida, na alteração climática e no aumento do efeito estufa. O mundo queima, por ano, um bilhão e seiscentos milhões de toneladas.

IV - Energia Hidráulica

Água no Brasil

As fontes hídricas estão distribuídas nas bacias hidrográficas dos rios Amazonas, São Francisco e Paraná, que concentram cerca de 80% da produção hídrica do país.

Hidroelétrica

O processo de geração de energia nas grandes usinas hidroelétricas começa com a construção de barragens de acumulação para armazenar energia potencial hidráulica. Ao abrir as válvulas ou comportas, deixando a água passar, o potencial de energia hidráulica é convertido em energia cinética para movimentar a turbina e o gerador de eletricidade.

Normalmente, a energia elétrica gerada é entregue nas subestações, onde a voltagem é elevada por meio de transformadores, que por sua vez alimentam as linhas de transmissão que levam a energia elétrica para os grandes centros de consumo.

Os reservatórios de grande ou pequeno porte são utilizados para inúmeras finalidades:

- Hidroeletricidade;
- Aumento do potencial de irrigação;
- Reserva de água potável;
- Produção de biomassa;
- Aumento da produção de peixes e aquicultura;
- Aumento das possibilidades de trabalho;
- Aumento e melhoria da navegação e transporte;
- Recreação e turismo.

Apesar desses benefícios, a sua construção provoca alguns impactos ambientais, como:

- Inundação de áreas agricultáveis;
- Perda de vegetação e da fauna terrestres;
- Interferência na migração dos peixes;
- Mudanças hidrológicas a jusante da represa;
- Alterações na fauna do rio;
- Interferências no transporte de sedimentos;
- Perdas de heranças históricas e culturais;
- Alterações atividades econômicas e usos tradicionais da terra.

Vantagens:

Não polui o meio ambiente e é de custo relativamente baixo. A sua produção é controlada e não tem influência no efeito estufa;

Desvantagens:

Sua construção sempre envolve a inundação de grandes áreas, com deslocamento de populações, causando impacto ao meio ambiente. A construção de barragens para instalação de usinas hidroelétricas é cara e demorada.

V - Energia Nuclear

As usinas nucleares suprem um sexto da eletricidade do mundo. Ao lado das hidroelétricas, que fornecem praticamente a mesma quantidade, elas são as principais fontes que não emitem dióxido de carbono. A sua opção de uso foi afetada pelo acidente de Chernobyl. Mas, à medida que aumenta a preocupação com o aquecimento global, não será surpresa se governos, em todo o mundo, considerem cada vez mais a possibilidade de construir um número razoável de novas usinas nucleares. Existem, no entanto, alguns obstáculos relacionados com o despejo dos resíduos nucleares e custo elevado de unidade geradora de energia elétrica.

Vantagens: As usinas podem ser instaladas em locais próximos aos centros de consumo. Não emitem poluentes que influem sobre o efeito estufa. Existem grandes reservas de urânio, principal combustível das usinas nucleares.

Desvantagens: Custo proibitivo; polui o solo e apresenta risco de contaminação ambiental por radiação nuclear. Não

há tecnologia para tratar o lixo nuclear. A construção dessas usinas é cara e demorada. Apresenta risco de acidentes graves e sérios problemas com os rejeitos.

VI - Biomassa

Podemos definir Biomassa - de bio (vida) + massa (matéria) - como toda matéria viva de um ecossistema. Disso decorrem várias formas de biomassa:

- Biomassa como alimento: carnes, frutas, peixes, legumes;
- Biomassa como combustível direto: lenha, casca de babaçu, bagaço de cana, gás natural;
- Biomassa como combustível indireto;
 1. Óleos vegetais;
 2. Alcoóis: etílico e metílico, oriundos da madeira, cana de açúcar, sorgo sacarino, mandioca;
- Gás: biogás oriundo de dejetos da biomassa.

É considerada uma excelente fonte de energia limpa e renovável, que não polui e não se esgota.

A energia obtida a partir da biomassa reduz a poluição ambiental, porque ela pode utilizar lixo orgânico, estrume de gado, restos agrícolas, aparas de madeira ou óleos vegetais.

A Agência Internacional de Energia calcula que, dentro de 20 anos, cerca de 30% de toda a energia consumida no mundo será proveniente de biomassa.

Ao possibilitar a produção de energia, ela incentiva atividades econômicas locais, como a agroindústria, facilitando a fixação das comunidades em suas áreas de origem.

Vantagens:

- Baixo custo de aquisição;
- Não emite dióxido de enxofre;
- As cinzas são menos agressivas ao meio ambiente que as provenientes de combustíveis fósseis;
- Menor corrosão dos equipamentos (caldeiras, fornos);
- Menor risco ambiental;
- Recurso renovável.

Desvantagens:

- Menor poder calorífico;
- Maior possibilidade de emissões de partículas para a atmosfera;
- Dificuldades de armazenamento.

Carvão Vegetal, Lenha, Bagaço de Cana

No Brasil, em regiões carentes de infraestrutura energética, existem diversos polos carvoeiros. A utilização de parte do carvão para projetos locais de geração de energia elétrica poderia vir a se configurar como uma solução para a demanda de eletricidade das comunidades próximas às carvoarias. É o caso da Central Termelétrica de Formoso, onde um conjunto gaseificador - motor - gerador de 275 KVA, vem operando em condições competitivas.

Oportunidades como essas existem em diversas regiões do Brasil e poderiam ser um importante vetor de desenvolvimento. Os incentivos oficiais, condicionados à utilização de carvão

proveniente de florestas plantadas, poderão colaborar para reduzir a ação predatória das carvoarias quando queimam as matas nativas.

Vantagem: normalmente é barata.

Desvantagens: Acaba com as florestas; produz muita fuligem preta e CO₂, contribuindo com o aumento do efeito estufa.

Etanol

Caracteriza-se como um composto orgânico, incolor, volátil, inflamável, solúvel em água, com cheiro e sabor característico, produzido a partir da fermentação de hidratos de carbono (açúcar, amido, celulose), oriundos de culturas como a cana de açúcar, sorgo, mandioca e outras.

Como combustível para automóveis, o álcool tem a vantagem de ser uma fonte de energia renovável e menos poluente que os derivados do petróleo. Essa propriedade possibilitou o desenvolvimento de um programa com tecnologia 100% nacional: **O Proálcool** ou seja produção de álcool, como energia renovável, em substituição ao petróleo.

Vantagem: a origem é de fonte renovável, normalmente da cana de açúcar.

Desvantagem: embora em menor proporção, polui o meio ambiente.

Biodiesel

Conhecido como diesel vegetal, é um combustível obtido de fontes renováveis, tais como óleos vegetais e gorduras animais, por intermédio de processos químicos como o da

transesterificação e do craqueamento térmico.

Quimicamente é definido como um éster monoalquílico de ácidos graxos de cadeia longa, com características físico-químicas semelhantes às do diesel mineral. Por ser perfeitamente miscível, o Biodiesel pode ser utilizado puro ou misturado em quaisquer proporções, em motores do ciclo diesel sem a necessidade de significantes ou onerosas adaptações.

Por ser biodegradável, não tóxico e praticamente livre de enxofre e aromáticos é considerado um combustível ecológico.

Como se trata de uma energia limpa, não poluente, que pode ser usada pura ou misturada com o diesel mineral em qualquer proporção, o seu uso num motor diesel convencional resulta, quando comparado com a queima do diesel mineral, numa redução substancial de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos não queimados. Suas emissões são isentas de compostos sulfurados.

No Brasil, o biodiesel, será a grande solução energética de combate à poluição e de substituição de importação do diesel..

O Brasil foi pioneiro em pesquisas sobre biodiesel com os trabalhos do professor Expedito Parente na Universidade Federal do Ceará.

Vantagens: tem sua origem nas oleaginosas que são fontes renováveis: é considerado combustível ecológico por não poluir o meio ambiente; a sua produção é fonte de geração de emprego e renda no campo. Substitui o óleo diesel ou se mistura com ele em qualquer proporção.

Desvantagem: apresenta ainda um custo de produção superior ao do diesel do petróleo;

VII - ENERGIA DE FONTES LIMPAS E RENOVÁVEIS:

Energia Solar

Atualmente, encontram-se instalados, no mundo, cinco mil megawatts de energia solar. Seu aproveitamento se dá utilizando-se duas tecnologias de aplicação já conhecida:

■ Aquecedor Solar

O uso de sistemas termo solares (aquecedores) está em franca expansão. Eles coletam a luz do sol para gerar calor e aquecer fluidos (líquido ou gás). O fluido aquecido é mantido em reservatórios termicamente isolados até o seu uso final na forma de água aquecida para banho, ar quente para secagem de grãos, gases para acionamento de turbinas, etc.. Os coletores solares planos são largamente utilizados para aquecimento de água em residências, hospitais, hotéis etc. devido ao conforto proporcionado e à redução do consumo de energia elétrica.

Vantagem: Não polui o meio ambiente

Desvantagens: Preço alto, rendimento baixo e só funciona de dia e sem nuvens.

■ Células fotovoltaicas

São células que utilizam material semicondutor para converter energia da luz solar em corrente elétrica. Fáceis de usar, podem ser instaladas na forma de painéis em paredes, telhados, áreas abertas e até em roupas para alimentar aparelhos eletrônicos portáteis.

Vantagens: Não polui o meio ambiente. Não influi no efeito estufa. Não precisa de turbinas ou geradores para a produção de energia elétrica.

Desvantagens: seu custo ainda é elevado porque exige investimento inicial relativamente alto e só funciona durante o dia. O seu custo varia entre US\$ 0,20 e US\$ 0,25 por kilowatt – hora em comparação com US\$ 0,05 do carvão, US\$ 0,06 do gás e US\$ 0,07 biomassa.

Energia Eólica

É considerada a energia mais limpa do planeta, disponível em diversos lugares e em diferentes intensidades, sendo uma boa alternativa às energias não renováveis.

Ela está avançando rapidamente porque as turbinas eólicas têm aumentado a eficiência e produtividade, com diminuição dos custos. Em 2000 havia parques de usinas eólicas gerando 17 bilhões de watt-hora; em 2008 esse número subiu para 121 bilhões de watt.horas. O setor vem fabricando turbinas cada vez maiores e eficazes capazes de gerar entre 4 e 6 MW (megawatt).

Segundo o Ministério de Minas e Energia, o Brasil apresenta condições de vento que podem gerar 143.000 MW. Atualmente, somente 237 MW encontram-se implantados. Prevê-se que, até 2030, o Brasil deverá instalar 5.000 MW com predominância na região Nordeste.

Vantagens: Não polui o meio ambiente. Grande potencial para geração de energia elétrica. Não influi no efeito estufa. Não ocupa áreas de produção agrícola.

Desvantagens; só funciona com vento, ocorrem perdas na transmissão quando estão distantes do centro consumidor, a tarifa de energia ainda é alta.

Energia das Marés

As ondas do mar possuem energia cinética devido ao movimento da água e energia potencial devido à sua altura. Energia elétrica pode ser obtida se for utilizado o movimento oscilatório das ondas.

O aproveitamento é feito nos dois sentidos: na maré alta a água enche o reservatório, passando através da turbina, e produzindo energia elétrica; na maré baixa, a água esvazia o reservatório, passando novamente através da turbina, em sentido contrário e produzindo energia elétrica.

A desvantagem de se utilizar este processo na obtenção de energia é que o fornecimento não é contínuo e apresenta baixo rendimento. As centrais são equipadas com conjuntos de turbinas totalmente imersas na água. A maioria das instalações de centrais de aproveitamento das energias das ondas é de potência reduzida, situando-se no alto mar ou junto à costa, e para fornecimento de energia elétrica a faróis isolados ou carregamento de baterias de boias de sinalização.

Vantagem: Não polui o meio ambiente.

Desvantagens: Baixa capacidade e só funciona onde a maré é forte.

Energia Geotérmica

A crosta terrestre flutua sobre o magma que às vezes atinge a superfície através de um vulcão ou de uma fenda.

A água contida nos reservatórios subterrâneos pode aquecer ou mesmo ferver quando em contato com o magma. Existem locais onde a água quente sobe até a superfície

terrestre, formando pequenos lagos. A água é utilizada para aquecer prédios, casas, piscinas no inverno, e até para produzir eletricidade. Em alguns lugares do planeta, existem tanto vapor como água quente que tornam possível a produção de energia elétrica. A temperatura da água pode ser maior do que duzentos graus centígrados.

Para gerar energia elétrica, perfuram-se poços até chegar aos reservatórios de água e vapor. Estes são drenados até a superfície por meio de tubos e canos apropriados. Através de tubulações o vapor é conduzido até a central elétrica. Tal como uma central elétrica normal, o vapor aciona as turbinas. A energia geotérmica é uma das fontes mais limpas de eletricidade. O custo da energia é mais barato do que a dos combustíveis fósseis ou a das usinas nucleares.

A emissão de gases poluentes (CO_2 e SO_2) é praticamente nula.

Células a Combustível

Célula a combustível (CaC) é uma fonte de energia que utiliza o hidrogênio e o oxigênio para gerar eletricidade e vapor d'água quente. Sua importância está no seu alto rendimento, no trabalho silencioso e na ausência de emissão de poluentes. O seu principal combustível é o hidrogênio que pode ser obtido a partir de diversas fontes renováveis.

Será em breve uma solução para a geração de energia no próprio local de consumo: indústria, residência, centros comerciais, e para aplicação em automóveis, aviões, motos, ônibus e equipamentos portáteis, tais como o telefone celular e os laptops.

Pesquisas de desenvolvimento dessas células estão sendo realizadas em todo o mundo por empresas de energia, montadoras de automóveis, fabricantes de equipamentos

eletrônicos, universidades e centros de pesquisa especializados em energia alternativa, com o objetivo de diminuir os custos, as dimensões e aumentar a eficiência dos equipamentos envolvidos.

Já foram investidos mais de dois bilhões de dólares pelas grandes indústrias automobilísticas no desenvolvimento de automóveis, caminhões e ônibus - movidos à célula a combustível (CaC), prevendo-se uma produção em massa para a nova geração de veículos ainda no final desta década.

A General Motors espera produzir, até o ano de 2020, um milhão de automóveis movidos a células a combustível. Dentro de sete anos, será um mercado de 10 bilhões de dólares anuais. Segundo o departamento de energia dos EUA, se o país utilizasse em 10% da sua frota veículos movidos por células a combustível, a economia em petróleo seria de 800.000 barris por dia.

AQUECIMENTO GLOBAL

James Hansen, climatologista da NASA, adverte que nível de dióxido de carbono acima de 350 partes por milhão pode provocar elevações catastróficas do nível do mar. Respeitado por suas opiniões, ele admite que o nível atual de CO₂, em torno de 380 ppm (partes por milhão) é muito preocupante.

Em 1896, o físico, Svante Arrhenius, vencedor do Prêmio Nobel, explicou que ao queimarmos bilhões de toneladas de petróleo, carvão e gás, estamos adicionando CO₂ à atmosfera que resultará, com certeza, em aquecimento. E justificou dizendo: o CO₂ é relativamente transparente à luz visível de dia que aquece o planeta, mas, é relativamente opaco ao infravermelho, que a terra irradia de volta para o espaço, à noite. Como a irradiação do infravermelho não consegue atravessar, totalmente, a camada de CO₂, a tendência é armazenar calor e aquecer.

O relatório do **IPCC** (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) de 2007 apresentou uma projeção de aumento de temperatura de 3 graus centígrados, suficiente para provocar sérios impactos no planeta como:

- Elevação do nível dos oceanos;
- Secas generalizadas;
- Mudanças dos padrões de clima;
- Derretimento de geleiras e outros.

Atualmente, os setores da indústria, transporte, energia elétrica e outros queimam sete bilhões de toneladas de carbono, liberando gás carbono (CO₂) para atmosfera. Os grandes responsáveis são:

- **Petróleo:** queima três bilhões de toneladas, sendo responsável por 43%;

- **Carvão:** queima dois bilhões e seiscentos milhões de toneladas, sendo responsável por 37%;
- **Gás:** queima um bilhão e seiscentos milhões de toneladas sendo responsável por 20%.

Como a demanda de energia aumenta com o crescimento econômico e as emissões de carbono continuam a crescer, mesmo com a introdução de veículos, edifícios e equipamentos energeticamente eficientes, torna-se imprescindível o desenvolvimento de alternativas energéticas que venham substituir o combustível fóssil.

Não existe solução única, mas, pela combinação de várias fontes de energia limpa, poderemos chegar a um sistema de abastecimento confiável. Por exemplo, os avanços no desempenho e barateamento das células solares, turbinas eólicas, células a combustível e biocombustíveis estão abrindo caminho para sua aplicação em grande escala.

Paralelamente, algumas medidas e recomendações estão sendo feitas pelos climatologistas para os governos dos diferentes países, como:

- Cortar as emissões produzidas pelo carvão, até 2030;
- Capturar o carbono das indústrias e termoelétricas poluentes para amenizar o aquecimento global;
- Assumir compromissos sérios com o desenvolvimento e a aplicação de fontes renováveis de energia que gerem pouco carbono para que o limite de 380 ppm não seja ultrapassado;
- Garantir que cerca de sete bilhões de toneladas de carbono deixem de ser emitidas, anualmente, até 2050, para estabilizar as emissões dos gases do efeito estufa.

AGROENERGIA

■ A Produção Atual e Futura do Etanol

- Atualmente, 40 países produzem 50 bilhões de litros/ano de etanol.
- A produção de gasolina no mundo totaliza um trilhão e 200 bilhões de litros/ano.
- Aditivar 20% de álcool à gasolina significa criar uma demanda de 240 bilhões de litros/ano.

■ Cenário do Brasil

A área total do país é de 850 milhões de hectares; desse total 320 milhões são de áreas agricultáveis. Atualmente, o Brasil só tem 60 milhões de áreas cultivadas, sendo que dessa área seis milhões são utilizadas para plantação da cana do açúcar.

Segundo a Embrapa, existem no país 540 microrregiões propícias para produção de cana.

Dados de 2006 mostram que 335 usinas de álcool produziram 17 bilhões e 500 milhões de litros envolvendo 70.000 propriedades. O sistema agroindustrial emprega mais de um milhão de trabalhadores.

Planejamento do setor sucroalcooleiro pretende atingir a meta de produção 35 bilhões de litros/ano. Para isso será necessário aumentar a área de plantação de cana e a construção de mais 73 novas usinas.

Esperamos que essa futura produção não se concentre somente em grandes áreas; que sejam contempladas, também,

as diferentes microrregiões do país, propícias à produção de cana, acompanhada de uma política de incentivo às pequenas e médias destilarias.

Atualmente, 57% da produção estão concentradas em São Paulo e somente 10% no Nordeste. É preciso destacar que o Brasil detém a melhor produtividade e tecnologia na produção da cana e do álcool.

Graças ao investimento feito em pesquisa, envolvendo melhoramento genético, controle de praga e mecanização agrícola o Brasil passou de uma produção de 4.200 litros por hectare/ano para 7.000 litros por hectare/ano.

■ Cenário Mundial

A agroenergia precisa de regras claras e estáveis que garantam recursos para Pesquisa, Infraestrutura e Comércio sem a volatilidade de mercado e custos de transição.

Uma geopolítica de agroenergia poderia beneficiar dezenas de países em desenvolvimento se o foco fosse o interesse dos consumidores e não dos produtores.

Uma Comissão Hemisférica de Bioenergia foi criada pelo irmão do ex-presidente Bush com o objetivo de trazer a iniciativa privada para participar da segurança energética. A ideia é transformar a produção de etanol numa *commodity*. Em 25 anos ela movimentaria um trilhão de dólares.

Os EUA, que lançou o programa 20 em 10, ou seja, 20% de etanol misturado à gasolina em 10 anos, vai precisar de 130 bilhões de litros de etanol/ano.

Para atender esse mercado dos EUA o Brasil precisaria plantar 20 milhões de hectares de cana.

Atualmente, o impacto dos biocombustíveis no mercado global de energia é irrelevante. O total produzido de biocombustíveis não chega a 1% dos combustíveis fósseis.

Apesar do crescimento da agroenergia só depender do aumento da área cultivada e da produtividade das culturas, no entanto, é imprescindível analisar e avaliar o impacto nos mercados agrícolas.

Nos EUA, por exemplo, a produção de etanol já consome 20% do milho produzido; esse crescimento fez com que os preços dos grãos de milho subissem 80% causando desequilíbrios na estrutura dos mercados agropecuários. Se ele avançar, como pretende, seis milhões de hectares na área da soja, novos desequilíbrios surgirão.

Mas, mesmo avançando em novas áreas, há consenso de que no máximo os EUA só chegarão a 50 bilhões de litros de etanol/ano.

No Brasil esse impacto é pequeno, porque o álcool vem da cana que tem produtividade o dobro da do milho (sete mil litros / hectares/ano) e um custo 30% menor.

AS MAIORES DESCOBERTAS CIENTÍFICAS

Ao longo de mil anos a *Idade Média*, que passou a ser conhecida como a *Idade das Trevas*, ficou mergulhada numa cultura onde predominavam, sobretudo, hostilidade ao pensamento racional e amplo incentivo às práticas do misticismo, alquimia, fanatismo religioso e inquisição.

Foram alguns pensadores europeus que abriram os caminhos que levaram à Renascença. A *Revolução Copernicana* foi decisiva para o avanço da ciência. Os conhecimentos gerados na Renascença deram suporte à ciência que nascia com a razão e formaram os alicerces das conquistas tecnológicas do século XX.

Os autores do livro “*As sete maiores descobertas científicas da história*”, David Eliot Brody e Arnold R. Brody, ao fazerem uma análise histórica do avanço da ciência, apontam como sete os grandes eventos que dão suporte aos atuais conhecimentos científicos e tecnológicos.

Segundo aqueles autores, todas as realizações e invenções tecnológicas da atualidade se tornaram possíveis graças às pesquisas realizadas em física, química e biologia ao longo dos últimos quatro séculos. Para chegar a essa seleção, eles ouviram centenas de opiniões de acadêmicos e especialistas em ciência e história da ciência. Dos eventos apontados, quatro se referem à física e astronomia e três à biologia e seus campos afins como medicina e bioquímica.

Os autores, embora reconhecendo que vários cientistas tiveram ou têm trabalhos desenvolvidos sobre os temas selecionados, no entanto, eles deram o créditos somente àqueles que iniciaram a obra.

São essas as grandes descobertas por eles relacionadas e que dão suporte a toda área do conhecimento científico:

No.	DESCOBERTA CIENTÍFICA	PIONEIRO
01	A Gravidade e as Leis Básicas da Física	Isaac Newton
02	A Estrutura do Átomo	Ernest Rutherford e Niels Bohr
03	A Teoria da Relatividade	Albert Einstein
04	O Big - Bang e a Formação do Universo	Edwin Hubble
05	A Evolução e o Princípio da Seleção Natural	Charles Darwin
06	A Célula e a Genética	Walther Flemming e Gregor Mendell
07	A Estrutura da Molécula do DNA	Francis Crick e James Walton

Com base nessas informações, procurei identificar nas três áreas das ciências básicas – física, química e biologia - aqueles que não só ampliaram os trabalhos desses pioneiros, mas que, também, contribuíram decisivamente para a melhoria da qualidade de vida do Homem. Eles, como parte do alicerce do conhecimento, formam os Pilares da Física, Biomedicina e Química. Antes de apresentá-los, gostaria de ressaltar três observações importantes:

I. O progresso humano em todos os aspectos está muito ligado à liberdade de pensamento.

II. John Kennedy, em solenidade de colação de grau na Universidade de Yale, em 1962, afirmou: “ *O grande inimigo da verdade muitas vezes não é a mentira deliberada, tramada e desonesta – e sim o mito persistente, persuasivo e realista*”.

III. O russo Andrei Sakharov, físico e ativista dos direitos humanos, escreveu: “ *A liberdade intelectual é essencial à sociedade humana....a liberdade de pensamento é a única garantia contra o contágio das pessoas pelos mitos de massa, os quais, nas mãos de hipócritas e demagogos traiçoeiros podem ser transformados em ditaduras sangrentas*”.

MARCOS HISTÓRICOS DA CIÊNCIA

ANO	AUTOR	TEMA
525 a.C	Pitágoras	Busca nos números a fonte da verdade
340 a.C	Aristóteles	Afirma que a terra é redonda e não uma placa
295 a.C	Euclides	Publica Elementos - livro que trata da geometria clássica
260 a.C	Aristarco de Samos	Defende a ideia de que a Terra gira em torno do Sol
240 a.C	Arquimedes	Desenvolve a Física elementar
200 a.C	Eratóstenes	Desenvolve a técnica para medir a circunferência da terra
100	Cláudio Ptolomeu	Elabora modelo do universo com a Terra no centro
1515	Leonardo da Vinci	Realiza experiências nos campos da mecânica, hidráulica e aerodinâmica.
1543	Nicolau Copérnico	Publica De Revolutionibus onde apresenta um modelo do universo com o Sol no centro
1572	Tycho Brahe	Ao observar uma estrela nova, prova que o universo está em mutação.
1610	Galileu Galilei	Confirma, através de observações no telescópio, a teoria de Copérnico
1619	Johannes Kepler	Demonstra que as órbitas dos planetas são elípticas e desenvolve leis do movimento dos planetas
1687	Isaac Newton	Publica os Principia e demonstra que a força gravitacional, que obedece a lei do inverso do quadrado da distância, explica tanto a queda dos corpos na Terra quanto o movimento da Lua em sua órbita.
1719	Pierre-Simon Laplace	Lança as bases matemáticas da hipótese da gravitação de Newton; desenvolve a teoria da probabilidade e ajuda a fundar o sistema métrico.

1824	Karl Friedrich Gauss	Postula a Geometria não euclidiana.
1824	Christian Doppler	Descobre que, para um observador estacionário, emissões (luz ou som) de uma fonte em movimento parecerão ter frequência mais alta se o objeto estiver se aproximando, e mais baixas se ele estiver se afastando “ Desvio Doppler” .
1831	Michael Faraday	Descobre a indução eletromagnética
1848	William Kelvin	Determina o zero absoluto
1849	Jean Leon Foucault	Desenvolve métodos para medir a velocidade da luz no ar e descobre que, na água e em outros meios, essa velocidade diminui proporcionalmente ao índice de refração.
1860	Robert Bunsen	Desenvolve a base da análise espectral, permitindo que materiais de laboratório sejam comparados com os do Sol e dos astros, além de permitir aos cientistas identificar a composição material de corpos astronômicos.
1864	James Clerk Maxwell	Publica o tratado sobre eletricidade e magnetismo, que torna possível uma compreensão muito maior dos fenômenos eletromagnéticos. (Equações de Maxwell)
1879	Albert Michelson	Usa os princípios de Foucault para determinar a velocidade da luz.
1887	Albert Michelson	Realiza experimentos precisos que demonstram que o espaço não pode estar cheio do éter, até então visto como o meio para a transmissão da luz.
1894	Heinrich Rudolph Hertz	Demonstra que as ondas eletromagnéticas se deslocam com a velocidade da luz e podem ser refletidas, refratadas e polarizadas como a luz.
1895	William K. Roentgen	Descobre os raios x, o que lhe valeu o primeiro Prêmio Nobel de Física

1898	Marie e Pierre Curie	Identificam os elementos radioativos rádio e polônio.
1900	Max Plank	Postula a teoria quântica da radiação; desenvolve a base da Física quântica.
1904	Ernest Rutherford	Propõe que a quantidade de hélio produzida pelo decaimento radioativo de minerais em rochas poderia ser usada na determinação da idade da Terra.
1905	Albert Einstein	Publica artigos sobre a relatividade especial, o efeito fotoelétrico e o movimento browniano; a teoria especial da relatividade postula que as medidas de espaço e tempo são distorcidas em alta velocidade e que massa e energia são equivalentes.
1906	J.J Thomson	Demonstra a existência de elétrons.
1911	Ernest Rutherford	Demonstra que a maior parte da massa dos átomos está contida em seus minúsculos núcleos.
1913	Niels Bohr	Formula a Teoria da Estrutura Atômica.
1916	Albert Einstein	Divulga a teoria geral da relatividade em que a gravitação é descrita como um efeito do espaço curvo; a relatividade geral é uma teoria fundamental da natureza do espaço, do tempo e da gravitação.
1924	Louis de Broglie	Sugere que toda a matéria, mesmo objetos comumente concebidos como partículas (como os elétrons), deveria se comportar também como ondas.
1925	Wolfgang Pauli	Postula o princípio da exclusão, essencial para o entendimento das linhas espectrais de astros e nebulosas.

1926	Erwin Schrödinger	Desenvolve uma equação que descreve como as ondas postuladas por Broglie se movem de um lugar para outro; considerada a equação central da Física Quântica.
1927	Georges Lemaitre	Propõe a Teoria Big-Bang da origem do universo como solução para as equações de campo, de Einstein.
1927	Werner Heisenberg	Formula o princípio da incerteza, uma limitação fundamental para precisão das medidas experimentais.
1927	Jan Oort	Determina que a Via Láctea está girando; depois usa radiotelescópio para mapear os braços espiralados da Via Láctea.
1928	P. A.M. Dirac	Postula a existência de antimatéria; partículas que têm carga elétrica igual mas oposta às de suas correlatas na matéria comum (e.g., pósitron ou antielétron).
1929	Edwin Hubble	Conclui, por meio de análise espectral, que o universo está em expansão,
1931	Wolfgang Pauli	Prevê a existência de neutrinos.
1932	James Chadwick	Descobre o nêutron; recebe o Prêmio Nobel de Física de 1935.
1938	Lise Meitner e Hahn	Descobrem a fissão nuclear; Hahn recebe o Prêmio Nobel pela descoberta, mas, Meitner teve de fugir da Alemanha nazista antes que o trabalho dos dois estivesse concluído.
1939	Leo Szilard	Formula o conceito de reações em cadeia na Física atômica; é co-autor de carta ao presidente F.D. Roosevelt (assinada por Einstein) explicando as potencialidades da fissão do urânio e da bomba atômica.
1942	Enrico Fermi	Supervisiona o desenvolvimento do primeiro reator nuclear do mundo no âmbito do Projeto Manhattan.

1945	J. Robert Oppenheimer	Dirige a produção das primeiras bombas atômicas como parte do Projeto Manhattan.
1946	George Gamow	Conjetura que o Big-Bang deve ter produzido radiação cósmica de fundo.
1960	Alan Sandage Thomas	Descobre os quasars e as galáxias mais distantes da Terra
1961	Murray Gell-Mann	Deduz um plano para classificar partículas subatômicas que chama de "classificação octal"
1963	E.N. Lorenz	Publica o primeiro artigo sobre a teoria do caos.
1964	Murray Gell-Mann	Propõe, independentemente, que prótons, nêutrons e outros hádrons são compostos de partículas ainda menores, que rotulou de "quarks".
1965	Richard Feynman	Partilha o Prêmio Nobel de Física com Tomonago e Schwinger pela Teoria da Eletrodinâmica Quântica, considerada um passo importante na busca de uma compreensão da natureza.
1965	Robert Wilson	Detecta radiação nas profundezas do espaço, em acordo com a Teoria do Big-Bang. (Nobel de Física - 1978)
1968	Vários cientistas	Realizaram experimentos no Acelerador Linear de Stanford corroborando a Teoria do quark.
1981	Alan Guth	Postula que o universo passou em seus começos por um período "inflacionário" de expansão exponencial.
1995	Vários pesquisadores	Cientistas no Fermi National Accelerator Laboratory encontram indícios do "quark top", o último membro não detectado de uma família de partículas que se supõe constituir os tijolos básicos da construção de toda a matéria.

OS 20 DESAFIOS DA CIÊNCIA MODERNA

Marcelo Gleiser, professor de física e astronomia do Dartmouth College, em Hanover (EUA), vencedor de dois prêmios Jabuti e autor do livro “Criação Imperfeita”, publicou na Folha de São Paulo, 08/09/2013, os 20 desafios mais importantes da ciência moderna, que constam no livro “Big Questions in Science”, publicado recentemente, na Inglaterra, pelos autores, Mun Keat Looi, Hayley Birch e Colin Stuart. Essa lista, não deixa de ter um pouco de ficção.

1. **Do que é feito o Universo?** Conhecemos apenas 5% da composição cósmica: 95% consiste de “matéria escura” e “energia escura”, cuja composição continua um mistério. Os átomos dos quais somos feitos são minoria absoluta.
2. **Como surgiu a vida?** A vida surgiu na Terra em torno de 3,5 bilhões de anos atrás. Como os átomos, combinados em moléculas, atingiram um nível de complexidade e formaram o primeiro sistema “vivo”?
3. **Estamos sós no Universo?** Hoje, sabemos que a maioria das estrelas têm planetas girando à sua volta. Será que a vida está presente em algum deles? Em muitos? E essa vida, seria inteligente ou simples? Se existe vida inteligente na nossa galáxia, por que ainda não temos confirmação definitiva?
4. **O que nos torna humanos?** Temos três vezes mais neurônios do que um gorila, mas, os nossos DNAs são quase iguais. Muitos animais têm linguagem rudimentar, usam ferramentas e reconhecem-se no espelho. Foram a nossa cultura, o nosso plegar, a

descoberta do fogo que nos tornaram humanos?

5. **O que é o consciente?** Como o cérebro gera a mente e a nossa capacidade de autoconsciência ao ponto de podermos escrever poesias e sinfonias? Por que o consciente existe e qual a sua função evolutiva?
6. **Por que sonhamos?** Passamos um terço de nossas vidas dormindo e ainda não entendemos por que sonhamos. As imagens do sonho tem função essencial ou são apenas imagens aleatórias de um cérebro em repouso parcial?
7. **Por que a matéria existe?** De acordo com as leis da física, a matéria não deveria existir sozinha; cada elétron e cada próton deveriam ter seu companheiro de antimatéria, como gêmeos. O problema é que matéria e antimatéria, quando se encontram, desintegram-se em radiação. Se ambos existissem em pé de igualdade, não estaríamos aqui. Ninguém sabe a razão para essa assimetria da natureza.
8. **Existem outros universos?** Ou o nosso é único? Se existirem outros universos, poderiam ter propriedades diferentes do nosso. Como podemos saber se existem?
9. **Onde colocaremos o carbono liberado da queima dos combustíveis fósseis?** Com a industrialização, a quantidade de carbono na atmosfera vem aumentando, causando o efeito estufa. O que faremos para reverter ou desacelerar esse processo?
10. **Como conseguir mais energia do Sol?** A energia solar, em tese, é a melhor das fontes. Como aperfeiçoar sua extração para resolver a questão da energia? Será que a fusão nuclear controlada vai se concretizar?
11. **Qual o mistério dos números primos?** Números

primos são aqueles divisíveis só por si mesmos ou por um, como 2,3,5,7,11,13,17... O comércio via internet, com a necessidade de assegurar números de contas e cartões de crédito, usa-os rotineiramente. Há séculos, matemáticos estudam suas propriedades. Mesmo que Euclides tenha demonstrado, por volta de 300 A.C., que existem infinitos números primos, no entanto, muitas questões estão em aberto. Por exemplo, a hipótese de Riemann, matemático alemão do século 19, que mostrou que o número de primos até certo valor - 100, por exemplo, está relacionado com as propriedades da “função zeta de Riemann”. Se a hipótese for resolvida, a segurança da internet pode ser comprometida.

12. **Como vencer as bactérias?** O abuso de antibióticos está deixando as bactérias cada vez mais resistentes. Essa guerra pode ser ganha? O sequenciamento genético nos dá uma vantagem, permitindo isolar novos antibióticos. Mas novas mutações são inevitáveis.
13. **A velocidade dos computadores tem limite?** Um iPhone tem maior poder computacional do que o aparelho que levou os astronautas à Lua em 1969. Isso não pode continuar indefinidamente. O futuro pode estar no computador quântico e em materiais como o grafeno.?
14. **Curaremos o câncer?** O câncer aparece na forma de centenas de doenças diferentes. Não deve haver uma cura, mas muitas. A genética nos dá uma nova visão da doença. A batalha será longa. Até lá, 50% dos cânceres podem ser evitados com medidas simples, como não fumar e evitar muito sol.
15. **Qual o futuro dos robôs?** Hoje, já temos robôs fazendo tarefas domésticas e industriais. Construiremos robôs capazes de pensar? Primeiro, devemos entender melhor a inteligência.

- 16. O que existe no fundo dos oceanos?** Conhecemos só 10% de suas profundezas. Exploradores chegaram a 11 km, onde a escuridão é total e a água gélida não tem oxigênio. Mas foi só o começo de uma nova etapa da exploração da Terra.
- 17. O que há dentro dos buracos negros?** Buracos negros representam a fase final de estrelas mais pesadas que o Sol. São regiões do universo onde a força da gravidade é gigantesca. Não se sabe o que ocorre em seu interior. Precisamos de uma teoria que combinem a gravidade e a física quântica.
- 18. Podemos viver para sempre?** Avanços na medicina e na genética prometem revolucionar nossa relação com a morte. Porém, criam também questões morais e filosóficas bem complexas.
- 19. Como resolver o problema da superpopulação?** A população mundial atingirá 9 bilhões em 2050. Como alimentar tanta gente? A comida será feita em laboratório? Os alimentos serão geneticamente modificados? O nosso futuro vai depender de nossas escolhas.
- 20. É possível viajar no tempo?** Não conhecemos a natureza do tempo, mas as leis da física proíbem idas ao passado. Ao futuro, porém, é possível, se viajarmos próximos à velocidade da luz.

GRANDES NOMES DA FÍSICA

“Se enxerguei mais longe que outros homens foi porque me ergui sobre ombros de gigantes” escreveu Newton ao seu colega cientista Robert Hooke, em 1676”.

Por sua vez, Einstein na conferência em Londres, em 1921, disse que a teoria da relatividade era a culminação dos trabalhos de Faraday, Maxwell e Lorentz.

PILARES DA FÍSICA		
NOME	PAÍS	DATA
Tales de Mileto	Grego	[640 – 546 a.C.]
Pitágoras	Grego	[582 – 500 a.C.]
Euclides	Sírio	[300 a.C.]
Aristarco de Samos	Grego	[260 a.C.]
Arquimedes	Italiano	[287 – 212 a.C.]
Erastóstenes	Grego	[276 – 195 a.C.]
Aristóteles	Grego	[384 – 322 a.C.]
Ptolomeu, Claudio	Grego	[90 – 168 d.C.]
Lucrécio		[99 – 55 a.C.]
Leonardo da Vinci	Italiano	[1452 – 1519]
Nicolau Copérnico	Polonês	[1473 – 1543]
Galileu Galilei	Italiano	[1564 – 1642]
Johannes Kepler	Alemão	[1571 – 1630]
Descartes, René	Francês	[1596 – 1650]
Huyghens, Christiaan	Holandês	[1629 – 1695]
Newton, Isaac	Inglês	[1642 – 1727]
Edmond Halley	Inglês	[1656 – 1742]
Coulomb, Charles	Francês	[1736 – 1806]
Ampère, André Marie	Francês	[1775 – 1836]
Oersted, Hans	Dinamarquês	[1777 – 1851]
Michael Faraday	Inglês	[1791 – 1867]
Helmholtz Hermann Von	Alemão	[1821 – 1894]
James Clerk Maxwell	Escocês	[1831 – 1879]

Roentgen, Wilhelm	Alemão	[1845 – 1923]
Tesla, Nikola	Croata	[1856 – 1943]
Michelson–Morley	Americanos	[1887]
Lorentz, Hendrik	Holandês	[1853 – 1928]
Heinrich Herz	Alemão	[1857 – 1894]
Planck, Max	Alemão	[1858 – 1947]
Ernest Rutherford	Neozelandês	[1871 – 1937]
Albert Einstein	Alemão	[1879 – 1955]
Max Born	Alemão	[1882 – 1970]
Bohr, Niels	Dinamarquês	[1885 – 1962]
Erwin Schrodinger	Austriaco	[1887 – 1961]
Hubble, Edwin	Americano	[1889 – 1953]
Chadwick, Sir James	Inglês	[1891 – 1974]
Louis de Broglie	Francês	[1892 – 1987]
Heisenberg, Werner Karl	Alemão	[1901 – 1976]
Fermi, Enrico	Italiano	[1901 – 1954]
Oppenheimer, Robert	Inglês	[1904 – 1967]
Richard Feynman	Americano	[1919 – 1988]
Gell-Mann, Murray	Americano	[1929 –]

Os Jônicos

Os pensadores da Jônia na Grécia, conhecidos como jônicos, desenvolveram atividades de pesquisa que passaram a ser conhecidas como Ciência Jônica. Eles procuravam descobrir as leis que descrevem os fenômenos naturais. Entre eles merecem destaque: *Pitágoras*, *Arquimedes*, *Anaximandro*, *Empédocles* e *Demócrito*.

Pitágoras (580–490 a.C) - a ele é atribuída a descoberta da relação numérica entre o comprimento das cordas dos instrumentos musicais e as combinações harmônicas dos sons, ou seja, que a frequência de uma corda sob tensão é inversamente proporcional ao comprimento da corda (*lei da corda*).

Arquimedes (287 – 212 a.C) - foi o maior físico da antiguidade; formulou corretamente três leis:

- Lei da alavanca;
- Lei do empuxo;
- Lei da reflexão.

Anaximandro (610 – 546 a.C) - foi quem primeiro fez alusão à teoria da evolução ao argumentar que, se os primeiros humanos fossem bebês, não teriam sobrevivido porque são indefesos; deduziu que deveríamos ter evoluído de outros animais, cujos filhotes fossem mais resistentes.

Empédocles (490 – 430 a.C) descobriu a substância material conhecida como “ar”. Ao observar o funcionamento da clepsidra - esfera oca com gargalo em cima e furos no fundo – verificou que, ao ser mergulhada na água com o gargalo aberto, a água entrava pelo fundo. Em seguida, fechando o gargalo a clepsidra poderia ser retirada sem que a água escorresse. Se, no entanto, a clepsidra era mergulhada com o gargalo fechado, a água não entrava. Algo invisível, dizia ele, impedia a entrada da água. Era o ar.

Demócrito (469–370 a.C) - foi dele a noção de átomo, que definiu como o menor elemento da matéria que não podia ser dividido.

Tales de Mileto (640 – 546 a.C) - grego.

É considerado o primeiro filósofo e cientista, porque foi o primeiro a apresentar novas idéias para se compreender o mundo natural, até então explicado pelo *animismo* (crença em seres espirituais – a alma é o princípio da vida e do pensamento). Afirmava que o cosmo era algo que a mente humana podia compreender. Provou sua tese quando fez a previsão do eclipse, que ocorreu em 565 a.C. Procurou refletir sobre o modo como as coisas funcionam. Não aceitava como definitiva a palavra de ninguém. Sempre procurou conhecer as coisas por si mesmo. As respostas dadas pela religião não lhe satisfaziam. Aprendeu Geometria e criou a geometria das linhas. É dele o teorema básico da Geometria: “*toda reta paralela a um dos lados do triângulo forma outro triângulo semelhante ao primeiro*”.

Conquistou para si o título de pai da Ciência.

Pitágoras (582-500 a.C) – grego

Filósofo grego que defendeu a Matemática como a linguagem mais importante para o estudo da ciência. Ele e seus seguidores defendiam a tese de que o mundo real poderia ser explicado em números, pela Matemática. Fundou uma escola para defender essa ideia. Seus seguidores são conhecidos como *Pitagóricos*. É dele o famoso Teorema de Pitágoras: *Num triângulo retângulo, o quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos catetos*. Ele foi o primeiro pensador, com noções radicais, a ensinar que a terra era uma esfera e que se movia.

Euclides (300 a.C) – sírio

Podemos dizer que seu nome é sinônimo de *Geometria*. Escreveu um manual chamado *Elementos*, de 13 volumes, onde codificou todo o conhecimento da Matemática dos dois últimos séculos, numa linguagem de fácil apreensão. Essa obra é considerada o mais bem-sucedido livro-texto da Geometria, conhecida como *Geometria Euclidiana*. Einstein a ela se referiu como o “*santo livro da geometria*”. Depois da Bíblia foi a obra mais estudada, traduzida e reimpressa. Os seis primeiros volumes tratam da geometria plana, os quatro seguintes da teoria dos números e os três restantes da geometria espacial. Partindo de axiomas, que considerava como verdades, ele demonstrou todos os teoremas.

Aristarco de Samos (260 a .C) – grego

Astrônomo grego, foi o primeiro a calcular o tamanho real da Lua. Ele o fez com base no tamanho da sombra projetada pela terra durante um eclipse da lua. A mais revolucionária de suas idéias para a época foi a de sugerir que os movimentos dos corpos celestes poderiam ser mais facilmente interpretados se fosse admitido que todos os planetas, entre os quais a Terra, girassem em torno do Sol.

Arquimedes (287 – 212 a.C) – italiano

É apontado como o mais eminente cientista, engenheiro e matemático da Antiguidade. Destacou-se porque aplicou conhecimentos científicos para resolver os problemas práticos da vida. Formulou o *princípio da alavanca*, onde demonstrou

com detalhes matemáticos que um pequeno peso sobre uma alavanca e a uma certa distância de um ponto de apoio, equilibrava um grande peso do outro lado do ponto de apoio e a uma pequena distância desse ponto. Conta-se que Arquimedes teria dito “*dê-me um ponto de apoio e uma alavanca que eu erguerei o mundo*”. Vários foram os seus inventos: a bomba d’água, conhecida como parafuso de Arquimedes, armas de guerra, catapultas e outros. Na Física, é muito conhecido o princípio que leva o seu nome: Princípio de Arquimedes, ou lei do Empuxo - *todo corpo mergulhado num líquido recebe um empuxo de baixo para cima igual ao peso do líquido deslocado. Descobriu os princípios da densidade e do empuxo.*

Erastóstenes (276 - 195 a.C) - grego

Matemático, astrônomo, geógrafo e historiador, cuidava da biblioteca de Alexandria. Foi incluído na lista dos cientistas importantes da Antiguidade porque realizou a façanha de determinar a circunferência da terra. Catalogou 675 estrelas fixas. Formulou o sistema da latitude e da longitude e desenhou um *mapa mundi*.

Aristóteles (384 a.C - 322 a.C) - grego

Considerado o melhor discípulo de Platão (cientista e filósofo grego), exerceu grande influência na ciência. Podemos considerá-lo como o *pai da Lógica*. É lembrado como:

- primeiro dos grandes biólogos;
- primeiro embriologista;

- criador da ciência da lógica;
- primeiro classificador da história natural;
- primeiro que aplicou o raciocínio indutivo.

Dos antigos filósofos gregos até às grandes descobertas de Copérnico, Kepler e Galileu, decorreram cerca de 1700 anos. Durante esse tempo, prevaleceram as teorias de Cláudio Ptolomeu (127 – 151 d. C), astrônomo grego, que afirmava estar a Terra no centro do universo e todos os planetas girando à sua volta em órbitas circulares de vários tamanhos, dependendo da distância que os separavam da Terra. Acreditava numa terra esférica. A obra de Aristóteles foi dominante até a época de Galileu e Newton, quando se demonstrou que boa parte dela estava equivocada. É dele, por exemplo, a ideia de que tudo é composto por um dos elementos: *terra, água, ar e fogo*.

Ptolomeu, Claudio (90 DC -168 DC) –grego.

Astrônomo e geógrafo, tem como principal obra o *Almagesto*. Trata-se de uma coleção de matemática de 13 volumes onde se encontra compilado tudo o que se sabia, até aquela data, sobre astronomia. Nessa obra merece destaque o trabalho de Hiparco.

Ptolomeu adotou o conceito aristotélico de que a terra estava no centro do Universo (*teoria geocêntrica*) com as estrelas e planetas girando em seu redor em órbitas circulares. Usando teoremas complexos procurou comprovar matematicamente esse modelo que passou a ser conhecido como *Sistema Ptolomaico*. Tal sistema foi adotado até 1543, quando surgiu a teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico (*o sol no centro e os planetas girando em volta*).

Como geógrafo ofereceu explicação matemática para calcular as linhas de latitude e longitude e desenhou os primei-

ros mapas mundiais que, apesar de muitos erros, serviram de referência e ponto de partida para as gerações futuras.

Lucrécio (aprox. 99 a.C. – 55 a.C)

Lucrécio, poeta e filósofo, tornou-se conhecido pelo seu poema épico: “*De Rerum Natura*” (Sobre a Natureza das Coisas). Nessa obra, Lucrécio sustenta a teoria do filósofo grego *Epicuro* de que tudo, incluindo a alma, é feito de átomos e que não é necessário temer a Deus e nem à morte. Estas opiniões serviram de reflexões para as descobertas científicas posteriores, referentes à Teoria da Evolução de Darwin e à Teoria Atômica de Dalton.

Leonardo da Vinci (1452 – 1519) – italiano

É considerado uma das mentes mais brilhantes no campo da ciência. Seus desenhos das invenções demonstram que ele estava muito acima da compreensão de seus contemporâneos. É considerado o homem do Renascimento. Além de cientista era artista; merecem destaque duas de suas obras: *Mona Lisa* e *Última Ceia*.

Da Vinci tem trabalhos em várias áreas do conhecimento como: astronomia, geografia, paleontologia, geologia, botânica, hidrodinâmica, óptica, aerodinâmica e anatomia. É dele a concepção de vários modelos de máquinas voadoras, chegando a desenhar um helicóptero. O pára-quedas, a metralhadora, alavancas de engrenagens, roupa de mergulho e roda d’água e outros são inventos ou aperfeiçoamentos desse cientista. Fez várias dissecações de cadáveres como contribuição para a anatomia.

Nicolau Copérnico (1473 – 1543) polonês

Astrônomo polonês, foi quem deu a partida na revolução científica que haveria de destronar a ciência grega e introduzir o homem pensante num caminho mais real. Em 1507 ele observou que as tabelas das posições dos planetas poderiam ser calculadas com maior precisão se o Sol, e não a Terra, estivesse no centro do universo. O Sol, dizia Copérnico é o centro do universo; a terra e outros planetas giram em torno dele em círculos. Afirmou também que a terra gira em torno do seu próprio eixo; para isso, elaborou um sistema com todos os detalhes matemáticos para demonstrar e sustentar o novo conceito.

Suas extraordinárias concepções foram registradas no seu livro *De revolutionibus Orbium Coelestium Libri*, obra em volumes, publicada em 1543.

Como seu livro continha idéias revolucionárias para a época e consideradas heréticas pela igreja, foi proibido e objeto de descaso. Só em 1835, trezentos anos após a sua morte, o seu livro foi retirado da lista dos livros proibidos.

Galileu Galilei (1564 – 1642) italiano

Construiu seu próprio telescópio, e, ao fazer suas observações, constatou com grande clareza os conceitos e a teoria heliocêntrica de Copérnico. A partir de suas observações, escreveu o livro *Diálogo sobre os dois maiores sistemas do mundo*. A Igreja passou a acusá-lo de herege, levando-o ao tribunal da Inquisição, onde teve de se retratar. Galileu, além de astrônomo, foi considerado o primeiro físico experimental do mundo. Fez vários experimentos com som, luz, temperatura e o mais importante deles, com o movimento. Sendo matemático, ex-

pressou suas conclusões numa fórmula conhecida como *Lei dos Corpos*. Foram as observações e deduções de Galileu que deram início à ciência da Mecânica e que exerceram enorme influência sobre Isaac Newton.

Johannes Kepler (1571 – 1630) – alemão

Astrônomo alemão, teve no astrônomo dinamarquês **Tycho Brahe** (1546 – 1601) seu grande mentor. Herdou desse astrônomo um vasto conjunto de observações astronômicas, altamente precisas, que lhe deu toda a base para formulação de suas leis. Tycho Brahe havia estimado curvaturas e posição de 777 estrelas fixas.

Com esses dados e acreditando na teoria de Copérnico, Kepler dedicou dez anos para descobrir as leis matemáticas que iriam resolver o problema do comportamento dos planetas. A genialidade de Kepler se revela quando descobriu que a verdadeira órbita da Terra em torno do Sol era uma elipse e não um círculo, como era postulado. A partir dessa descoberta, ele formulou as três leis, conhecidas como leis de Kepler:

Os planetas orbitam em torno do Sol em órbitas elípticas, com o Sol num dos dois pontos focais da elipse.

A linha que une o Sol a um planeta varre áreas iguais em tempos iguais.

O cubo da distância média entre um planeta e o Sol é proporcional ao quadrado do tempo que ele leva para completar uma órbita.

Descartes, René (1596 – 1650) – francês

É considerado o primeiro matemático e filósofo da era moderna. Defendia a tese de que todo conhecimento podia ser reunido numa única ciência. Defendeu esse pensamento na obra publicada em 1641: *Meditation sur la philosophie premiere*. A sua famosa frase *cogito, ergo sum* (penso, logo existo) é debatida nessa obra. Em 1644 publica *Princípio de Filosofia*, onde tenta explicar o universo a partir da lógica e de um sistema único de leis mecânicas. Acreditava que a matemática poderia explicar o universo. É dele a invenção do sistema de coordenadas cartesianas (x, y, z), que permitiu unir a geometria com a álgebra. Esse sistema calcula o curso de um objeto no espaço se forem conhecidas as suas propriedades físicas e de movimento.

Huyghens, Christiaan (1629-1695) – holandês

Hábil matemático e talentoso físico, junto com o irmão, cortava e polia lentes para fabricação de telescópios e microscópios. Descobriu com Galileu os anéis de Saturno, formulou a teoria do pêndulo composto, estudou a matemática dos movimentos ondulatórios. Sua grande contribuição está na ótica e no estudo da natureza da luz. Huyghens, ao estudar a natureza da luz, defendia que ela tinha o comportamento de uma onda.

No seu livro “Tratado sobre a Luz” (*Treatise on Light*), publicado em 1690, usou um método conhecido como “construção Huyghens” onde explicava de modo satisfatório como a luz refletia e refratava e que num meio mais denso ela viajaria mais lentamente. Infelizmente, sua teoria contrastava com a de Newton que no texto do seu livro *Optics* defendia e explicava a natureza corpuscular (partícula) da luz. Embora a interpre-

tação moderna defenda, dependendo da situação, a natureza dual da luz - *onda e partícula*- a teoria de Huyghens, apesar do apoio de Hooke e Leibniz, foi ignorada por mais de um século. A influência de Isaac Newton era tanta que ela foi ignorada totalmente durante o Século XVIII, sendo resgatada somente no início do Século XIX, pelo inglês Thomas Young.

Uma grande contribuição de Huyghens foi com a medição do tempo. Ao estudar o movimento do pêndulo ele abriu caminho para que o primeiro relógio de pêndulo fosse construído com êxito. No seu livro *Horologium Oscillatorium* (O Pêndulo de Relógio), publicado em 1673, ele demonstra matematicamente a oscilação de um pêndulo e a contagem do tempo. Isso abriu caminho para a fabricação de relógios.

Newton, Isaac (1642-1727) inglês

Matemático e físico britânico, é considerado um dos maiores cientistas da história, por suas importantes contribuições em vários campos da ciência. Foi, junto com o matemático alemão Gottfried Wilhelm Leibniz, um dos inventores da área da Matemática chamada de Cálculo. Também resolveu questões relativas à luz e à óptica. A obra de Isaac Newton representa uma das maiores contribuições à ciência feitas por um só indivíduo. Entre outras coisas, Newton deduziu **a lei da gravitação universal** considerada o ponto alto da revolução científica, inventou o cálculo infinitesimal e realizou experimentos sobre a natureza da luz e da cor.

Foi considerado o maior gênio da *Idade das Luzes*. Quando seu célebre livro *Philosophia Naturalis Principia Mathematica* foi publicado, em 1686, ele assombrou o mundo do conhecimento. Nesse livro, Newton apresentou a solução do maior problema na história da ciência: o da *mecânica do universo*.

Para isso ele precisou inventar um sistema matemático inteiramente novo: **o cálculo diferencial e integral**.

Newton era introspectivo, tímido, temperamental e extremamente nervoso, mas demonstrava habilidade manual e engenhosidade na construção de relógios e brinquedos mecânicos. Estudou em Cambridge e começou sua educação superior estudando Aristóteles e Platão. René Descartes, Sir Francis Bacon, Galileu Galilei e Johannes Kepler são considerados os pensadores e cientistas que mais influenciaram Newton.

Além de desenvolver o cálculo e dar os primeiros passos rumo à descoberta da lei da gravidade, ele chegou a importantes descobertas sobre as propriedades da luz e da cor, que foram apresentadas no seu trabalho *Óptica*. Nesse trabalho, Newton conclui que a luz não é homogênea e sim heterogênea, formada por partículas minúsculas e que o fenômeno das cores surge da decomposição de seus componentes. Mas, foram os *Principia* o feito monumental de Newton que provocou enorme impacto no mundo pensante. Lá ele trata da dinâmica dos corpos através de três leis;

- **a primeira lei** demonstra que um corpo permanece no seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que sofra a ação de uma força externa a ele aplicado;
- **a segunda lei** afirma que a mudança no movimento é proporcional à força aplicada. Essa lei, conhecida como a lei física de maior aplicação, é traduzida pela fórmula

$$F = ma$$

- **a terceira lei** enuncia que para toda ação corresponde uma reação igual e contrária.

Edmond Halley (1656 – 17420 – inglês)

Foi o primeiro astrônomo a calcular a órbita de um cometa e prever seu retorno. Assim, ele procedeu, quando calculou a órbita e previu o retorno de 76 em 76 anos do cometa que tem o seu nome, o *Halley*.

Coulomb, Charles (1736 – 1806) francês

Engenheiro militar, teve sua atenção voltada para a eletricidade porque era novidade na sua época. Se de um lado, as leis de Newton explicavam o funcionamento do universo, de outro, especulava-se sobre o comportamento das cargas elétricas.

A fim de realizar experiências com cargas elétricas, Coulomb inventou uma balança de torção extremamente sensível capaz de medir forças da ordem de 0,0001 gramas.

Ao medir a força entre duas cargas elétricas, Coulomb verificou que ela era diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. Surgiu assim a famosa lei de Coulomb:

$$F = k \cdot q \cdot Q / d^2.$$

Como se observa, ela é um reflexo da lei de gravitação de Newton:

$$F = G \cdot m \cdot M / d^2.$$

Coulomb, no entanto, acreditava que eletricidade e magnetismo eram dois fluidos distintos e independentes. Os fenômenos eletromagnéticos foram estudados posteriormente por Oersted, Ampère e Faraday.

Oersted, Hans (1777 – 1851) – dinamarquês

O que mais contribuiu para o desenvolvimento científico e intelectual de Oersted foi o curso que fez sobre Kant e a filosofia crítica. Essa trajetória o levou a sua descoberta mais importante: *o eletromagnetismo*.

Era um excelente professor e ardente defensor da ciência. Na sua época o mundo estava em ebulição: a descoberta da pilha voltaica (**Volta**, 1800) e a do galvanismo (**Galvani**), e a da lei de Coulomb mexiam com a cabeça de Oersted.

A teoria de Coulomb afirmava que eletricidade e magnetismo eram matérias de naturezas diferentes, com leis de ação semelhantes, mas que era impensável converter uma na outra. As condições para a conversão de eletricidade em magnetismo foram deduzidas por Oersted ao realizar na sala de aula a seguinte experiência física: *ao fazer passar por um fio uma corrente elétrica próximo a uma agulha imantada ele observou que a agulha defletia*. Isso demonstrava que a corrente elétrica produzia um campo de força, magnético, que atuava na agulha; esse resultado ele publicou em 21 de julho de 1820, num periódico científico, com o título: *O efeito da corrente elétrica sobre a agulha magnética*.

Iniciava-se assim uma nova era na história da física. A partir dessa experiência seguiram-se a *lei da eletrodinâmica de Ampère* e as *experiências práticas de Faraday*.

Ampère, André Marie (1775 – 1836) – francês

Foi um cientista autodidata que marcou presença na matemática, filosofia, química e física. Ainda jovem estudou a teoria dos números e os primeiros livros de geometria de Euclides, e estudou também as obras de Euler e Bernouilli. Ao ler Kant,

procurou desenvolver sua própria filosofia que lhe permitisse tanto manter a fé em Deus quanto na existência de uma natureza objetiva.

Em 1834 escreveu seu primeiro volume do tratado *Essai sur La philosophie dès sciences* : (Ensaio sobre a filosofia das ciências).

Ampère fez várias incursões no campo da ciência. De 1800 a 1814 ele se dedicou à matemática e no tempo livre à investigação química. Mas foi o seu trabalho de 1820 a 1827 sobre a ciência da eletrodinâmica que lhe deu lugar de destaque entre os físicos.

Quando o físico **Christian Oersted** descobriu em 1820, que havia interação entre eletricidade e magnetismo, abriu-se um mundo novo para Ampère.

Ao perceber esse fenômeno, Ampère apresentou uma teoria do magnetismo como fruto da eletricidade em movimento, que ele demonstrou numa série de experimentos práticos e simples. Numa das experiências, ele mostrou que duas correntes elétricas se atraem quando se movem paralelamente na mesma direção e se repelem quando se movem paralelamente em sentidos contrários

Ficou famoso por seu trabalho sobre eletromagnetismo, quando descobriu que uma agulha magnetizada se move quando se aproxima de um fio com corrente elétrica.

Inventou um instrumento para medir a corrente elétrica que deu origem ao galvanômetro. É dele a lei que mede a força magnética entre condutores que conduzem corrente elétrica. Em sua homenagem a intensidade de corrente elétrica é medida em ampères.

Michael Faraday (1791 – 1867) inglês

Foi o físico experimental mais destacado da sua época. Ao aprofundar a experiência do físico Hans Christian Oersted, que demonstrara que uma corrente elétrica defletia uma agulha magnética, Faraday verificou, também, que o movimento de um ímã criava uma corrente elétrica num condutor próximo (*princípio do gerador*) e que uma corrente elétrica podia girar um ímã (*princípio do motor*).

É dele a experiência que resultou no princípio do transformador quando demonstrou que uma bobina com corrente elétrica alternada induzia uma corrente numa outra bobina próxima. (*fenômeno da indução eletromagnética, princípio básico do transformador*).

Surgiu daí a idéia por ele concebida de campos elétricos e magnéticos representados por linhas de força. Faraday descobriu que a eletricidade e o magnetismo eram ambos transmitidos por meio desses *campos*. Estava assim iniciada a Teoria do Campo, na época considerada importante avanço da física.

Ao estudar os fenômenos eletroquímicos, Faraday se convenceu de que a matéria era constituída de diferentes átomos eletricamente equilibrados, com números iguais de cargas elétricas negativas e positivas.

Helmholtz, Hermann Von (1821 – 1894) – alemão

Físico alemão que dominou vários campos da ciência com contribuições para acústica, mecânica, magnetismo, biologia, anatomia, fisiologia e outros. Orientou vários pesquisadores entre eles três Prêmios Nobel: Albert Michelson, Max Planck e Wilhelm Wien. Tornou-se famoso quando formulou a lei da conservação da energia, demonstrando que a energia não se

perde, se transforma. Inventou o oftalmoscópio para estudar a estrutura do olho.

James Clerk Maxwell (1831 – 1879) escocês

Começou a estudar eletricidade e magnetismo lendo os artigos de Faraday. Como era excelente matemático, descobriu quatro equações diferenciais que descrevem a natureza dos campos eletromagnéticos em termos de espaço e tempo; a partir dessas equações ele demonstra que a eletricidade e o magnetismo são aspectos de uma única força: *o eletromagnetismo*.

Ao descobrir que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas era igual à velocidade da luz, Maxwell concluiu que a luz nada mais era do que uma forma de radiação eletromagnética. Com esta concepção, ele abriu o caminho para a comunicação sem fio (rádio). A eletricidade, dizia, não precisa ser confinada a fios para ser propagada.

Tal como a luz, ela pode ser transmitida no espaço na forma de ondas.

As equações descrevem outras ondas além da luz, como: microondas, ondas de rádio, luz infravermelha, raioX e todas as ondas que diferem da luz visível apenas no aspecto do comprimento de onda.

Foi a partir das *Equações de Maxwell* que os assuntos da Física, como eletricidade, magnetismo e óptica, até então estudados de forma separada, foram integrados. É dele também a Teoria Cinética dos Gases.

Roentgen, Wilhelm (1845 – 1923) – alemão

Físico conhecido pela sua descoberta dos raios-X, também

chamados de raios Roentgen. Em 1895, nas suas experiências de laboratório com tubos de raios catódicos – aqueles que são aplicados nos aparelhos convencionais de televisão, Roentgen observou que, ao recobrir o tubo com papel espesso para evitar a entrada de luz, uma placa de papel recoberto com platino cianeto de bário, distante de dois metros, tornava-se fosforescente quando havia descarga no tubo. Descobriu que essa radiação ocorria quando os raios catódicos tocavam o vidro do tubo. Observou também que os graus de impressão variavam com a espessura dos materiais colocados no caminho da chapa. Quando ele colocou no caminho a mão de sua mulher a imagem revelava os ossos da mão.

Devido a natureza da radiação ser desconhecida, ele a denominou de Raios X. Foi o físico **Max Von Laue** e sua equipe que mostraram que os raios X são formas de radiação eletromagnética com comprimento de onda menor do que o da luz.

Essa descoberta teve sua grande aplicação na medicina, principalmente, na identificação de fraturas e no diagnóstico de anormalidades das funções cardiovascular e pulmonar. Em 1901 torna-se o primeiro físico a receber o prêmio Nobel.

Tesla, Nikola (1856 – 1943) croata

Engenheiro eletricitista, inventor, nascido na Croácia, foi um dos empregados de Tomas Edison que se notabilizou pelas suas invenções e debates com Edison.

Quando estudava na universidade de Gaz, na Áustria, ao observar o funcionamento de geradores e motores de corrente contínua, teve a idéia de criar o motor e o gerador de corrente alternada porque tinha a convicção – como veio a demonstrar - de que o custo de geração e distribuição eram bem menores.

Suas idéias sobre eletricidade sempre conflitavam com as

de Edison. Não havendo mais convivência pacífica, ele saiu da empresa. Foi quando George Westinghouse, sabendo da disputa de Tesla com Edison sobre eletricidade, resolveu comprar os direitos das invenções de Tesla sobre corrente alternada. Os benefícios da corrente alternada foram logo percebidos com a invenção do transformador para o transporte de energia elétrica a longas distâncias.

A *unidade Tesla* de densidade de fluxo magnético é adotada pelo Sistema Internacional em sua homenagem.

Michelson – Morley (1852 – 1931)

Como a ciência convencional da época afirmava que o espaço era preenchido por uma substância invisível chamada éter, esses 2 cientistas, Albert Michelson e Edward Morley, se juntaram para realizar uma experiência destinada a medir a força do vento provocada por ele (*éter*). Foi essa experiência que confirmou o que Einstein já teoricamente afirmava: o éter não existe. A comunidade científica passou, então, a aceitar a teoria de Einstein.

Lorentz , Hendrik (1853 – 1928) – holandês

Físico teórico holandês, foi primeiro a sugerir a teoria eletrônica da matéria com o conceito de elétron. Os elétrons, como demonstrou Lorentz, são essenciais para a estrutura do átomo neutro. Contribuem pouco para a sua massa, mas são necessários para fornecer as cargas elétricas negativas para tornar o átomo neutro, compensando com as cargas positivas dos prótons. Lorentz foi o primeiro físico a sugerir que a massa de uma partícula carregada cresceria com a velocidade, um conceito revolucionário para a época, mas fundamental para os trabalhos de Einstein.

Heinrich Hertz (1857 – 1894) alemão

Físico alemão que se notabilizou pela descoberta das ondas conhecidas como *hertezianas*. Com apenas 23 anos, completou seu doutorado na Universidade de Munich, em 1878. Quando Maxwell apresentou suas equações, que definiam o comportamento das ondas eletromagnéticas, ele sugeriu que outras formas de radiação eletromagnética tinham comportamento semelhantes às ondas infravermelhas, ultravioletas e luz visível. Como o mundo científico manteve-se cético diante das idéias de Maxwell, Hertz procurou realizar experiências para gerar ondas eletromagnéticas e medir sua velocidade.

Em 1879, seguindo o seu orientador, Hertz procurou, por meio de equipamentos e de experimentos, detectar esse tipo de radiação eletromagnética. Construiu um aparelho elétrico que provocava faísca e colocou distante uma espécie de antena. Verificou que quando provocava uma descarga elétrica a antena acusava a presença de ondas que as chamou de hertezianas.

Na verdade eram as ondas de rádio que acabavam de ser descobertas. Suas propriedades eram as descritas por Maxwell: “se propagavam na velocidade da luz, podiam ser refletidas e refratadas e oscilavam como as outras ondas”. Estava confirmada a previsão de Maxwell.

Com isso, ele mostrou que as experiências teóricas de Maxwell estavam corretas, e que as ondas eletromagnéticas tinham as mesmas propriedades de reflexão, refração e polarização que as ondas da luz, podendo então ser modificadas e focalizadas.

As diferenças entre as várias ondas – infravermelho, raio X, ondas de rádio, ultravioleta - estavam nos seus comprimentos de onda (*distância entre duas cristas*) e nas suas frequências. A luz visível, que está no meio do espectro eletromagnético, é for-

mada por várias ondas eletromagnéticas com comprimentos de ondas diferentes, que correspondem às cores do espectro, como azul, verde, laranja, vermelho etc.

Hertz, no momento, não percebeu a importância prática dessa descoberta e não viveu o suficiente para ver a sua aplicação. Morreu precocemente de septicemia, aos 36 anos. Foi Marconi que aproveitou essa descoberta para transmitir sinais de rádio a grandes distâncias.

Planck, Max (1858-1947) – alemão

Premiado com o Prêmio Nobel de Física em 1918, é considerado o criador da Teoria Quântica. Planck descobriu que a matéria absorve energia térmica e emite energia luminosa de forma descontínua, em quantidades discretas que ele chamou de *quanta*, isto é, que a radiação se dava em quantidades pequenas e separadas. Sua atenção foi despertada para a termodinâmica depois de assistir às aulas de dois físicos renomados: Herman von Helmholtz e Gustav Kirchhoff.

Esse interesse se consolidou quando estudou a obra de Rudolf Clausius, e, para sua dissertação de doutorado estudou a fundo as duas leis da termodinâmica: a primeira que trata da conservação da energia e a segunda da entropia - *medida que mede o grau de desordem ou a tendência para o colapso de todo sistema físico*. Foi em 1900 que Planck, para explicar a radiação do corpo negro, introduziu essa idéia nova do quantum.

Avançando no desenvolvimento desta teoria, conseguiu relacionar matematicamente o conteúdo de energia de um *quantum* à frequência da radiação; para isso, descobriu uma constante de natureza universal, que se conhece como constante de Planck, e expressou essa relação pela famosa fórmula

$$E = h.f$$

- **E** - representa a energia do *quantum*;
- **f** - a frequência da radiação;
- **h** - um número extremamente pequeno, chamada de constante de Planck.

A constante de Planck é considerada uma constante fundamental do universo, tão importante quanto o c da fórmula de Einstein.

O seu trabalho serviu de base para os cientistas Erwin Schrödinger, Niels Bohr e Werner Heisenberg, que desenvolveram a teoria quântica e criaram a Mecânica Quântica. A mecânica quântica, está fundamentada em três princípios derivados da teoria quântica:

Primeiro - a natureza dual das partículas subatômicas, que ora se comportam como onda, ora como partícula.

Segundo - a natureza probabilística da realidade física.

Terceiro - trata da incerteza inerente à medida da posição da partícula – “*princípio da incerteza*” formulado por Werner Heisenberg.

Ernest Rutherford (1871 – 1937) neozelandês

Nasceu na Nova Zelândia em 30 agosto de 1871; trabalhou sob a direção do físico experimental Joseph **Thomson**, se tornando, a exemplo de Faraday, um dos maiores físicos experimentais do seu tempo. Não aceitava uma ideia que não pudesse ser realizada em laboratório. Seu trabalho marca o início da Física Nuclear. Veio a se tornar o maior expoente do campo da radioatividade, quando passou a estudar as radiações.

Em 1895 Wilhelm Conrad **Roentgen** descobriu os raios X.

Em 1896, Henri **Becquerel** descobriu que o elemento quí-

mico urânio emitia radiações semelhantes aos raios X.

O casal Pierre Curie e Marie **Curie** descobriu que os elementos polônio e rádio emitiam também radiações. Esse fenômeno passou a ser conhecido como *radioatividade*.

Rutherford verificou que algumas emissões radioativas quando passavam por um campo elétrico se dividiam em:

- **radiação alfa** - *formadas por partículas (+) atraídas pelo pólo negativo;*
- **radiação beta** - *formadas por partículas (-) atraídas pelo pólo positivo*
- **radiação gama** - *sem deflexão.*

Ao fazer passar um feixe de radiação alfa por um orifício, de modo a bombardear uma lâmina finíssima de ouro, Rutherford observou que boa parte da radiação passava diretamente, outra atravessava mas era desviada e uma terceira voltava. Foi através dessa experiência que Rutherford concebeu o seu modelo atômico. Até então prevalecia o *modelo de Thomson*.

Thomson, em 1903, propôs um modelo atômico formado por uma pasta positiva recheada com elétrons de carga negativa, de tal modo que fosse eletricamente neutra.

Tal modelo era conhecido como “*pasta de pudim*”, onde se admitiam a divisibilidade do átomo e a natureza elétrica da matéria. Na verdade, a grande contribuição do modelo Thomson foi a de provar a existência de partículas subatômicas.

Já no modelo atômico de Rutherford, o átomo é formado por um núcleo central com cargas positivas chamadas de **prótons**, associadas com partículas neutras, isto é, sem carga elétrica, de massa igual à do próton, chamadas de **nêutrons**. Os nêutrons teriam a finalidade de agregar os prótons, evitan-

do que se repelissent. Ao redor desse núcleo estariam girando cargas elétricas negativas chamadas de **elétrons**.

Seria um modelo semelhante ao do sistema solar: o Sol no centro (prótons e nêutrons) e os planetas em órbitas (elétrons).

Eletricamente, o sistema se comportava como neutro, sendo a massa do elétron 1836 vezes menor do que a do próton, e o tamanho do átomo podendo variar de 10.000 a 100.000 maior do que o seu núcleo.

O átomo é como se fosse o Estádio do Maracanã onde no centro estaria uma formiga formando o núcleo atômico.

Rutherford deu uma grande contribuição à geologia, antropologia, arqueologia, astrofísica, geofísica, cosmologia e paleontologia quando descobriu que a radiação de um elemento decrescia com o tempo, em progressão geométrica.

Ele introduziu a expressão *meia vida* de um elemento, que correspondia ao tempo em que uma radiação decaía para metade do seu valor. Esse processo é denominado *datação radio-métrica*, e tem sua grande aplicação para se calcular a vida de elementos como rochas, terra e outros. O elemento mais usado é o carbono 14 porque ele se encontra em tudo que tem vida.

Albert Einstein (1879 - 1955) alemão

É considerado um dos maiores cientistas de todos os tempos. Três artigos seus publicados em 1905 foram marcantes para o desenvolvimento da Física moderna. Neles Einstein discorreu sobre a natureza da luz, descreveu o movimento molecular e apresentou a Teoria da Relatividade Restrita.

Assim como o universo geocêntrico (*terra no centro do universo*), de Aristóteles e Ptolomeu, foi substituído pelo mundo heliocêntrico (*o Sol no centro*), de Copérnico, Kepler e Galileu,

o universo mecânico de Newton foi substituído no início do século XX pelo mundo de Einstein.

Einstein nasceu na Alemanha, em Ulm, no dia 14 de março de 1879. Aos doze anos decidiu dedicar-se à solução do universo, que ele chamava *imenso mundo*. Nessa época comprou um livro sobre Geometria Euclidiana, a quem se referia como o “santo livro de geometria”. Estudou sozinho o cálculo diferencial e integral.

Numa carta a um amigo, escreveu: “*O esforço diligente e a contemplação da natureza de Deus são os anjos aplacadores, fortalecedores, e contudo implacavelmente severos que haverão de me guiar em meio ao tumulto da vida.*”

Quando estudante leu os trabalhos de:

- **Kirchoff e Hertz** – sobre o comportamento das correntes elétricas e das ondas eletromagnéticas;
- **Ernst Mach** – sobre os conceitos básicos da física;
- **Hendrik Lorentz** – sobre a teoria eletrônica da matéria.

Em 1905, Einstein publicou numa revista de Física, alemã, *a Teoria Especial da Relatividade*, que iria mudar a concepção que a humanidade tinha do universo. É importante observar que essa teoria não afirma que tudo é relativo, mas que algumas coisas que o mundo havia considerado absolutas, como o tempo e o espaço, são relativas, e outras consideradas relativas, como a velocidade da luz, são absolutas. Se tivesse que fazer uma síntese dessa teoria, disse Einstein, destacaria os seguintes pontos:

- A velocidade da luz é sempre constante;
- À velocidade da luz o tempo pára;
- À velocidade da luz, a massa é infinita.

Cinco efeitos relativísticos mais importantes são apontados para melhor compreensão dessa teoria.

A relatividade da simultaneidade

O universo de Newton pressupunha que um tempo absoluto era marcado por um relógio universal invisível.

No universo de Newton, era possível afirmar que dois eventos ocorriam simultaneamente, porque o tempo absoluto estava sendo medido pelo relógio universal.

Einstein nos revelou que essa idéia de tempo absoluto e de eventos simultâneos produz um paradoxo. Se a velocidade da luz for absoluta e constante sob todas as condições, há algo de errado com o conceito newtoniano.

Suponhamos que um passageiro no meio de um trem veja duas lâmpadas: uma à sua frente e a outra atrás. E que um só interruptor liga as duas lâmpadas ao mesmo tempo. Como em relação ao trem ele está parado, ao ligar o interruptor, ele verá as duas lâmpadas acenderem ao mesmo tempo. Mas, para um observador do lado de fora do trem, se as lâmpadas forem ligadas exatamente quando o trem está passando por ele na sua metade, ele verá a lâmpada de trás acender primeiro e a da frente depois. Portanto dois eventos que parecem simultâneos do ponto de vista do passageiro do trem não o são aos olhos de um observador imóvel. Donde se conclui que a simultaneidade é um fenômeno relativo.

A dilatação do tempo

Como na marcação do tempo há variações inerentes ao movimento, Einstein previu que o tempo tal como marcado pelos

relógios seria afetado pelo movimento e pela gravidade.

Segundo o efeito de dilatação do tempo, os ponteiros de um relógio em movimento avançarão mais lentamente que os de um relógio imóvel.

As idéias de Einstein foram confirmadas por um experimento em 1971. Relógios de césio foram embarcados em 2 aviões a jato que dariam a volta à Terra, um rumando para leste outro para oeste. No início e no fim da viagem os relógios foram comparados. No final observou-se uma diferença de 272 nanosegundos.

Outro paradoxo que se apresenta como exemplo do tempo relativístico é aquele que afirma que se uma nave se deslocasse para uma estrela distante 33 anos-luz da terra numa velocidade próxima à da luz, gastaria em relação à terra 33 anos para ir e 33 para voltar. Como o deslocamento foi próximo à velocidade da luz, todos os processos internos na nave seriam extremamente lentos, como se o tempo estivesse parado; se a nave ao chegar à estrela voltasse imediatamente, a viagem ida e volta se daria no mesmo dia, mas encontraria a população da terra 66 anos mais velha.

A contração do comprimento em altas velocidades

Einstein declara que se um objeto se deslocasse numa velocidade próxima à da luz ele pareceria para um observador fixo estar encurtando na direção do movimento. Uma régua de 100 cm pareceria ter menos comprimento.

O aumento da massa com a velocidade

À velocidades próximas à da luz, não só o tempo se torna lento, como a massa aumenta. Se o corpo atingisse a veloci-

dade da luz, a massa seria infinita. Essa teoria foi confirmada com experiências feitas nos aceleradores de partículas de alta velocidade. Em baixas velocidades, o aumento da massa é desprezível, por isso, que nesse domínio deve-se trabalhar com as leis de Newton.

A relação entre massa e energia

Einstein demonstrou essa relação pela célebre fórmula:

$$E = mc^2$$

Dela se deduz que uma pequena quantidade de matéria pode desprender uma fabulosa quantidade de energia. Isso ficou comprovado quando o homem utilizou esse conhecimento para produzir a bomba atômica.

A Teoria Geral da Relatividade

Einstein procurou descrever uma teoria de gravitação que atendesse a teoria da relatividade. Ele procurou demonstrar:

- **primeiro**, que gravidade e inércia (repouso) representam a mesma coisa (*princípio da equivalência*).
- **segundo**, quando se pensa no universo ou no espaço, é preciso considerar quatro dimensões: comprimento, largura, altura e tempo, onde o tempo é a quarta dimensão. Assim, todo evento que nele tem lugar, ocorre num mundo espaço-tempo de quatro dimensões;
- **terceiro**, o espaço-tempo é curvado pela presença de massas grandes como o Sol. Essa curvatura é o campo

gravitacional. Um planeta como a Terra, que se move em torno do Sol, desloca-se numa órbita elíptica não porque é "puxado" (atraído) pelo Sol, mas porque o campo gravitacional (*a depressão criada no espaço pela massa sol*) é tal, que uma elipse é o caminho mais curto possível que ele pode tomar no espaço-tempo.

Em 1919, a Royal Society of London organizou uma expedição para comprovar uma das teorias de Einstein. Ele afirmara que no eclipse que iria ocorrer no dia 29 de maio de 1919, a luz estelar que tangenciasse o Sol seria desviada pela gravidade do Sol em grau maior que o previsto pela Física newtoniana. Essa missão foi enviada simultaneamente à ilha do Príncipe, na África, onde encontrou templo nublado, e ao município de Sobral, no Ceará, onde a comprovação foi feita.

Apesar de suas teorias terem revolucionado a Física, o prêmio Nobel só lhe foi concedido em 1922, pelas suas contribuições à física e matemática e pela descoberta da lei que rege o efeito fotoelétrico.

A teoria geral da relatividade diz respeito a uma força da natureza: **a da gravidade**; ela não incorpora as forças naturais do eletromagnetismo e as forças fortes que mantêm os átomos coesos.

A busca de uma teoria mais completa que una a relatividade geral com a teoria quântica prossegue.

Max Born (1882 – 1970) – alemão

Viveu o período intenso das interpretações sobre as novas descrições do átomo. Foi o primeiro a perceber que a probabilidade e não a certeza controlava a medida dos elétrons. É dele o termo *mecânica quântica*, designado para o estudo desse novo ramo da física.

Estudou sob a tutela do físico Hermann Minkowski e do matemático David Hilbert. Foi considerado um dos mais influentes físicos quânticos de sua época e muito rigoroso na matemática.

Passou a ser muito conhecido pelo estudo que desenvolveu sobre as propriedades dos cristais que serviu de base para a física do estado sólido.

Desempenhou papel importante na análise da equação de Schrodinger conhecida como *mecânica da onda*, onde ele tratava o elétron como uma onda. O elétron, dizia Max Born, não era simplesmente uma partícula que poderia ser localizado precisamente no espaço tridimensional nem uma onda oceânica em três dimensões. A sua real representação deveria ser a de uma *onda de probabilidade*. Previsão confirmada, posteriormente, por Heisenberg pelo seu famoso *Princípio da Incerteza*.

Recebeu seu prêmio Nobel em 1954. Publicou vários livros:

- 1) *Minha Vida e Meus Pontos de Vista*;
- 2) *A Teoria da Relatividade de Einstein*;
- 3) *A Mecânica do Átomo*;
- 4) *Física Atômica*;
- 5) *O Universo sem Descanso*;
- 5) *A Física e a Política*..

Bohr, Niels (1885–1962) dinamarquês

Físico dinamarquês que muito contribuiu para o fortalecimento da Física nuclear e para a compreensão da estrutura do átomo. A teoria atômica de Bohr, pela qual recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1922, foi publicada em diversos artigos entre 1913 e 1915. Seu trabalho teve como ponto de partida o modelo atômico de Rutherford.

Apesar do modelo de Rutherford responder a muitas questões, no entanto, deixava de responder outras do tipo:

“Se os elétrons têm carga negativa e o núcleo carga positiva, e se as cargas opostas se atraem, por que não há o colapso, ou seja a queda dos elétrons para dentro do núcleo?”

Bohr fez uso da teoria quântica e sugeriu:

- os elétrons devem se mover ao redor do núcleo em um número limitado de órbitas bem-definidas, chamadas *órbitas estacionárias*;
- ao moverem-se em órbitas estacionárias, os elétrons não emitem nem absorvem energia; emitirão energia na forma de irradiação (fótons) quando caírem para uma órbita mais próxima do núcleo e absorverão (*quantas*) se saltarem para uma órbita mais distante do núcleo.

Esse modelo foi fundamental para o desenvolvimento futuro da Física atômica teórica. Foi a partir dele que se chegou à compreensão da **fissão nuclear**.

Segundo Bohr, as forças repulsivas do núcleo, em virtude da repulsão das cargas positivas, são neutralizadas pelas forças de tensão de superfície que tendem a manter o núcleo estável. Se as forças repulsivas se tornarem mais fortes com o enfraquecimento da tensão de superfície, então, o núcleo arrebentará em fragmentos de alta velocidade, formando uma reação em ca-

deia com grande liberação de energia. Tal processo é chamado de *fissão nuclear*.

Erwin Schrodinger (1887 - 1961) austríaco

Físico austríaco que após seu doutoramento em 1910 na Universidade de Viena se dedicou a estudos sobre a teoria quântica, a teoria cinética dos sólidos e a radioatividade.

Foi assistente de Max Wien e em 1921 foi contratado para ocupar a cadeira de Física Teórica em Zurique, antes ocupada por Einstein e Max Von Lane.

Em 1924, ao realizar estudos sobre a mecânica estatística quântica dos gases se interessou pelos trabalhos de Louis de Broglie sobre ondas associadas a partículas. Afirmava que tudo tinha forma de onda. Em 1926 publicou cinco artigos sobre as bases da mecânica ondulatória mostrando grande número de aplicações. Recebeu de imediato o apoio e reconhecimento de Planck, Einstein e Paul Ehrenfest, Born e Sommefeld. No entanto, Louis de Broglie não aceitou o seu trabalho por não ser relativístico, sendo acompanhado por Heisenberg e Bohr.

Em 1927, no conselho de Solvay ocorreu intenso debate onde Schrodinger se posicionou não aceitando a teoria probabilística da mecânica quântica.

Em 1933, com Paul Dirac, recebeu o Prêmio Nobel de Física pelos seus trabalhos sobre a mecânica quântica.

Em Dublin se dedicou ao estado da teoria do campo unificado.

Em 1944 publicou o livro de grande repercussão “*O que é a vida*”.

Outras publicações que merecem destaque são: *A estrutura do espaço tempo*, *O universo em expansão*, *Ciência e Humanismo*. Em 1961 morre de tuberculose.

Hubble, Edwin (1889 – 1953) americano

Famoso astrônomo americano, provou que o universo está em expansão. Em 1924 Hubble observou que as nebulosas vistas anteriormente não eram uma parte da nossa galáxia e Via Láctea. Formulou lei conhecida como *Lei de Hubble* onde afirma que a distância entre galáxias ou clusters de galáxias estava continuamente crescendo, ou melhor dizendo, o universo estava em expansão

Chadwick, Sir James (1891 – 1974) inglês

Trabalhou com Rutherford. Em 1935 recebe o prêmio Nobel de Física pela sua descoberta do *Neutrino* na estrutura atômica. Foi a descoberta do Neutrino que tornou possível o desenvolvimento da bomba atômica

Louis de Broglie (1892 – 1987) francês.

Quando, em 1905, Einstein sugeriu que o efeito fotoelétrico podia ser explicado se fosse admitido que as ondas eletromagnéticas se comportassem como partículas, De Broglie pensou o contrário. Dizia ele: *Se as ondas eletromagnéticas podem se comportar como partículas por que as partículas não podem se comportar como ondas?*

Formulou então, em 1927, uma teoria onde conseguiu demonstrar que um elétron pode agir como se fosse onda.

Essa concepção resultou num amplo debate sobre a *dualidade onda-partícula* onde se envolveram Schrodinger, Heisenberg e Bohr. Em 1929 recebeu Prêmio Nobel de Física por seu trabalho com partículas subatômicas.

Heisenberg, Werner Karl (1901-1976) alemão

Físico alemão, Prêmio Nobel em 1932. Estudou na Universidade de Munique.

Além da Física, tinha grande interesse pelos clássicos da Grécia antiga: *de Platão a Aristóteles, a Demócrito e Tales*. Até o final da vida demonstrou grande interesse pela relação entre Filosofia e Ciência.

Aos 20 anos, assistindo a uma palestra de Bohr, teve a coragem de criticar uma de suas afirmações. Bohr na época era considerado o maior expoente da Física atômica. Tal fato foi responsável pelo convite que Bohr lhe fez para trabalhar com ele, logo que se graduasse.

Heisenberg pôs em xeque o modelo de Bohr. Afinal, dizia ele, quem já viu um elétron circulando numa órbita atômica? Desenvolveu um sistema de mecânica quântica onde, na sua concepção, cada átomo seria representado por uma matriz e o movimento dos elétrons por outra matriz.

Nessa época, o físico **Louis de Broglie**, no seu trabalho de tese de doutorado, concebeu a natureza dual da matéria: *a matéria ora se comporta como partícula, ora como onda*. Nesse seu trabalho, ele combina a concepção da fórmula de Einstein, que relaciona massa e energia, com a de Planck, que relaciona frequência e energia, e mostra que, para toda partícula, deverá estar associada uma onda. Esse conceito dual *onda-partícula* valeu para Broglie o Prêmio Nobel de Física de 1929.

O físico austríaco **Erwin Schrödinger**, ao ler o trabalho de “de Broglie”, concebeu a *mecânica ondulatória*, dando nova roupagem ao modelo de Bohr. Dizia ele: o elétron não circula em torno do núcleo, como um planeta circula em torno do Sol, mas sim, como uma onda que se curva à volta do núcleo, de modo que ele está em todas as partes de sua órbita ao mesmo tempo.

Foi a partir desses modelos (Bohr, de Broglie e Schrödinger) que Heisenberg formulou o **princípio da incerteza**, que exerceu profunda influência na Física e na Filosofia do século XX.

O que afirma tal princípio? Que é impossível medir com precisão, ao mesmo tempo, a velocidade e a posição de um elétron ou de qualquer outra partícula.

O que levou Heisenberg a fazer tal afirmação? Dizia ele: para determinarmos a posição de um elétron, é preciso iluminá-lo com algum feixe de radiação eletromagnética que, ao atingi-lo, altera-lhe o movimento e conseqüentemente a sua posição.

Cita como exemplo semelhante o ato de se medir com um termômetro a temperatura de uma água quente. O ato de introduzir o termômetro já altera a temperatura da água.

Tal princípio teve implicações importantes, não só no mundo da Física atômica, mas em todo o conhecimento humano. Dizia Heisenberg: há uma inexatidão em cada medição que fazemos. O conhecimento que a humanidade tem do mundo natural em nenhuma área é perfeitamente preciso. Einstein, ao questionar esse princípio, dizia: “*Deus não joga dados*”.

Fermi, Enrico (1901 – 1954) – italiano

Físico italiano, foi um dos principais fundadores da Física Nuclear. Por ter descoberto a radioatividade artificial produzida por nêutrons foi agraciado com o prêmio Nobel de Física de 1938. Inventou a pilha atômica conhecida como reator nuclear e realizou trabalho importante para o desenvolvimento das bombas atômicas, inclusive a de hidrogênio.

Em sua homenagem, o elemento 100 da tabela periódica tem o nome de Fermium.

Oppenheimer, Robert (1904 – 1967) inglês

Físico inglês, estudou em Cambridge com Rutherford e posteriormente, com Niels Bohr e Max Born, em Gottingen, onde fez seu doutorado. De 1929 a 1942 ensinou física na universidade da Califórnia concentrando seus estudos nas teorias atômica e quântica. Teve papel importante na descoberta do pósitron.

Em 1942, foi convidado pelo presidente dos EUA, Franklin Delano Roosevelt, para dirigir e coordenar o projeto Manhattan criado pelos Estados Unidos e Inglaterra para fabricar a bomba atômica. Como muitos físicos, tinham fugido para os EUA com medo da ascensão de Hitler, Oppenheimer conseguiu reunir os melhores físicos para participarem do projeto que foi sediado em Los Alamos, no Novo México.

“Eu me tornei a morte, a destruidora de mundos”

assim se expressou Oppenheimer ao ver o primeiro teste da bomba atômica. A data de 16 junho de 1945 é considerada como o marco em que a era da inocência na ciência foi extinta. Depois do lançamento da bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki, renunciou ao cargo.

Richard Feynman (1919 – 1988) – americano

Obteve o Prêmio Nobel de Física em 1965, juntamente, com o físico norte-americano Julian S. Schwinger e o físico japonês Shinichiro Tomonaga. Feynman dizia que o mundo da Física poderia ser dividido em três domínios:

- **O domínio do muito pequeno** – trata do mundo das partículas efêmeras, vistas nas colisões de alta energia

produzida por aceleradores e no interior dos núcleos dos átomos. Nesse campo, prevalecem as forças nucleares fortes. Ainda não há teoria completa que explique os fenômenos desse domínio;

- **O domínio do muito grande** – é o mundo físico do universo como um todo: planetas, estrelas, galáxias. A força dominante desse mundo é a da gravidade, e a relatividade geral de Einstein é a teoria triunfante.
- **O domínio do intermediário** – trata do plano médio da Física; é um campo enorme que inclui tudo o que existe entre um núcleo atômico e um planeta. A teoria eletrodinâmica quântica (QED) que estuda esse domínio procura uma explicação completa e precisa para todos os processos físicos que nele têm lugar.

Feynman, ao estudar esse domínio, reformulou a teoria eletrodinâmica quântica; essa teoria, cuja criação é atribuída ao físico Paul Adrien Maurice Dirac, procura fazer uma síntese da Teoria da Relatividade, de Einstein, com a Mecânica Quântica; ela descreve as interações das ondas eletromagnéticas com a matéria.

Dirac, em 1930, propôs a teoria segundo a qual para cada partícula deve existir uma antipartícula, de carga elétrica oposta, mas, de mesma massa. Tal teoria foi confirmada posteriormente por Carl David Anderson, quando descobriu a antipartícula do elétron chamada *positron*.

A partir dessa teoria, Feynman concebeu os *diagramas de espaço-tempo* para ilustrar as interações das várias partículas. Neles ele apresenta dois conceitos básicos:

Que todas as interações envolvem a criação e a destruição de partículas;

Que há uma simetria básica entre partículas e antipartículas, isto é, para cada partícula existe uma antipartícula com

massa igual e carga oposta.

Feynman morreu de câncer abdominal em 1988, aos 69 anos. A ciência ficou mais rica com suas contribuições. Na tentativa de compreender a natureza, ele dizia:

“A natureza é um enorme jogo de xadrez disputado por Deuses, e que temos o privilégio de observar. As regras do jogo são o que chamamos de física fundamental, e compreender essas regras é a nossa meta.”

Gell-Mann, Murray (1929-) americano

Físico norte-americano, Prêmio Nobel em 1969, famoso por sua classificação das partículas subatômicas e por ter proposto a existência do *quark*. Nascido em Nova York, frequentou a Universidade de Yale e doutorou-se em 1951 no Instituto de Tecnologia de Massachusetts.

Lecionou na Universidade de Chicago de 1952 a 1955, quando ingressou no Instituto de Tecnologia da Califórnia. Pesquisou as interações de prótons com nêutrons. Propôs que certas partículas subatômicas possuíam uma qualidade chamada de **estranheza**, que ele definiu como a propriedade das partículas, que governa a velocidade em que elas decaem.

A idéia de estranheza surgiu quando físicos observaram que algumas partículas geradas em aceleradores por forças chamadas **interações fortes** não se desintegravam pelas mesmas forças no tempo por eles previsto.

Usando suas formulações, Gell Mann foi capaz de prever detalhadamente numerosos eventos de decaimento de partículas estranhas, bem como de apontar para partículas ainda não descobertas.

Ele e seus colaboradores chegaram à conclusão de que algu-

mas das partículas fundamentais do átomo podiam ser mais bem compreendidas se admitíssemos que eram formadas por componentes ainda menores, que eles chamaram de *quarks*. O quark hoje é aceito como o tijolo básico e fundamental da construção de toda matéria – mais fundamental que o próton e o nêutron. Pesquisas posteriores têm confirmado o acerto dessas idéias.

GRANDES NOMES DA BIOMEDICINA

PILARES DA BIOMEDICINA		
NOME	PAÍS	DATA
Hipócrates	Grego	[460 – 377 a.C.]
Galeno	Turco	[129 – 216 d.C.]
Andreas Vésalius	Belga	[1514 – 1564]
William Harvey	Inglês	[1578 – 1657]
Malpighi, Marcello	Italiano	[1628 – 1694]
Leeuwenhock, Anton van	Holandês	[1632 – 1723]
Carlos Lineu	Sueco	[1707 – 1778]
John Hunter	Escocês	[1728 – 1793]
Lamarck, Jean Baptiste	Francês	[1744 – 1829]
Edward Jenner	Inglês	[1749 – 1823]
Charles Darwin	Inglês	[1809 – 1882]
Claude Bernard	Francês	[1813 – 1878]
Mendel, Gregor Johann	Austriaco	[1822 – 1895]
Pasteur, Louis	Francês	[1822 – 1895]
Lister, Joseph	Inglês	[1827 – 1912]
Koch, Robert	Alemão	[1843 – 1910]
Hugo de Vries	Holandês	[1848 – 1935]
Ehrlich, Paul	Polonês	[1854 – 1915]
Freud, Sigmund	Austriaco	[1856 – 1939]
Morgan, Thomas Hunt	Americano	[1866 – 1946]
Felix Hoffmann	Alemão	[1868 – 1946]
Karl Landsteiner	Austriaco	[1868 – 1943]
Fleming, Alexander	Escocês	[1881 – 1955]
Albert Sabin	Polonês	[1906 – 1993]
Williem Kolff	Holandês	[1911 – 2009]
Salk, James Edward	Americano	[1914 – 1995]
Francis Crick	Inglês	[1916 – 2004]
James Watson	Americano	[1928 –]
Frederick Sanger	Inglês	[1918 –]
Carl Djerassi	Austriaco	[1923 –]

Hipócrates [460 a.C – 377 a.C] grego

O Pai da Medicina

Hipócrates, médico grego, é considerado por muitos como o *pai da medicina*. Ele a libertou das superstições de seu tempo e a colocou no patamar da ciência. Seu nome está associado ao juramento médico feito pelos estudantes de Medicina quando se formam. Esse juramento, embora não escrito por ele, contém suas idéias e princípios em relação à medicina e aos médicos.

Galeno [129 – aprox.216] turco

O Início da Anatomia

Físico e filósofo turco que influenciou por mais de mil anos a medicina na Europa. Por meio da dissecação de animais, demonstrou as funções dos rins e provou que o corte da coluna vertebral causava paralisia. Demonstrou que as artérias levavam sangue e não ar e divulgou a sangria como forma de cura ou prevenção de certas doenças.

Andreas Vésalius [1514 – 1564] belga

O Avanço da Anatomia

Foi o primeiro a descrever corretamente a anatomia do corpo humano. Registrou suas descobertas após cuidadosa dissecação de corpos humanos mortos. Mostrou que o anatomista Galeno estava errado em vários pontos. A anatomia de Galeno, dizia Vesalius, está baseada na dissecação de animais, e que por isso ele não tinha conhecimento real do corpo humano

William Harvey [1578 – 1657] – inglês

A Descoberta da Circulação Sanguínea

O anatomista Galeno afirmava que o sangue era transportado pelas veias a partir do fígado e que as artérias recebiam o sangue do coração para ser consumido pelo corpo. Mas, foi William Harvey quem descreveu corretamente a circulação sanguínea. Ele descobriu que o coração bombeava sangue para todas as partes do corpo e que, depois de circular, retomava ao coração para ser bombeado novamente. Embora estivesse correta a sua teoria, ela só foi aceita após alguns anos, depois de sua morte.

Malpíghí, Marcello [1628 – 1694] – italiano

A Microscopia na Medicina

Foi o primeiro a usar o microscópio para descobrir estruturas complexas do corpo humano como as do cérebro, pele e rins. Ao descobrir a rede capilar, confirmou a teoria da circulação sanguínea de William Harvey. Muitas partes do corpo humano levam o seu nome. Estudando o bicho da seda, descobriu que os insetos usam, para respirar, em vez de pulmões, pequenos orifícios na pele chamados de *tracheae*.

Leeuwenhock, Anton van [1632 – 1723] – holandês

O Avanço da Microbiologia

É considerado o pai da microbiologia. Desenvolveu vários microscópios para observar bactérias, protozoários, espermatozoides. Foi quem primeiro descreveu corretamente as células vermelhas.

Carlos Lineu [1707 – 1778] sueco

A Classificação da Fauna e da Flora

Lineu foi o grande responsável pela classificação científica de plantas e animais. Dividiu os dois grandes grupos, reino animal e reino vegetal, em *filos*, *classe*, *ordem*, *famílias*, *gêneros* e *espécies*. Publicou os seguintes livros: *Genera Plantarum*, *Species Plantarum* e *Systema Naturae*.

John Hunter [1728 – 1793] escocês

O Pioneiro da Cirurgia

John Hunter, cedo abandonou a escola. Interessava-se em colecionar insetos e animais. Sua vida mudou quando foi trabalhar numa escola de anatomia como assistente de seu irmão. Encantava-se com os trabalhos de dissecação que mostravam os músculos, vasos e nervos. No auge da Guerra dos Sete Anos esteve como cirurgião para atender os soldados feridos. Observou que os tecidos se inflamavam quando eram danificados. Combinou sua habilidade com a curiosidade em saber como o corpo funcionava. Foi não só pioneiro na cirurgia, mas um dos melhores cirurgiões.

Lamarck, Jean Baptiste [1744 – 1829] francês

A Primeira Teoria da Evolução

A primeira teoria da evolução é chamada de *lamarckismo*, porque foi Lamarck quem defendeu a tese de que os animais adquirem características em vida e as transmitem para seus descendentes. Citou como exemplo o caso da girafa que passou

a ter o pescoço comprido de tanto esticar para comer as folhas das árvores e que passou a transmitir para os seus descendentes essa característica.

Edward Jenner [1749 – 1823] inglês

A Cura da Varíola

Médico inglês, que aprendeu cirurgia com o famoso cirurgião John Hunter, era pesquisador que realizava tratamentos químicos para curar certas doenças. Seu grande feito se deu quando realizou trabalho experimental sobre a varíola, na época uma doença endêmica, contagiosa, destrutiva, que matava um terço das pessoas que a contraíam; os que sobreviviam ficavam cegos ou desfigurados por cicatrizes profundas. Não havia cura para essa doença e as tentativas de prevenção se limitavam a uma forma grosseira de inoculação chamada de *variolação*.

Em 1796, Jenner tentou um novo método. Ele tomou conhecimento de que mulheres que ordenhavam vacas com varíola bovina raramente contraíam varíola humana. Jenner extraiu um material das pústulas de uma paciente com varíola bovina e convenceu um fazendeiro a deixá-lo infectar seu filho com esse material para imunizá-lo. Fez dois arranhões de meia polegada no braço do garoto e esfregou o material das pústulas. O garoto contraiu uma forma benigna de varíola bovina e logo se curou. Depois Jenner tentou infectar o garoto, várias vezes, com varíola humana e nenhuma doença se manifestou.

A vacina usada com material das pústulas da varíola bovina tinha sido um sucesso. O impacto foi surpreendente. Em 1980 nenhum caso de morte por varíola foi atestado. A doença foi então declarada oficialmente extinta.

Edward Jenner é conhecido como o pai da vacinação por-

que, ao descobrir a vacina contra a varíola, promoveu uma vacinação em massa pela primeira vez.

Charles Darwin [1809 – 1882] inglês

A Teoria da Evolução

Charles Darwin ainda estudante tinha paixão pela História Natural. Coleccionava plantas e animais. Chegou a frequentar a Faculdade de Medicina, mas descobriu que não tinha vocação. Passou, então, a estudar Botânica e a colecionar besouros, quando foi indicado como naturalista para fazer parte de uma viagem de circunavegação do globo no navio S. Beagle. Essa expedição que durou cinco anos tinha a missão de fazer o reconhecimento da costa da Terra do Fogo, Litoral do Chile e do Peru, Ilhas dos Mares do Sul e arquipélagos da Índia. Durante a viagem Darwin fez muitas anotações e coleções de exemplares da fauna e da flora. Observou as diferenças entre pássaros e tartarugas nas ilhas vizinhas a Galápagos.

O Beagle retornou em 2 de outubro de 1836. No ano seguinte, com base nas anotações, começou a rascunhar suas idéias sobre a seleção natural das espécies. Somente, em 1857, quando recebeu do naturalista Alfred Wallace, que havia viajado para América do Sul, uma teoria da formação das espécies, foi que Darwin resolveu tornar público suas ideias e anotações com a publicação, em 1859, do seu famoso livro “*A Origem das Espécies pela Seleção Natural*”.

Essa publicação causou grande impacto entre cientistas, leitores e teólogos. De acordo com a sua teoria os organismos com vantagens sobre outros competem melhor na luta pela sobrevivência e produzem mais descendentes. Além disso, as características que os ajudam na sobrevivência são transmitidas para a próxima geração. Segundo Darwin, essa seleção natural

provoca o desaparecimento dos organismos mais fracos.

Em 1871, publicou *A Descendência do Homem*.

Darwin relutou em publicar as suas obras porque os mecanismos e as regras da hereditariedade não estavam ainda estabelecidos. Isso só veio a acontecer posteriormente com os trabalhos dos geneticistas Gregor Mendel e Thomas Hunt Morgan.

Charles Darwin está na galeria dos grandes cientistas que exerceram grande influência no pensamento científico, como o fizeram Aristóteles, Galileu, Newton, Lavoisier e Einstein.

Claude Bernard [1813 – 1878] francês

Mecanismos da Digestão

Fisiologista francês que deu grande contribuição à medicina, quando descobriu os mecanismos da digestão e as funções do pâncreas e do fígado. Publicou *Introdução ao estudo da medicina experimental*.

Mendel, Gregor Johann [1822 – 1895] austríaco

O Pai da Genética

Monge e botânico, Mendel é considerado o pai da genética pelos seus inúmeros experimentos sobre a hereditariedade. Cultivou, analisou e testou por mais de sete anos um campo com cerca de 28 mil pés de ervilhas. Fez vários cruzamentos de ervilhas com características de cor, tamanho, formato e textura diferentes para depois analisar e observar os resultados. Estabeleceu então três leis:

1) *Lei da Segregação Independente;*

2) *Lei da Combinação Independente;*

3) *Lei da Dominação.*

Foi a partir dessas experiências que se estabeleceu a teoria da hereditariedade. Afirmava Mendel que as características e os traços são herdados e que os pais transmitem suas características aos seus descendentes por meio de uma célula chamada *gene*.

Pasteur, Louis [1822 – 1895] francês.

A Doença Causada por Germens

A ciência da bacteriologia passou a ter a sua importância graças à atuação desse que foi considerado um dos maiores microbiologistas do mundo. Ao se voltar para estudos práticos sobre as doenças da fermentação do vinho, do vinagre, da cerveja e depois para o estudo das infecções que afligiam os seres humanos e os animais, Pasteur fez descobertas que quebraram vários paradigmas.

Ele mostrou que as atividades dos microorganismos, tipo bactérias, são causadoras de doenças e do apodrecimento de alimentos. Isso o levou à descoberta da pasteurização, conhecido método que usa o calor para matar os microorganismos.

Na sua luta contra as doenças ele desenvolveu algumas vacinas entre elas a do *antraz* e a da *raiva*.

Lister, Joseph [1827 – 1912] inglês

A Medicina Anti-séptica

O médico Lister, quando trabalhava numa enfermaria, observou que cerca de 50% dos pacientes operados morriam de infecção (sepsia). Inicialmente, imaginou que era causada pela

poeira, até que aprendeu, com Pasteur, que microorganismos são causadores de infecções. Usou, então, o fenol (*ácido carbólico*) como antisséptico e passou a controlar as infecções reduzindo o número de mortes. O princípio de Lister de que as bactérias devem ser mantidas distantes das aberturas cirúrgicas é observado até hoje nos centros cirúrgicos.

Koch, Robert [1843–1910] alemão

A Cura da Tuberculose

É considerado um dos fundadores da bacteriologia. Koch ganhou o Prêmio Nobel de 1905 por suas descobertas sobre a tuberculose. Descobriu os microorganismos que causam a tuberculose, o cólera e a conjuntivite, e também estudou a doença do ciclo do antrax. Definiu métodos, usados ainda hoje, para criar microorganismos em laboratórios. Desenvolveu também a vacina para a peste do gado.

Hugo de Vries [1848 – 1935] holandês

A Teoria da Mutação

Botânico e geneticista holandês, Hugo de Vries estudou o fenômeno da mutação. Ele redescobriu as leis da hereditariedade de Mendel e desenvolveu sua própria teoria. Explicou as mutações como sendo mudanças repentinas e imprevisíveis em um organismo que podem ser transmitidas para os descendentes. Propôs que esse seria o meio segundo o qual novas espécies evoluem. Sua descoberta ajudou a estabelecer a teoria de Darwin.

Ehrlich, Paul [1854 – 1915] polonês

A Cura da Sífilis

Tornou-se famoso pela sua obra inovadora no campo da *Imunologia* (área da medicina que estuda o sistema imunológico responsável pela defesa do organismo contra as doenças) - e pela *quimioterapia* (área da medicina que estuda as drogas químicas no tratamento de doenças como o câncer). Ehrlich descobriu o remédio Salvarsan, primeiro medicamento responsável pela cura efetiva da sífilis. Descreveu e publicou métodos de colorir tecidos e micro-organismos com certos tipos de tintas, para ajudar no diagnóstico e tratamento de doenças. Ganhou o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina em 1908.

Freud, Sigmund [1856 – 1939] austríaco

O Pai da Psicanálise

Fundador da Psicanálise e da Psiquiatria, o austríaco Freud pesquisou sobre processos mentais inconscientes para ajudar os doentes mentais. Ele acreditava que a maioria das pessoas reprimia lembranças indesejáveis que provocavam distúrbios mentais. Segundo Freud, tais doenças mentais eram causadas por emoções reprimidas como as do ódio e do medo. Por meio da hipnose, ele colocava seus pacientes em estado de semiconsciência para descobrir a causa de sua dor.

Freud também estudava os sonhos. Em 1893 publica seu trabalho sobre psicanálise “*Physical Mechanism of Hysterical Phenomena*” (*Mecanismo Físico de Fenômenos Histéricos*) e em 1900 publica o livro “*Interpretação dos Sonhos*”.

Morgan, Thomas Hunt [1866 – 1946] americano

A Teoria do Cromossomo e da Hereditariedade

Zoologista e geneticista, Morgan é conhecido por elaborar a “*Teoria do Cromossomo e da Hereditariedade*”. Ele defendeu a tese de que os cromossomos são pequenas estruturas dentro da célula, finas como fios, que contêm os genes responsáveis pelos traços hereditários (caracteres).

Morgan faz parte dos cientistas que iniciaram no final do século XIX a revolução na biologia.

Os avanços da química e da microscopia ajudaram a esclarecer a noção de célula como unidade básica dos seres vivos, contendo informações genéticas importantes. Inicialmente, Morgan criticou a teoria da hereditariedade de Mendel. Mas, ao trabalhar com moscas drosófilas, pode confirmar aquela teoria. Isso resultou no trabalho publicado em 1915 sobre “*O Mecanismo da Hereditariedade Mendeliana*”, considerado um dos resultados experimentais mais bonitos da história da ciência. Em 1933, por seu trabalho em genética, recebeu o prêmio Nobel de Fisiologia / Medicina.

Trabalhos Publicados: *A Base Física da Hereditariedade* (1919), *Evolução e Genética* (1923), *A Teoria do Gene* (1926) e *Embriologia e Genética* (1933).

Felix Hoffmann [1868 – 1946] alemão

A Descoberta da Aspirina

Desde a Antiguidade, médicos como Hipócrates procuravam nas plantas substâncias que pudessem aliviar a dor. No início do século XIX, químicos isolaram o ácido salicílico de plantas utilizadas para o alívio da dor. Uma delas era a casca do salgueiro.

A droga funcionava, mas tinha efeitos colaterais desagradáveis. O pesquisador e químico Felix Hoffmann, funcionário da Bayer, na sua luta por encontrar uma fórmula para aliviar a dor do seu pai que sofria de artrite, em 1897 adicionou ao ácido salicílico um grupo acetil CH_2CO .

Surgia assim o *ácido acetil salicílico*, conhecido como **Aspirina**, que se revelou um bom analgésico de efeitos colaterais reduzidos.

Em 1982 John Vane ganhou o prêmio Nobel por demonstrar que a aspirina bloqueava a ação da enzima COX-2. Como essa enzima ajuda a produzir a prostaglandina, hormônio que ativa a inflamação local produzindo inchaço e dor, bloquear o COX-2 significava reduzir a inflamação e a dor.

Karl Landsteiner [1868 – 1943] austríaco

O Entendimento dos Grupos Sanguíneos

Patologista austríaco lembrado pela sua descoberta dos grupos sanguíneos **A**, **B** e **O**. Posteriormente, identificou com Weiner o Rhesus, ou seja o fator Rh que determina se o grupo sanguíneo é positivo ou negativo. Em 1930 recebeu o Prêmio Nobel de Medicina.

Essa descoberta contribuiu decisivamente para salvar milhares de vidas que necessitavam fazer transfusão. Antes dessa descoberta a transfusão causava grandes transtornos e reações, muitas vezes fatais, quando se misturavam grupos sanguíneos diferentes.

Fleming, Alexander [1881 – 1955] escocês

A Descoberta da Penicilina

Escocês, formado na Escola Médica do Hospital St. Mary de Londres, se dedicou a procurar substâncias químicas que matassem bactérias sem danificar os tecidos animais. Seu interesse aumentou quando tomou conhecimento de que o médico e químico Paul Ehrlich havia descoberto uma substância química “*Salvarsan*”, capaz de tratar a sífilis.

Fleming, no seu trabalho de pesquisa, descobriu que a lágrima continha uma substância biológica “*lisozima*” que provocava a quebra de ligações químicas de algumas bactérias. Em 1928, trabalhando com o vírus da gripe, por acaso observou, numa placa de Petri abandonada uma colônia de *bolor* e que ao seu redor não havia bactérias. Ao investigar, descobriu que aquele mofo produzia uma substância química que matava as bactérias e que era da família *Penicillium*.

Estava assim descoberta a *Penicilina*, que contribuiu para curar doenças causadas por bactérias muitas vezes mortais.

Albert Sabin [1906 – 1993] polonês

A Vacina contra a Poliomielite

Tornou-se famoso por ter desenvolvido a vacina oral contra a poliomielite a partir de vírus ativo atenuado. Demonstrou que essa vacina era mais efetiva de que a feita com vírus mortos como era o caso da vacina *salk*, porque ela não só prevenia contra a paralisia, mas também contra a infecção.

Em 1960 sua vacina é aprovada para uso nos EUA.

William Kolff [1911 -] holandês

A Hemodiálise

Médico holandês, que ao ficar chocado com a morte de um rapaz de 22 anos de insuficiência renal, passou a trabalhar numa máquina que fizesse o papel do rim. Foi dele a invenção da máquina de hemodiálise, verdadeiro rim artificial que vem aumentando a expectativa de vida de milhares de pacientes considerados renais crônicos.

Salk, James Edward [1914 – 1995] americano

A Primeira Vacina contra a Poliomielite

Médico e pesquisador americano que se destacou quando identificou três tipos de vírus de pólio. Foi o primeiro cientista a desenvolver uma vacina segura contra a poliomielite. Em 1955 a vacina *salk* foi lançada para uso nos EUA.

Francis Crick [1916 – 2004] inglês e James Watson [1928 –] americano

Descobrendo a Estrutura do DNA

Os nomes Crick e Watson estão tão fortemente ligados que parecem ser uma única pessoa. Essa fama conjunta deve-se ao anúncio extremamente importante, em 1953, de sua descoberta da estrutura do DNA.

Em 1951, na Universidade de Cambridge, Inglaterra, Francis Crick e James Watson procuravam entender como funcionava a estrutura de uma molécula biológica conhecida como ácido desoxirribonucléico (DNA). Crick, dois anos antes, começara a estudar a estrutura de proteínas. Para isso, ele fazia

a sua cristalização e depois passava um feixe de raios X para analisar a difração resultante.

Nessa época, os cientistas pensavam que a informação sobre a estrutura de um organismo era armazenada em um núcleo celular e transmitida de célula a célula à medida que o organismo crescia. Havia cada vez mais evidência de que o material no interior da célula responsável por essa transmissão de informação era o DNA. Mas permanecia a questão: *como uma molécula biológica tão pequena podia armazenar informação suficiente para orientar o desenvolvimento de células, órgãos e organismos inteiros?*

Crick e Watson começaram então a analisar a estrutura do DNA. Seus interesses aumentaram depois que Watson tomou conhecimento de que a pesquisadora Rosalind Franklin apresentara num seminário em Londres algumas fotos de difrações de raios X de DNA com formato de cruz, sugerindo que a molécula possuía uma estrutura helicoidal.

A partir de análises químicas, Watson e Crick encontraram a informação de que o DNA era formado de quatro componentes diferentes chamados de “bases”.

Passaram, então, a fazer modelos em escala de cada base. Após várias tentativas Watson percebeu que o padrão podia ser melhor explicado se o DNA fosse uma dupla hélice, com as duas cadeias correndo em direções opostas. Crick e Watson concluíram que as duas cadeias eram como se fossem imagens de espelho uma da outra, onde uma delas funcionava como molde que guardava as informações do gene.

Frederick Sanger [1918 -]inglês

Decifrando a Código Genético

Frederick Sanger ganhou dois Prêmios Nobel. O primeiro em 1958 por mostrar como os aminoácidos se ligavam para formar a proteína *insulina*, e o segundo por desenvolver um método que determina a sequência de letras das moléculas que compõem o código genético.

Logo que chegou à Universidade de Cambridge se uniu a uma equipe que pesquisava a estrutura das proteínas. Sua atenção inicial foi voltada para a insulina, proteína cuja deficiência levava a diabetes. No começo de seu trabalho era possível olhar a proteína usando um microscópio eletrônico e ver seu formato completo, ou quebrá-la quimicamente em 22 blocos de construção chamados de “aminoácidos”. Os cientistas sabiam que esses aminoácidos eram normalmente ligados em uma longa cadeia, mas não havia indícios sobre a sequência de aminoácidos dentro da cadeia. O primeiro grande feito de Sanger foi mostrar como os aminoácidos se ligavam para formar as proteínas, e como obter os códigos genéticos.

Esse segundo feito foi alcançado quando passou a estudar o DNA. Sanger conseguiu desenvolver métodos para decifrar as longas cadeias dos nucleotídeos responsáveis pelo código genético. Esses métodos abriram as portas para um enorme potencial da pesquisa médica e biológica. Foi Sanger que tornou possível o *Projeto Genoma Humano*.

Carl Djerassi [1923 -] austríaco.

A Descoberta da Pílula Anticoncepcional

O professor de fisiologia Ludwig Haberlandt , ao fazer experiências com coelho, implantou ovários de coelho fêmea que estava prenhe em coelho fêmea não prenhe e observou que o ovário receptor não engravidava porque liberava uma substância que impedia a gravidez.

Essa substância era um hormônio que passou a ser conhecido como progesterona. Como encontrou dificuldade em sintetizar essa substância, descobriu mais tarde que um inhame não comestível, sul americano, continha em quantidade uma substância química, *a diosgenina*, que podia ser convertida em *progesterona*.

Em 1951, Carl Djerassi, com o químico americano Luis Miramontes, conseguiu sintetizar vários hormônios, e entre esses o hormônio esteróide “*noretidrona*”, que tinha todas as propriedades da progesterona.

Nascia assim a pílula anticoncepcional que mudou o status econômico e social das mulheres. Melhorou também a sua saúde quando reduziu o número de gravidez e aborto indesejáveis e a incidência de câncer nos ovários e no endométrio.

Atualmente mais de 100 milhões de mulheres em todo o mundo usam a pílula.

GRANDES NOMES DA QUÍMICA

PILARES DA QUÍMICA		
NOME	PAÍS	DATA
Boyle, Robert	Irlandês	[1627 – 1691]
Robert Hooke	Inglês	[1635 – 1703]
Joseph Black	Escocês	[1728 – 1799]
Joseph Priestley	Inglês	[1733 – 1804]
Lavoisier, Antoine Laurent	Francês	[1743 – 1794]
Proust, Joseph Louis	Francês	[1754 – 1826]
John Dalton	Inglês	[1766 – 1844]
Avogadro, Amadeo	Italiano	[1776 – 1856]
Gay-Lussac, Louis Joseph	Francês	[1778 – 1850]
Berzelius Jakob	Sueco	[1779 – 1848]
Liebig, Justus Von	Alemão	[1803 – 1873]
Kekulé, August	Alemão	[1829 – 1896]
Mendeleev, Dimitri	Russo	[1834 – 1907]
Emil Fischer	Prussiano	[1852 – 1919]
Marie Curie	Polonesa	[1867 – 1934]
Linus Pauling	Americano	[1901 – 1994]
Dorothy, C. Hodgkin	Egípcia	[1910 – 1994]

Boyle, Robert [1627 – 1691] Irlandês

Filósofo que se destacou pelos seus trabalhos no âmbito da física e da química. Em 1649, ele construiu um laboratório na sua casa para se dedicar a experiências no campo da química e da física. Atraído pela química, começou a desenvolver idéias atomísticas, demonstradas no seu tratado “Of the Atomical Philosophy”. Sua obra mais notável foi publicada em 1675, “Experiments, Notes, &c., about the Mechanical Origin or Production of Divers Particular Qualities”. Publicou também

obras sobre Medicina como “Memoirs for the Natural History of Human Blood (1684)”.

Trabalhou com Robert Hooke, que tinha forte inclinação para mecânica e que o apoiou nas suas principais experiências. Juntos montaram os principais equipamentos que permitiram estudar a natureza do ar como a câmara de vácuo e a bomba de ar. Com esses equipamentos ele conseguiu demonstrar a lei que recebe o seu nome.

Lei de Boyle: *“Quando a massa e a temperatura de um gás forem constantes a pressão é inversamente proporcional ao volume, ou seja $PV = constante$ ”*

Em 1661 publicou o livro *O químico cético*, onde procura dar apoio à teoria atômica dando ênfase à necessidade de uma nova definição de elementos. Era contrário à visão de Aristóteles quando afirmava que, além do éter no espaço sideral, o universo era formado por apenas quatro elementos:

terra – água - fogo – ar.

Boyle defendia que a matéria era formada de corpos simples e distintos que podiam se combinar para formar um número infinito de compostos. Esse pensamento influenciou as inovações sobre elementos químicos promovidas posteriormente por Lavoisier e Priestley. Ao inventar a bomba de vácuo, ele a utilizou para demonstrar que o ar é indispensável na combustão, respiração e deslocamento do som.

Robert Hooke [1635–1703] inglês

Cientista que se notabilizou pelo seu ecletismo. Fez experiências em várias áreas da ciência, fornecendo idéias para outros cientistas. Entre os cientistas beneficiados estão Robert

Boyle e Christian Huyghens. Para o primeiro criou uma bomba de vácuo, a mais eficiente da época e, o segundo acatou a sua sugestão de que a luz poderia ter um comportamento de onda. Huyghens aproveitou a idéia e publicou em 1690 sua teoria da luz como uma onda.

É de Hooke a afirmação: *toda matéria se expandirá se for aquecida*. Mas, ele é conhecido pela lei que leva o seu nome, lei de Hooke, que estabelece: *a deformação que um corpo sólido sofre quando submetido a uma tensão é diretamente proporcional à força aplicada*.

Entre inúmeros trabalhos desenvolvidos por Hooke destacam-se as melhorias que ele fez no telescópio refletor, microscópio composto, barômetro, anemômetro, higrômetro, mola para relógio. Devido ao seu ecletismo ele nunca se fixou numa área da física.

Joseph Black [1728–1799] escocês

Cientista que desenvolveu trabalhos importantes nas áreas da física e da química. Estudou em Edimburgo de 1746 a 1750. Defendeu, em 1754, tese sobre ciclos de reações em química. Embora não tenha trabalhos publicados, Black contribuiu para colocar a química numa base confiável e científica. Embora tenha van Helmont identificado a existência do dióxido de carbono, no entanto, foi Black que descreveu e quantificou suas propriedades.

Ao insistir em experimentos qualitativos ele deu passos importantes para estabelecer padrão da nova era da química. Black, ao se voltar para a física, fez descobertas fundamentais. Por meio de experiências rigorosas e meticulosas, descobriu o conceito de calor latente: *- propriedade que o corpo tem de absorver calor sem elevar sua temperatura* – com isso ele estabeleceu

a importante distinção entre calor e temperatura. Formulou também a teoria do calor específico: “*quantidades diferentes de calor são necessárias para levar pesos iguais de materiais diferentes à mesma temperatura*”. Iniciava-se assim o estudo da calorimetria.

Joseph Priestley [1733 – 1804] inglês

Professor dedicado à química e física, publicou um livro de sucesso da sua época “*A História e o Estudo Atual da Eletricidade*”.

Na área da química, procurou concentrar suas experiências estudando a natureza do ar. Como o químico Joseph Black havia chegado à conclusão que o ar não era uma substância simples e, sim, uma combinação de várias substâncias, Priestley, usando uma *tina pneumática*, passou a recolher várias amostras de ar para análise. Ele descreveu que havia preparado 10 diferentes tipos de ar: *ar nitroso, ar flogístico, ar ácido e sete outros*.

A sua mais importante descoberta foi quando conseguiu um ar sem cor onde uma vela queimava brilhantemente. Ele o chamou de ar deflogisticado.

Na sua época prevalecia a teoria do *flogístico* (princípio do fogo) para explicar os fenômenos da combustão, respiração e calcinação.

Lavoisier , Antoine Laurent [1743 – 1794] francês

Apesar de ser o cientista mais famoso da França, teve um trágico fim na guilhotina por suas posições políticas durante o reinado de terror da revolução francesa. Na sua sentença o juiz falou “*a França não precisa de cientista, mas de revolucionário*”.

Iniciou sua carreira científica em 1760 no campo da geologia. Em 1772 sugeriu que toda matéria possuía três estados: sólido, líquido e gasoso. Desenvolveu o conceito do elemento como substância básica e verificou, nas reações químicas, o princípio da conservação da matéria: *na natureza nada se cria ou se perde, tudo se transforma*.

Em 1770, começou a estudar o fenômeno da combustão. Fez uma série de experiências, chegando à conclusão de que o ar era um composto contendo uma parte combustível e outra irrespirável. Sua descoberta mais significativa foi quando desenvolveu o novo conceito de combustão. Em 1778, depois de realizar várias experiências - com a ajuda de Joseph Priestley, chegou à descoberta do oxigênio no processo da combustão. Até então a teoria predominante para explicar a combustão era a de uma substância hipotética conhecida como flogístico.

Reconheceu que a água tem dois princípios: o oxigênio (Oxis = ácido) e o princípio Hydrogen (hydro = água). Lavoisier mostrou que o oxigênio e o hidrogênio realizavam cada um a sua parte. Essa identificação permitiu explicar várias reações químicas, principalmente, aquelas que envolviam ácidos atuando sobre metais. A ele é creditado o título: *o descobridor da água*.

Em 1789, apresentou seu famoso *Tratado Elementar de Química*, onde com clareza e abrangência popularizou as novas idéias, dando a cada substância um nome que descrevia sua composição química e definição de seus elementos. Lavoisier pode ser considerado como o fundador da química moderna.

Proust, Joseph Louis [1754–1826] francês

Eleito em 1816 para a Academia de Ciências da França, Proust publicou trabalhos sobre a urina, o ácido fosfórico e o alumínio. Em 1806 enunciou a lei das proporções definidas, uma

das bases do atomismo químico, e que recebe seu nome. A lei é formulada em 1808 por John Dalton, mas foi o trabalho de Proust que forneceu as provas empíricas que determinaram sua aceitação.

A *Lei de Proust* ou *Lei das proporções constantes* foi elaborada em 1797. Proust verificou que as massas dos reagentes e as massas dos produtos que participam de uma reação obedecem sempre a uma proporção constante. Essa proporção é característica de cada reação, isto é, independe da quantidade de reagentes utilizados.

No caso das reações de síntese (aquelas que originam uma substância a partir de seus elementos constituintes), o enunciado da lei de Proust pode ser o seguinte:

“A proporção em massa dos elementos que participam da composição de uma substância é sempre constante e independe do processo químico pelo qual a substância é obtida.”

Essa lei foi, mais tarde, a base para a teoria atômica de Dalton.

John Dalton [1766 – 1844] inglês

Aprendeu ciência como autodidata tornando-se professor em Manchester no New College, onde ensinou física, química e matemática. Dalton era um estudioso do clima. Em 1793 publicou o estudo: *“Meteorological Observations and Essays”*.

Ele estabeleceu as primeiras bases científicas da teoria atômica quando formulou um conceito que explicava não só o estado da matéria, como porque uma substância química difere da outra em peso e em comportamento químico. Procurou explicar sua teoria no seu livro de 1808 *“A New System of Chemical Philosophy”*. Todos os elementos químicos, dizia ele, são

compostos por sua própria espécie de átomos e as reações químicas nada mais fazem do que separar ou unir essas partículas elementares. *Tudo é feito de átomos; uma mudança química é simplesmente uma reorganização dos átomos; e compostos são formados dos átomos dos elementos*, afirmava.

Ele é mais conhecido pela Lei de Dalton, ou lei das pressões parciais quando estabeleceu que “*a pressão total de uma mistura de gases ideais é igual à soma das pressões parciais dos gases que a constituem*”. Considera-se pressão parcial a pressão que cada gás, isoladamente e à mesma temperatura, exerce sobre as paredes do recipiente que contém a mistura.

Realizou, também, o primeiro estudo sistemático sobre o Daltonismo: nome que se dá à incapacidade de distinguir as cores; mal do qual ele sofria.

Avogadro, Amadeo [1776 – 1856] italiano

Foi um dos primeiros cientistas a distinguir átomos e moléculas. Estudou, por conta própria, física e química. É dele a teoria conhecida como Hipótese de Avogadro, que diz:

“Volumes iguais de gases diferentes à mesma temperatura e pressão contêm o mesmo número de moléculas”.

Foi Avogadro que resolveu o problema de Gay-Lussac, que não entendia porque gases, ao se combinarem, pareciam ocupar menos espaço que os gases quando separados. Por exemplo, quando dois volumes de hidrogênio se combinam com um de oxigênio para originar vapor, este ocupa menos espaço que o Hidrogênio e o Oxigênio separadamente. Avogadro verificou que os átomos podiam combinar-se para formar grupo de átomos que passou a chamar de moléculas. Assim, no caso da água, dois volumes de átomos de hidrogênio quando combinados com um volume de átomos de oxigênio dão dois volumes de água, isto é: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

Gay-Lussac, Louis Joseph [1778 – 1850] francês

É conhecido na atualidade por sua contribuição às leis dos gases . Em 1802, Gay-Lussac e o químico sueco, Jacques Charles que trabalhavam independentemente, formularam na mesma época a segunda lei dos gases, conhecida como Lei de Charles: *“um gás se expande proporcionalmente à sua temperatura absoluta se for mantida constante a pressão”*.

Em 1811, ao realizar várias experiências químicas, reuniu elementos para provar que a água era composta de duas partes de hidrogênio e uma de oxigênio e ao examinar outras substâncias demonstrou que todos os gases se combinavam em volumes e que mantinham entre si uma relação simples.

Daí a sua Lei Volumétrica: *“nas mesmas condições de temperatura e pressão, os volumes dos gases participantes de uma reação têm entre si uma relação de números inteiros e pequenos”*. Esta Lei resultou na unidade de medida de volume para alcoóis, hoje muito utilizada para medir o volume de teor alcóico das bebidas. Ex.: 14°GL.

Berzelius, Jakob [1779 – 1848] sueco

Químico que se notabilizou quando inventou o método de notação química usado até hoje. Nesse método o átomo de cada elemento é representado pela primeira letra ou letras do seu nome. Assim **H** representa um átomo de hidrogênio, **O** de oxigênio, **Zn** de zinco e assim por diante.

É uma notação eficaz porque permite que se identifique rapidamente o que está acontecendo numa reação química quando analisamos os compostos químicos. Procurou com outros químicos determinar o peso atômico dos elementos conhecidos da época. Foi responsável pela divisão da Química em duas áreas,

a Química Orgânica e a Química Inorgânica. Realizou alguns dos primeiros estudos em Eletroquímica,

Liebig, Justus Von [1803 – 1873] alemão

A química prática se desenvolveu graças à atuação de Liebig. No campo da química orgânica descobriu compostos importantes como o clorofórmio e os cianetos. Seu laboratório efetuou milhares de análises, contribuindo com o sucesso da indústria alemã de produtos químicos e de corantes. Seu trabalho influenciou e contribuiu com os campos da fisiologia e medicina.

Dedicou-se também à química da agricultura, desenvolvendo uma série de fertilizantes contendo potássio e solo.

Kekulé, August [1829 – 1896] alemão

A descoberta da estrutura do benzeno, em 1865, por Kekulé, introduziu uma nova era na história da química. Pela explicação que deu sobre o papel central da molécula de carbono nas reações orgânicas, ele mostrou como essa molécula se combina para formar um número extraordinário de substâncias. Os químicos podiam daí visualizar e até explicar as reações. Foi com essa facilidade de ter as fórmulas estruturais, indicando as mudanças moleculares, que se chegou à moderna química orgânica. Essa contribuição de Kekulé foi considerada brilhante, e é por isso que muitos o consideram o pai da química orgânica.

Mendeleev , Dimitri [1834 – 1907] russo

Após concluir seu mestrado em química, ensinou durante alguns anos na Universidade de São Petersburgo. Depois, foi estudar em Herdelberg, onde descobriu o fenômeno conhecido como *temperatura crítica dos gases*, ponto onde um gás não pode mais ser condensado em líquido.

Na década de 1860, mais de 70 elementos já eram conhecidos, e alguns com propriedades definidas. Mendeleev começou, então, a observar que vários deles tinham algum tipo de união básica. Começou a fazer fichas individuais dos elementos com seus pesos atômicos e propriedades típicas. Descobriu que, se posicionasse os elementos de acordo com o peso atômico, em fileiras, umas debaixo das outras, as colunas agrupavam elementos de propriedades comuns.

Observou então elementos análogos com pesos atômicos semelhantes e se convenceu de que as propriedades dos elementos estão numa dependência periódica de seus pesos atômicos.

Ele desenhou uma tabela com linhas e colunas, conhecida com *tabela periódica*, onde agrupou os elementos de acordo com seus pesos atômicos e propriedades comuns. Produtos químicos com pesos atômicos próximos possuem propriedades semelhantes. Exemplos: manganês (peso 55) e o ferro (peso 56). Mostrou que certos elementos têm similaridade quando os seus pesos aumentam uniformemente. Exemplo, o lítio de peso 7, semelhante ao sódio de peso 23 (7+16), estão relacionados com o potássio de peso 39 (7+16+16).

Percebeu que, essa tabela, para ter sentido, era necessário deixar espaços vazios para elementos que ele acreditava que existiam mas que ainda não tinham sido descobertos. No decorrer dos anos mostrou que estava certo quando foram descobertos *o gálio, o escândio e o germânio* para preencher as lacunas que ele havia deixado na tabela.

Mendeleev, ao publicar em 1869 o seu livro *Princípios da Química*, com explicações claras e predizendo as propriedades de elementos ainda não descobertos, fez com que a sua tabela fosse usada como padrão, ajudando muitos cientistas a entender as propriedades e os comportamentos dos elementos. Isso o tornou um dos cientistas mais famosos de sua época.

O elemento com número atômico 101, descoberto em 1955 foi chamado de *mendelévio* em homenagem a esse grande cientista russo.

Emil Fischer [1852 – 1919] prussiano

Graduou-se num ginásio em Bonn, sendo um aluno excepcional. Na Universidade de Estrasburgo fez seu doutorado com uma tese relacionada com a química dos corantes.

Fischer desenvolveu derivados para várias aplicações industriais, sendo o mais importante a *Fenilldiazina*, derivado da hidrazina, que lhe trouxe fama.

Em 1882, na Universidade Erlangen, começou a estudar o ácido úrico e os compostos a ele relacionados. Chamou de Purina um composto do nitrogênio que formava a base molecular pura do ácido úrico. Entre as purinas encontram-se a *guanina* e a *adenina*, bases nitrogenadas dos ácidos nucleicos. Essas duas moléculas estão entre as quatro da base do DNA.

Contribuiu com as indústrias quando sintetizou no seu laboratório a cafeína para produção em larga escala e de barbitúricos para a indústria farmacêutica.

Do fenil descoberto por Fischer surgiu o Fenobarbital, droga de grande aplicação nos ataques cardíacos e na epilepsia.

Em 1890 iniciou um estudo de longo prazo das enzimas e proteínas, que o levou a pesquisar também os hidratos de car-

bono. Foi com os açúcares que ele teve seus maiores sucessos.

Percebeu que a causa da diferença entre a Glicose, Frutose e Nanose, que estruturalmente é o mesmo composto, mas com propriedades diferentes, está na estrutura dos átomos de carbono assimétricos.

Por seu trabalho com Purinas e Açúcares recebeu o Prêmio Nobel de química em 1902.

Marie Curie [1867 – 1934] polonesa.

Considerada a primeira mulher cientista de renome internacional, deu grande contribuição à física ao estudar e tornar compreensível o fenômeno da radioatividade descoberto por Becquerel em 1896. A radioatividade, dizia ela, é um fenômeno intrínseco do elemento em questão e não criada por fatores externos. No entanto, ela nunca conseguiu resposta para a pergunta: *o que vem a ser a irradiação que vem dos elementos radioativos?*

Essa resposta só foi dada por Rutherford, quando descobriu que a radiação era composta dos raios alfa, beta e gama.

Em 1903, recebe com o seu marido, Pierre Curie, e Becquerel, o prêmio Nobel de Física. Em 1910 publica um tratado sobre radioatividade. Em 1911 recebe o prêmio Nobel de Química. É dela a descoberta dos elementos polônio e rádio. Morreu em 1934 de leucemia, acredita-se que devido ao ambiente de trabalho altamente radioativo.

Linus Pauling [1901 – 1994] americano

Pode ser considerado o fundador da biologia molecular. Doutorou-se em química pelo Instituto Tecnológico da Califórnia. Na sua área deu grandes contribuições à mecânica quântica. Recebeu dois Prêmios Nobel. O primeiro em 1954 pelo seu trabalho em química estrutural, que trata da compreensão de ligações químicas moleculares. Foi aplicando a teoria quântica na química estrutural que conseguiu grandes avanços nas medidas e propriedades das moléculas e cristais.

Suas idéias são encontradas no livro “*A natureza das ligações químicas e a estrutura das moléculas*”. Na área da medicina:

- descobriu a doença molecular conhecida como anemia falciforme;
- formulou teoria sobre o sistema imunológico;
- deu explicações químicas de como os anestésicos funcionam;
- ofereceu modelo sobre a estrutura das proteínas;
- Participou e contribuiu ativamente da corrida para descobrir a estrutura do DNA.

Passou a ser mais conhecido pela sua postura pacifista anti-nuclear que lhe rendeu o segundo Prêmio Nobel - o da Paz, em 1962. No final de sua vida defendeu o uso, em quantidade, de vitamina C.

Dorothy Crowfoot Hodgkin [1910 – 1994] egípcia

É considerada uma das químicas mais notáveis do século XX. Em 1933 fez a primeira chapa de Raio X da proteína *pepsina*. Em 1964 recebeu o Prêmio Nobel de Química por ter determinado a estrutura da vitamina B12.

MARCOS HISTÓRICOS DAS INVENÇÕES

ANO	INVENTO	INVENTOR
SÉCULOS (XVI - XVIII)		
1590	Microscópio	Janssen
1593	Termômetro	Galileu
1625	Transfusão Sangue	Dennis
1642	Primeira Máquina de Somar	Pascal
1643	Barômetro	Torricelli
1656	Relógio Pêndulo	Huygens
1658	Telescópio Reflexão	Newton
1769	Máquina vapor	J. Watt
1774	Telégrafo	Lesage
1775	Navio Vapor	J. Perrier
1776	Submarino	Bushnell
1781	Estetoscópio	Laennac
1792	Iluminação a gás	Murdoch
SÉCULO XIX		
1800	Bateria	A. Volta
1804	Locomotiva	Trevithick
1812	Lente fotográfica	Wollaston
1813	Tear	Horrocks
1824	Cimento	Aspdin
1829	Máquina Escrever	W. Burt
1831	Gerador Elétrico	M. Faraday
1835	Revólver	S. Colt
1835	Computador	Babbage
1835	Fotografia no papel	Talbor
1837	Telégrafo	Morse
1839	Bicicleta	Macmillan

1845	Guindaste	Armstrong
1846	Máquina de Costura	Howe
1846	Rotativa (imprensa)	Hoe
1850	Refrigerador	Alexandre
1855	Produção Aço	Bessemer
1861	Fotografia Colorida	J.C.Maxwell
1867	Pasteurização	Pasteur
1871	Broca Pneumática	Ingersoll
1872	Máquina de Escrever	T. Edison
1876	Microfone	A.G.Bell
1876	Telefone	A.G.Bell
1877	Fonógrafo	T. Edison
1878	Trem Elétrico	Siemens
1879	Lâmpada Elétrica	T. Edison
1886	Carro gasolina	K.Benz
1888	Câmera Kodak	Eastman
1888	Pneu	Dunlop
1888	Motor elétrico	Tesla
1888	Gramofone	Berliner
1894	Cinema	Berliner
1895	Raio X	Roentgen
1896	Telégrafo sem fio	Marconi
1898	Motor Diesel	R. Diesel
SÉCULO XX		
1900	Teoria Quanta	Max Planck
1900	Zepellin	Zepellin
1901	Rádio	Marconi
1903	Eletrocardiógrafo	Einthoven
1903	Aeroplano	S. Dumont
1904	Telefoto	Korn
1904	Diodo	Fleming
1905	Teoria da Relatividade	Einstein
1907	Fax	Korn

1907	Bakelite	Bakeland
1908	Sulfa	P. Gelmo
1909	Cura da Sífilis	P. Ehrlich
1910	Lâmpada Neon	G. Claude
1911	Hidroplano	G. Curtis
1913	Aço Inoxidável	H. Brearly
1913	Automóvel	H. Ford
1913	Estrutura Átomo	Rutherford Bohr
1920	Estação Rádio	
1920	Eletrrodomésticos	
1922	Insulina	F.Banting/Best
1922	Cinema Sonoro	
1923	Câmera TV	V.Zworykin
1924	Alto Falante	Rice/Kellog
1925	Televisor	J.Logie Baird
1926	Foguete	R. Goddard
1927	Teoria Big Bang	G. Lemaitre
1928	Penicilina	Fleming, Chair, Florey
1928	Gravador fita	Pfleumer
1929	Eletroencefalograma	H.Berger
1930	Emissora TV	
1931	Ciclotron	E.Lawrence
1932	Núcleo Átomo	J.Chadwick
1932	Marca Passo Coração	Hyman
1932	Microscópio Eletrônico	Knoll/Ruska
1933	Frequência Modulada	Armstrong
1937	Propulsão a Jato	F.Whittle
1938	Caneta Esferográfica	Laszlo/Biró
1938	Nylon e Plásticos	W.Carrothers
1938	Xerox	C.Carson
1939	Helicóptero	I.Sikorsky
1942	Reator Nuclear	E. Fermi
1944	Máquina Renal	W. Kolff

1946	Computador Digital	Harvard
1947	Holografia	D. Gabon
1948	Câmera Polaróide	Land/Brattain
1948	Transistor	W.Shockley
1948	Cortisona	P.Julian
1950	Quimioterapia	G. Elion
1953	DNA	Watson/Crick
1954	Bateria solar	Pearson
1954	Vacina contra pólio	Salk
1954	Transplante de Rim	
1955	Pílula Anticoncepção	Pincus
1955	Fibra Ótica	N.Kapany
1956	Videotape	Ginsberg
1957	Rússia Lança Sputnik	
1957	Coração Artificial	W. Kolff
1959	Microchip	Kilby/Noyce
1960	Laser	C. Townes
1961	A União Soviética coloca o primeiro astronauta no espaço	
1964	Tela cristal líquido	Heilmeier
1964	Descoberta quarks	Gell-Mann
1967	Transplante Coração	C.Barnard
1967	Descoberta Pulsares	J.Bell
1969	Nave Apolo chega à Lua	
1969	Lançado Avião Concorde	
1969	Nave Apolo chega à Lua	
1969	Lançado Avião Concorde Supersônico	
1970	Tomografia computadorizada	
1971	Ressonância magnética	
1971	Microprocessador	
1972	Calculadora de Bolso	
1973	Robot Industrial	
1975	Descoberta das Endorfinas contra a dor	

1978	Trem Alta Velocidade	
1979	Lançado Walkman pela Sony	
1979	A Philips e a Sony lançam o CD	
1981	Computador pessoal PC	
1983	Isolado o vírus HIV da AIDS	
1990	Software WWW (World Wide Web de suporte a Internet	
1990	Lançado no Espaço o Telescópio Hubble	
1996	Clonagem da ovelha Dolby	

PRINCIPAIS INVENÇÕES E INVENTORES POR ÁREAS DA TECNOLÓGICA

MÁQUINAS DE CALCULAR E COMPUTADORES

No	INVENÇÃO	ANO	INVENTOR	PAÍS
1	1ª. Máquina de Somar	1642	Blaise Pascal	Francês
2	Balança de Plataforma	1830	Thaddeus Fairbanks	Americano
3	Primeiro Computador	1835	Charles Babbage	
4	Caixa registradora	1879	James Ritty	Americano
5	Máquina de calcular	1885	Dorr E. Felt	Americano
6	2ª. Máquina de Somar	1888	W. Burroughs	Americano
7	Computador mecânico	1928	Vannevar Bush	Americano
8	Computador Digital	1944	Howard Aiken	Americano
9	Computador eletrônico	1946	Eckert and Mauchly	Americano
10	Calculadora eletrônica de bolso	1972	Kilby and Merryman	Americano
11	Supercomputador	1976	Van Tassel	Americano
12	Computação paralela	1979	Seymour and Gelernter	Americano

ALGODÃO E TECELAGEM E OUTROS

1	Máquina de tricotar (Knitting machine)	1589	William Lee	Inglês
2	Lançadeira (flying shuttle)	1733	John kay	Inglês
3	Máquina de fiar (spinning jenny)	1764	J. Hargreaves	Ingles
4	Filatório (spinning frame)	1769	R. Arkwright	Ingles
5	Máquina de fiar (spinning mule)	1779	S. Crompton	Ingles
6	Alvejante químico (chemical bleaching)	1785	Claude Bertholet	Francês

7	Tear mecânico (power loom)	1785	E. Cartwright	Inglês
8	Descaroçador de Algodão (cotton gin)	1793	Eli Whitney	Americano
9	Tear Jacquard	1800	J.M. Jacquard	Francês
10	Capa de Chuva (raincoat)	1823	C. Macintosh	Escocês
11	Máquina de Costura (sewing machine)	1830	B. Thimonnier	Francês
12	Vulcanização (rubber vulvanization)	1839	C. Goodyear	Americano
13	Algodão mercerizado (mercerized cotton)	1844	John Mercer	Inglês
14	Máquina costura (sewing machine)	1845	Elias Howe	Americano
15	Máquina de pespontar calçado (shoe welt stitcher)	1874	C. Goodyear	Americano
16	Tecido Rayon	1884	H. de Chardonnet	Francês
17	Zipper	1893	W. L. Judson	Americano
18	Salto de Borracha (rubber heel)	1896	H. O. Sullivan	Americano
19	Tear automático (automatic loom)	1894	J.H. Northrop	
20	Classificadora algodão (cotton-picking machine)	1936	John and Mack Rust	Americano
21	Tecido de Nylon	1937	W.H. Carothers	Americano
22	Tecido de Terylene	1941	Whinfield and Dicson	
23	“Hook-and-loop fastener “	1948	G. de Mestral	Suíço

COMUNICAÇÃO

1	Estereótipo (stereotype)	1725	William Ged	
2	Telégrafo elétrico	1769	Georges Louis Lesage	
3	Pena de aço (steel pen)	1780	Samuel Harrison	
4	Prensa Hidráulica (hydraulic press)	1795	Joseph Bramah	Inglês
5	Litografia (lithography)	1796	Alois Senefelder	Inglês
6	Máquina de fabricar papel (paper making machine)	1798	N. I. Robert	Alemão
7	Prensa Tipográfica (printing press)	1810	Frederick Koenig	Francês
8	Lente fotográfica (photographic lens)	1812	William H. Wollaston	Alemão
9	Máquina de Escrever (typewriter)	1829	W. A. Burt	Inglês
10	Impressora Braille (Braille printer)	1829	Louis Braille	Inglês
11	Estereoscópio (stereoscope)	1832	C. Wheatstone	Alemão
12	Fotografia "calotype"	1835	Henry F. Talbot	Francês
13	Telégrafo	1837	S.F.B. Morse	Alemão
14	Fotografia "daguerreotype"	1839	Louis Daguerre and J.N. Niepce	Inglês
15	Cópia Heliográfica (blueprint)	1840	John Herschel	Inglês
16	Facsimile	1843	Alexander Bain	Alemão
17	Prensa de impressão rotativa (rotary printing press)	1846	Richard M. Hoe	Francês
18	Fotografia colorida (colour photography)	1861	James Clerk Maxwell	Alemão
19	Prensa rotativa com rolo papel (web-fed rotary press)	1865	William Bullock	Americano
20	Telefone	1876	Alexander Gram Bell	Americano
21	Telégrafo (cabo submarino) (telegraph "transatlantic")	1866	William Tompson	
22	Fonógrafo (phonograph)	1877	Thomas Edison	Americano
23	Máquina de escrever elétrica (electric typewriter)	1872	Thomas Edison	Americano
24	Microfone	1878	D.E. Hughes Alexander G. Bell	Americano

25	Linotipo	1883	O. Mergenthaler	Americano
26	Caneta tinteiro (fountain pen)	1884	L.E. Waterman	Americano
27	Filme fotográfico de rolo	1884	George Eastman	Americano
28	Máquina de estampar (half-tone engraving)	1886	F.E. Ives	Americano
29	Filme fotográfico de celuloide	1887	Goodwin	
30	Monotipo	1887	Tolbert Lanston	Americano
31	Gramofone gravador (gramophone Record)	1888	Emil Berliner	
32	Câmera Kodak	1888	George Eastman	Americano
33	Projctor Cinema (movie projector)	1893	Thomas Edison Auguste Lumière Louis Lumière	Americano
34	Telégrafo sem fio (wireless telegraph)	1896	G. Marconi	Italiano
35	Rádio	1901	G. Marconu	Italiano
36	Telefotografia (fax)	1904	Arthur Korn	Americano
37	Válvula Eletrônica (audion)	1906	Lee De Forest	Americano
38	Rádio superheterodine	1918	E.H.Armstrong	Americano
39	Cinema Sonoro (sound motion pictures)	1922 26	T.W. Case	Americano
40	Iconoscópio	1923	V.Zworykin	Americano
41	Alto-falante (loudspeaker)	1924	C.W. Rice /E.W. Kellog	Americano
42	Televisor	1925	John L. Baird	Escocês
43	Dissector de Imagem	1928	P. Farnsworth	Americano
44	Gravador de fita magnético (magnetic recording tape)	1928	Fritz Pflueumer	Alemão
45	Sistema som estereofônico	1931	A. D. Blumlein	Inglês
46	Frequência Modulada (FM)	1933	E. H. Armstrong	Americano
47	Tubo de televisor colorido (color television picture tube)	1940	Guillermo Gonzalez/ Camarena	Mexicano
48	Transmissor televisão colorida	1940	Peter Carl Goldmark	
49	Xerografia	1942	Chester Carlson	Americano
50	Holografia	1947	Dennis Gabon	Inglês
51	Disco LP (LP recording)	1948	Peter Carl Goldmark	Americano
52	Câmera Polaroid	1948	Edwin Land/Walter H. Brattain	Americano

53	Videotape	1956	Charles Ginsberg/Ray Dolby	Americano
54	Disco compacto (CD) (compact disc)	1979	Joop Sinjou Toshitada Doi	Alemão Jap. onês
53	Videotape	1956	Charles Ginsberg Ray Dolby	Americano Americano

MATERIAIS E CONSTRUÇÃO

01	Cimento Hidráulico	1756	John Smeaton	Inglês
02	Material à Prova d' água	1823	Charles Macintosh	Inglês
03	Cimento Portland	1824	Joseph Aspdin	Inglês
04	Martelo a vapor (steam hammer)	1839	James Nasmyth	Escocês
05	Concreto Armado (concrete reinforced)	1849	F.J. Monier	Francês
06	Óleo sintético	1850	James Young	
07	Refrigerador	1850	J. Harrison / Alexander	
08	Celuloide	1855	Alexander parks	
09	Corante sintético (synthetic dye)	1856	William Henry Perkin	
10	Fechadura cilíndrica (cylinder lock)	1860	Linus Yale	Americano
11	Arame farpado (barbed wire)	1873	Joseph Glidden	
12	Ferro elétrico (electric flatiron)	1882	Harry W. Seeley	
13	Carborundo (carborundum)	1891	E.G. Acheson	Americano
14	Navalha de barbear (razor)	1895	King. C. Gilletti	
15	Cellophane	1900	J. E. Brandenburger	
16	Aspirador elétrico (vacuum cleaner – electric)	1901	Hubbert C Booth	
17	Máquina Lavar (electric washing machine)	1907	H. Machine co.	
18	Bakelite	1907	George Claude	
19	Ar condicionado	1911	W.H. Carrier	Americano
20	Aço inoxidável (stainless steel)	1913	H. Brealy	
21	Caneta esferográfica (ball-point pen)	1935	Leszlo and G. Biró	

22	Olhos de gato (cat's eyes)	1934	Percy Shaw	
23	Medidor de estacionamento (parking meter)	1935	Carlton Megee	

ELETRICIDADE E ELETRÔNICA

01	Condutores elétricos	1752	Benjamin Franklin	
02	Luzes de Trânsito (traffic lights)	1868	J.P. Knight	
03	Dinamo	1811	Michael Faraday	Inglês
04	Eletrólise	1834	Michael Faraday	Inglês
05	Pilha Seca (dry cell)	1868	Georges Leclanche	Francês
06	Lâmpada a arco (arc lamp)	1878	C.F.Brush	Americano
07	Lâmpada incandescente	1879	Thomas Edison	Americano
08	Tubo de raios catódicos (cathode ray tube)	1879	William Crookes	Inglês
09	Transformador	1885	William Stanley	Americano
10	Célula fotoelétrica (photoelectric cell)	1893	Julius Elster/ Hans Geitel	Alemão
11	Diodo	1904	J.A. Fleming	Inglês
12	Lâmpada Neon	1910	Georges Claude	Francês
13	Radar (partes)	1935	R.Watson-Watt	Escocês
14	Transistor	1948	William Shockley/ John Bardeen	Americano
15	Fibra Ótica	1955	Narinder Kapany	Alemão
16	Laser	1958	Gordon Gould	Americano
17	Circuito Integrado (integrated circuit)	1959	Jack Kilby/ Robert Noyce	Americano
18	Diodo Emissor de Luz (light-emission diode)	1962	Nick Holonyak Jr.	Americano
19	Tela Cristal Líquido (liquid crystal display)	1964	George Heilmeier	Americano
20	Microprocessador	1971	Ted Hoff	Americano

21	Super condutores em altas temperaturas	1986	George Bednorz/ Karl Muller	Alemão Suiço
----	--	------	--------------------------------	-----------------

ALIMENTO E AGRICULTURA

01	Sementadeira (seed drill)	1701	Jethro Tull	Inglês
02	Separadora de grão (Thresher)	1786	Andrew Meikle	Escocês
03	Soda do Sal (Soda from Salt)	1789	N. Leblanc	Francês
04	Cast Iron Plow	1797	Charlers Newbold	Americano
05	Container (canning)	1804	François Apert	Francês
06	Máquina de fazer gelo (ice- making machine)	1830	Jacob Perkins	Americano
07	Ceifadeira (reaper)	1831	Cyrus McCormick	Americano
08	Arado (steel plow)	1837	John Deere	Americano
09	Máquina de refrigeração	1851	John Gorrie	Americano
10	Leite condensado	1853	Gail Borden	Americano
11	Colheitadeira (Harvester)	1858	Charles and W.Marsh	Americano
12	Pasteurização	1867	Louis Pasteur	Francês
13	Carro refrigerador (Refrigerator car)	1877	G.F.Swift	Americano
14	Testador de leite (Milk Test)	1890	S.M.Babcock	Americano
15	Congelamento rápido de alimentos (Quick-frozen food)	1925	C.Birdseye	Americano
16	Forno de micro ondas (microwave oven)	1947	Percy L. Spencer	Americano

MEDICINA E BIOTECNOLOGIA

01	Transusão de Sangue	1625	Jean-Baptiste Denys	Francês
02	Estetoscópio	1781	René-Theophile-Hyacinthe Laennac	Francês
03	Vacinação, small pox	1796	Edward Jenner	Inglês

04	Seringa hipodérmica	1853	Alexander Wood	Escocês
05	Cirurgia anti-séptica	1865	Joseph Lister	Inglês
06	Aspirina	1889	Dresser	Alemão
07	Raio X	1895	Wilhelm Konrad Rontgen	Alemão
08	Eletrocardiógrafo	1903	Willem Einthoven	Holandês
09	Sulfa	1908	Paul Gelmo	Austriaco
10	Insulina	1922	Sir Frederick G. Banting J.J. R. MacLeod	Canadenses
11	Penicilina	1928	Alexander Fleming	Inglês
12	Eletroencefalograma	1929	Hans Berger	Alemão
13	Marca passo (pacemaker) cardíaco	1932	ºS. Hyman	Americano
14	Rim artificial (kidney machine)	1944	Willem Kolff	Holandês
15	Vacina polio	1954	Jonas Salk	Americano
16	Pílula anti-concepcional (oral contraceptivo)	1955	Gregory Pincus	Americano
17	Coração artificial (artificial heart)	1957	Willem Kolff	Holandês
18	CAT scanner (computer aided testing)	1968	Godfrey Hounsfield Allan Cormack	Inglês Americano
19	Ressonância Magnética (nuclear magnetic resonance imaging)	1971	Raymond Damadian	Americano
20	Recombinant-DNA technology	1972 1973	Paul Berg Herbert W. Boyer Stanley Cohen	Americanos
21	Tomografia (Positron emission Tomography)	1978	Louis Sokoloff	Americano
22	Coração artificial (Jarvik-7 artificial heart)	1978	Robert K. Jarvik	Americano

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

01	Micrômetro	1636	W. Gascoigne	Inglês
02	Aço cadinho (Crucible steel process)	1740	Benjamin Huntsman	Inglês

03	Laminador de aço (Steel rolling Mill)	1783	Henry Cort	Inglês
04	Galvanização) Electroplating	1805	Luigi Brugnatelli	Italiano
05	Lâmpada segurança de mineiros (Miner's safety lamp)	1815	Humphry Davy	Inglês
06	Metal babbitt (Babbitt metal)	1838	Isac Babbitt	Americano
07	Bessemer converter	1851	William Kelly	Americano
08	Steel converter	1856	Henry Bessemer	Inglês
09	Open-hearth Steel process	1858	William Siemens	Inglês
10	Electric furnace	1861	William Siemens	Inglês
11	Manganese steel	1883	Robert Hadfield	Inglês
12	Aluminiu reduction	1886	Charles M. Hall Paul Heroult	Americano Francês
13	Thermite	1895	Hans Goldschmidt	Alemão
14	Bottle-making machinery	1904	Michael J. Owens	Americano
15	Circular saw	1780	Gervinus	
16	Safety lock	1784	Joseph Bramah	
17	Prerserving jar (foods)	1795	François Appert	
18	Sewing machine	1846	Elias Howe	
19	Mechanical Elevator'	1851	Elisha Otis	
20	Hidraulic Elevator	1854	Elisha Otis	
21	Tungsten Steel	1868	Robert Mushet	
22	Pneumatic Drill	1871	Samuel Ingersol	
23	Electric Welding	1877	Elisha Thomson	

INSTUMENTOS E EQUIPAMENTOS CIENTÍFICOS

01	Microscópio composto (Compound microscope)	1590	Zacharias Janssen	Holandês
02	Termômetro	1593	Galileo	Italiano
03	Barômetro	1643	Evangelista Torricelli	Italiano
04	Relógio de Pêndulo	1656	Christian Huyghens	Holandês

05	Telescópio de reflexão (Reflecting Telescope)	1668	Isaac Newton	Inglês
06	Lente acromática (Achromatic lens)	1733	Chester M. Hall	Inglês
07	Cronômetro (Marine Chronometer)	1749	John Harrison	Inglês
08	Óculos bifocal (Bifocal spectacles)	1760	Benjamin Franklin	Americano
09	Iluminação à gás	1792	William Murdoch Esco	Escocês
10	Higrômetro	1820	J.F.Daniel	Inglês
11	Giroscópio	1852	J.B.L. Foucault	Francês
12	Bico de Bunsen (Bunsen Burner)	1855	Robert Bunsen	Alemão
13	Sismógrafo de pêndulo (Pendulum seismograph)	1880	James Ewing, Thomas Gray and Sir John	
13	Camisa incandescente Welsbach (gás) (Welsbach mantle)	1885	K. ^e von Welsbach	Austriaco
14	Batisfera (Bathysphere)	1930	Charles W. Beebe	Americano
15	Ciclotron	1931	E. O. Lawrence	Americano
16	Microscópio Eletrônico	1932	Max Knoll Ernst Ruska	Alemão Alemão
17	Acelerador de partículas (Betatron)	1940	D. W. Kerst	Americano
18	Reator Nuclear	1942	Enrico Fermi	Americano
19	Sincrociclotron (Synchrocyclotron)	1945	E. M. McMillan Vladimir Veksler	Americano Soviético
20	Maser (microwave amplification by stimulated emission of radiation)	1953	Charles Townes	Americano
21	Datação de Carbono (Carbon dating)	1955	W. F. Libby	Americano

22	Superconducting magnetic levitation	1968	J a m e s P o w e l l G o r d o n D a n b y	Americano Canadense
23	Scanning Tunneling Microscope	1983	Gerd Binnig Heinrich Ro- herer	Alemão Alemão

TRANSPORTE E ENERGIA

01	Bomba a Vapor (stem pump)	1698	Thomas Savery	Inglês
02	Máquina a Vapor	1705	Thomas Neweomen	Inglês
03	Diving Bell	1717	Edmund Halley	Inglês
04	Steam Engine	1765	James Watt	Escocês
05	Carruagem motorizada	1769	Nocolas Cugnot	Francês
06	Balão (Ballon)	1783	Montgolfier brothers	Francês
07	Screw propeller	1804	John Stevens	Americano
08	Locomotiva a vapor	1804	Richard Trevithick	Inglês
09	Railway locomotive	1814	George Stephenson	Inglês
10	Bicicleta	1816	Karl D. Sauerbronn	Alemão
11	Electric streetcar	1834	Thomas Davenport	Americano
12	Underground Railway	1843	Charles Pearson	
13	Regenerative steam engine	1847	William Siemens	Inglês
14	Hydraulic Crane	1845	W. G. Armstrong	
15	Turbina hidráulica	1849	James B. Francis	Americano
16	Elevador	1852	Elisha G. Otis	Americano
17	Nonrigid airship	1852	H. Giffard	Francês
18	Sleeping car	1857	George M. Pullman	Americano
19	Gás engine	1860	Etienne Lenoir	Francês
20	Streamlined Train	1865	Samuel Calthrop	Americano
21	Railway air brakes	1868	G. Westinghouse	Americano
22	Car coupler	1873	Eli H. Janney	Americano
23	Motor combustão interna	1875	Siegfried Marcus	Austriaco
24	Gás Engine	1876	Nikolaus A. Oto	Alemão

25	Glider	1877	Otto Lilienthal	Alemão
26	Escalator	1892	Jesse Reno	
27	Electric Railway	1878	Ernst Werner von Siemens	
28	Turbina a vapor (steam turbine)	1884	C. A. Parsons	Inglês
29	Automóvel à gasolina	1885	Karl Benz	Alemão
30	Air-inflated rubber tire	1887	J. B. Dunlop	Escocês
31	Alternating current motor	1888	Nikola Tesla	Iugoslavo
32	Turbina a Vapor (steam turbine)	1889	C.G. de Laval	Sueco
33	Turbine Ship	1894	Charles Prsons	Inglês
34	Tesla Coil	1891	Nikola Tesla	Iugoslavo
35	Motor diesel (diesel engine)	1892	Rudolph Diesel	Alemão
36	Air Ship	1900	G.F. Zeppelin	
37	Self powered model airplane	1896	S.P. Langley	Americano
38	Aeroplano	1903	S.Dumont	Brasileiro
39	Gyrocompass	1911	Elemer A Sperry	Americano
40	Automobile Self-Starter	1911	C. F. Kettering	Americano
41	Hidroplano	1911	Glenn Curtis	Americano
42	Ethyl gasoline	1922	T. Midgley, Jr	Americano
43	Sinal de Tráfego	1923	Garret A Morgan	Americano
44	Propulsão a jato	1937	Frank Whittle	Inglês
45	Helicóptero	1939	Igor Sikorsky	Russo
46	Electricity-production Breeder reactor	1951	Atomic Energy Comission	Americano
47	Bateria solar (cell solar)	1954	D.M. Chaplin C.S. Fuller G.L. Pearson	Americano Americano Americano
48	Wankel Engine	1956	Felix Wankel	Alemão
49	Hovercraft	1956	Christopher Cockerell	Inglês

ARMAS DE GUERRA (WARFARE)

01	Submarino	1775	David Bushnell	Americano
02	Shrapnel Shell	1784	Henry Shrapnel	Inglês
03	Beech-loading rifle	1810	John H Hall	Americano
04	Revólver	1835	Samuel Colt	Americano
05	Guncotton	1845	Christian Schonbein	Alemão
06	Conical Bullet	1849	Claude Minie	Francês
07	Beech-loading Cannon	1852	W. G. Armstrong	Inglês
08	Ironclad steamboat	1861	John Ericsson	Americano
09	Gatling gun	1861	R.J. Gatling	Americano
10	Blasting cap	1862	Alfred Nobel	Sueco
11	Self-propelled torpedo	1864	Robert Whitehead	Inglês
12	Maxim gun	1884	Hiram S. Maxim	Inglês
13	Bolt action rifle	1889	P. von Mauser	Alemão
14	Lewis gun	1911	Isac Lewis	Americano
15	Tanque de guerra	1914	E D Swinton	Inglês
16	Rifle automático	1918	John Browning	Americano
17	Liquid-fluid rocket	1926	R H Goddard	Americano
18	Garand rifle	1934	John C Garand	Americano
19	Guided missile	1942	Wernher von Braun	Alemão
20	Ballistic missile	1944	Wernher von Braun	Alemão
21	Atomic Bomb	1945	J. Robert Oppenheimer	Americano
22	Bomba de Hidrogênio	1952	Edward Teller	Americano
23	Nêutron bomb	1958	Samuel Cohen	Americano

SITES DOS PRÊMIOS NOBEL

1. BIOMEDICINA, FÍSICA E QUÍMICA.

1.1. Albert Einstein (Física) – 1921:

site: www.westegg.com/einstein

1.2. Alexander Fleming (Fisiologia e Medicina) – pai da penicilina – 1945: com E. B. Chair e H. Florey

site: www.pbs.org/wgbh/aso/databank/entriesbmflem.html

1.3. Burton Richeter – (Física) 1976:

site: www.jspsusa.org/bio.richter.html

1.4. Carl Wieman (Física) – 2001:

site: www.colorado.edu/NewsService/nobel/wieman.html.

1.5. Computadores – analisa o uso de micro em pesquisas:

site: <http://focus.aps.org/v2/st19.html>

1.6. Edward Appleton (Física) – 1947:

site: www.wdc.rl.ac.uk/ionosondes/historyevappleton.html

1.7. Theodore Emil Kocher (Fisiologia e Medicina) – 1909:

site: www.infoplease.com/ce6/people/A0827975.html

1.8. Eric Cornell (Física) 2001

site: www.colorado.edu/NewsServices/nobel/cornell.html

- 1.9.** Ernest Rutherford (Química)
site: www.rutherford.org.nz
- 1.10.** Erwin Schorödinger (Física):
site: www.pbs.org/wgbh/aso/databank/entries/bpschr.html
- 1.11.** Fotos (Física) 1901 a 1998:
site: www.th.physik.uni-frankfurt.de/~jr/physpicnobel.html
- 1.12.** Frederic e Irene Joliot-Curie (Química) 1935:
site: www.atomicarchive.com/Bios
- 1.13.** Gabriel Lippmann (Física) – 1908:
site: <http://physics.uplb.edu.Iph/laureates/1908>
- 1.14.** Guglielmo Marconi (Física) 1909 : e K. F. Braun
site: www.invent.org/book-yext/71.html
- 1.15.** Ivan Pavlov (Fisiologia e Medicina)
site: www.infran.ru/history_eng.html
- 1.16.** Judeus – cientistas judeus premiados
site: www.science.co.il/Nobel.asp
- 1.17.** K. Barry Sharpless (Química) 2001
site: www.tmlscripps.edu/chem/sharpless/kbs.html
- 1.18.** Leland Hartwell (Biomedicina) 2001
site: www.fhcrc.org/award/list_awards.html
- 1.19.**

1.19. Linus Pauling (Química e Paz)

site: <http://osu.orst.edu/dept/lpi/lpbio2.html>

1.20. Marie Curie (Física e Química) :

site: www.energy.ca.gov/education/scientists/curie.html

1.21. Max Planck (Física) 1918

site: <http://wwwchem.custan.edu/chem3070/raull.html>

1.22. Nasa

site: <http://spacelink.nasa.gov/NASA.Projects/human.Exploration.and.Development.of.Space.Flight/Shuttle/Shuttle.Missions>

1.23. Neurociência - cientistas premiados:

site: <http://faculty.wasghinton.edu/chudler/nobel.html>

1.24. Niels Bohr (Física) 1922

site: www-groups.dcs.st-andrews.ac.uk/~history/Mathematicians/Bohr_Niels.html

1.25. Otto Hann (Química) 1944

site: www.orcbs.msu.edu/radiation/radhistory/ottohahn.html

1.26. Palestras de premiados:

site: www.mednobel.ki.se/lecture2000.html

1.27. Paul Nurse (Biomedicina) - 2001:

site: www.icnet.uk/research/prospectus/hunt.html

- 1.28.** Physics Web - questiona os premiados
site: <http://physicsweb.org/article/world/14/11/7>
- 1.29.** Premiados da Física:
site: www.slac.stanford.edu/library
- 1.30.** Premiados da Química:
site: <http://library.thinkquest.org/2690/hist/nobel.html?tqskip=1>
- 1.31.** Ryoji Noyori (Química) 2001
site: www-noyori.os.chem.Nagoya-u.ac.jp
- 1.32.** Robert Koch (Fisiologia e Medicina) 1905:
site: <http://top-biography.com/9070>
Robert%20Koch
- 1.33.** Svante Arrhenius (Química) 1903 -
site: www.woodrow.org/teachers/chemistry/institutes/1992/Arrhenius.html
- 1.34.** Timothy Hunt (biomedicina) 2001
site: www.icnet.uk/research/prospectus/hunt.html
- 1.35.** Werner Heisenberg (Física) 1932:
site: <http://top-biography.com/9037-erner%20Heisenberg/Index2.htm>
- 1.36.** Wolfgang Ketterle (Física) 2001
site: <http://rieweb.mit.edu/riestaff//pkett.htm>

2. ECONOMIA, LITERATURA E PAZ

2.1. Adolfo Perez Esquivel - (Paz) 1980 -
site: [www.wagingpezce.org/hero/
adolfo_perez_esquivel.html](http://www.wagingpezce.org/hero/adolfo_perez_esquivel.html)

2.2. Andrew Michael Spence (economia)
site: [http://gobi.stanford.edu/facultybios/
bio.asp?ID=156](http://gobi.stanford.edu/facultybios/bio.asp?ID=156)

2.3. Anistia Internacional (Paz) - 1977:
site: www.amnesty.org

2.4. Artigos de economia - trabalhos premiados:
site: www.finweb.com/nobel.html

2.5. Atentados (Paz) - textos sobre os atentados aos EUA:
site: www.thecommunity.com/crisis

2.6. Aung san suu kyí (Paz): site: www.dassk.com

2.7. Bertrand Russel (literatura) 1950 :
site: www.mcmaster.ca/russdocs/russel.htm

2.8. Chilenos (Literatura) dedicado a Pablo Neruda e
Gabriela Mistral:
site: [www.uchile.cl/atividades_culturales/
premios_nobel](http://www.uchile.cl/atividades_culturales/premios_nobel)

2.9. Comissariado da ONU para refugiados(Paz) - 1981:
site: www.cidadevirtual.pt/acnur

2.10. Conferência (Paz) - conferência dos premiados:
site: www.researchchannel.com/special/nobel.html

2.11. Cruz Vermelha (Paz) 1917,1944, 1963:
site: www.icrc.org

2.12. Dalai Lama (Paz) -1989:
site: www.tibet.com/DL/nobelaccept.html

2.13. Ernest Hemingway (Literatura) 1954 -
site: www.hemingwaysociety.org

2.14. George Akerlof (Economia)- 2001:
site: www.berkeley.edu/news/features/2001/nobel/index.html

2.15. Herman Hesse (Literatura) - 1946:
site: www.gss.ucsb.edu/projects/hesse

2.16. Jean-Paul Sartre (Literatura):
site: www.bbc.co.uk/history/programmes/centurions/sartre/sartbiog.shtml

2.17. Joseph E. Stiglitz (economia) - 2001:
site: www1.gsb.columbia.edu/whoswho/ww_Detail.cfm?ID=56020

2.18. Martin Luther King Jr. (Paz) - 1964:
site: www.stanford.edu/group/King

2.19. Médicos sem fronteiras (Paz) - 1999:
site: www.msf.org

2.20. Mikhail Gorbachev (Paz) - 1990:
site: **www.keirsey.com/Gorbachev.html**

2.21. Milton Friedman (Economia) - 1976:
site: **www.ideachannel.com/friedman.html**

2.22. Nelson Mandela (Paz) -1993:
site: **www.anc.org.za/ancdocs/speeches/nobelnrm.html**

2.23. ONU (Paz) -
site: **www.um.org**

2.24. Premiadados (Economia) - lista:
site: **<http://members.tripod.com/pugahome/nobel.htm>**

2.25. Premiadados (Literatura) - lista:
site: **www.literature-awards.com/nobel_prize_literature.html**

2.26. Robert Mundell (Economia) - 1999:
site: **www.columbia.edu/~ram15**

2.27. Shimon Peres (Paz) - 1994:
site: **www.mfa.gov.il/mfa/go.asp?MFAHOOtgO**

2.28. Theodore Roosevelt (Paz) - 1906:
site: **www.thedoreroosevelt.org**

2.29. Thomas Man (Literatura) - 1929:
site: **<http://leher1.rz.uni-karlsruhe.de/%7Eza2280/tmpage.htm>**

2.30. Unicef (Paz) - 1965:

site: www.unicef.org

2.31. William Faulkner (literatura) - 1949:

site: www.mcsr.olemiss.edu/~egjbp/faulkner/lib_nobel.html

2.32. Winston Churchill (Literatura) - 1953:

site: www.winstonchurchill.org

2.33. Yasser Arafat (Paz) - 1994:

site: <http://abcnews.go.com/reference/bios/arafat.html>

2.34. Yitzhak Rabin (Paz) 1994:

site: www.mfa.gov.il/mfa/go.asp?MFAHOOfO

3. DIVERSOS

3.1. Academia Real de Ciências da Suécia - instituição que oferece os prêmios Nobel de Física e Química:

site: www.kva.se/eng/index.html

3.2. Alfred Nobel - biografia do químico que criou o

prêmio: site: <http://sunsite.bilkent.edu.tr/oldnobel/alfred/biography.html>

3.3. Artigos sobre o prêmio Nobel:

site: www.garfield.librfary.upenn.edu/prize/prize.html

- 3.4.** Arquivo de vídeos - momentos históricos:
site: www.ideachannel.com/nobel.html
- 3.5.** Premiados da Bélgica:
site: http://belgium.fgov.be/abtb/history/_fr_308030.htm
- 3.6.** Centenário:
site: www.calnobel.org
- 3.7.** Como funciona:
site: <http://www.howstuffworks.com/question403.htm>
- 3.8.** Cientistas premiados:
site: www.lucidcafe.com/library/95oct/alfnobel.html
- 3.9.** Conferências de premiados:
site: www.gustavus.edu/news/campusevents/nobel
- 3.10.** Barreira antimísseis - protestos de premiados:
site: www.faz.org/press/000706-news.htm
- 3.11.** Liberdade no Ensino:
site: http://learninfreedom.org/Nobel_hates_school.html
- 3.12.** Premiados do Departamento de Energia dos EUA:
site: www.osti.gov/accomplishments/nobel.html
- 3.13.** Recursos sobre o prêmio:
site: <http://large.stanford.rdu/rbl/nobel>
- 3.14.** Família Nobel:
site: www.nobel.org

3.15. Selos com premiados:
site: www.telecable.es/personales/rick00

3.16. Frases célebres de premiados:
site: www.memorablequotations.com/Nobel.htm

3.17. Genealogia dos Nobel:
site: <http://ourworld.compuserve.com/homepages/Jnobel/nobelref.htm>

3.18. Premiados hispano-americanos;
site: www.hispanobel.com

3.19. Premiados húngaros:
site: www.hungary.org/~hipcat/famous.htm

3.20. Ig Nobel - prêmios para pessoas cujas pesquisas não deveriam ser reproduzidas: site: www.iasf.org/nobel.htm

3.21. Influência do prêmio Nobel sobre o desenvolvimento científico: site: www.instadv.ucsb.edu/ucsb_today/winter01/nobel/nobel.html

3.22. Discursos dos premiados do Nobel da Paz:
site: www.nobel.no

3.23. Vídeo de entrevistas com os premiados de 2001:
site: www.nobel.se

3.24. Premiados do México:
site: www.nobel.unam.mx

- 3.25. Mito da Matemática:**
site: www.snopes2.com/science/nobel.htm
- 3.26. Mulheres que receberam o prêmio Nobel:**
site: <http://gos.sbc.edu/nobel.html>
- 3.27. Museu eletrônico do prêmio Nobel:**
site: <http://sunsite.bilkent.edu.tr/oldnobel/about/enmpress.html>
- 3.28. Museu Nobel:**
site: www.nobelmuseum.org
- 3.29. História do Instituto Nobel:**
site: www.nobelchannel.com
- 3.30. Premiados pedem a paz:**
site: www.nobelweb.org/
- 3.31. Premiados da Polônia:**
site: <http://hum.amu.edu.pl~zbzw/ph/sci/nobel.htm>
- 3.32. Prêmios Nobel e Pulitzer:**
site: www.infoplease.com/ipa/A0777579.html
- 3.33. Protestos contra ausência de matemáticos:**
site: <http://shools.lapeer.org/W e s t H S/m a t h / paveglio/Nobel.htm>
- 3.34. Lista de sites sobre o prêmio - dados históricos:**
site: www.inetmedia.nu/nobel

3.35. Premiados que não aceitaram receber o prêmio:

site: www.news24.co.za/News24/World/Europe/0,1113,2-10-19_1089297,00.html

3.36. Selos suecos com figuras do prêmio:

site: www.asis.com/~edenson/swenobel.html

3.37. Lista dos premiados da Associação Sigma XI (Linus Pauling e Einstein): site: www.sigmaxi.org/swenobel.html

3.38. Testamento de Alfred Nobel;

site: www.hotchkiss.k12.co.us/HHS/nobelnov/nobel.htm

REFLEXÕES

- O século XXI vai se caracterizar por mudanças profundas na área tecnológica onde a única certeza vai ser a incerteza.
- Estamos todos nos deslocando sobre uma esteira rolante que se move em sentido contrário, a velocidades crescentes, trazendo novos conhecimentos; temos que correr para ficar pelo menos no mesmo lugar. (Wladimir P. Longo).
- **Áreas de conhecimento estratégicas:**
 - Ciências Biológicas
 - Biotecnologia
 - Engenharia Genética
 - Química Fina
 - Energia
 - Telecomunicações
 - Novos Materiais
 - Informática
 - Microeletrônica
 - Mecânica Fina
 - Nanotecnologia
- O avanço da tecnologia tem resultado no aprofundamento do conhecimento de poucos e no aumento da ignorância de muitos.
- A riqueza das nações, hoje, deriva do seu patrimônio educacional científico e tecnológico. Tem poder quem tem conhecimento.

- Estudos mostram que, num futuro próximo, a indústria e a agricultura serão cada vez mais intensivas em capital e menos em mão de obra. A automação industrial e o avanço da mecanização agrícola com certeza vão acelerar esse processo. As fábricas sem operários e as empresas virtuais surgirão cada vez mais, dia a dia.
- A história e a experiência mostram ser o Homem, e não a natureza, quem proporciona o primeiro recurso, e com ele a educação passa a ser o mais vital de todos os recursos.
- O ensino tecnológico moderno deverá ser ministrado com forte embasamento em ciências e domínio das linguagens: *matemática, informática, português e inglês*.
- Hoje, em pleno Século XXI, constatamos que temos conhecimento e tecnologia, com base na engenharia genética, na química fina, na biotecnologia e em outras ciências, que seriam capazes de assegurar uma superprodução de medicamentos ou de alimentos para curar a maioria das doenças e matar a fome de milhares de pessoas. Se não o fazemos, é porque vivemos num mundo onde a lógica do desenvolvimento é perversa; lógica que está alicerçada na ambição, no egoísmo, na ganância e na luta pelo poder. E nesse cenário o homem é atropelado, esquecido, ou visto como agregado de máquina.
- *Eu sou partidário da audácia intelectual. Não podemos ser intelectualmente covardes e ao mesmo tempo buscar a verdade. “Karl Popper - A lógica das ciências sociais”*
- *A luta pela verdade deve ter precedência sobre as demais*

lutas. Onde faltar a verdade e a fraternidade humana a liberdade estará morta. “Sou realmente um Homem quando os meus sentimentos, pensamentos e atos tiverem uma finalidade: a comunidade e seu progresso”. Albert Einstein.

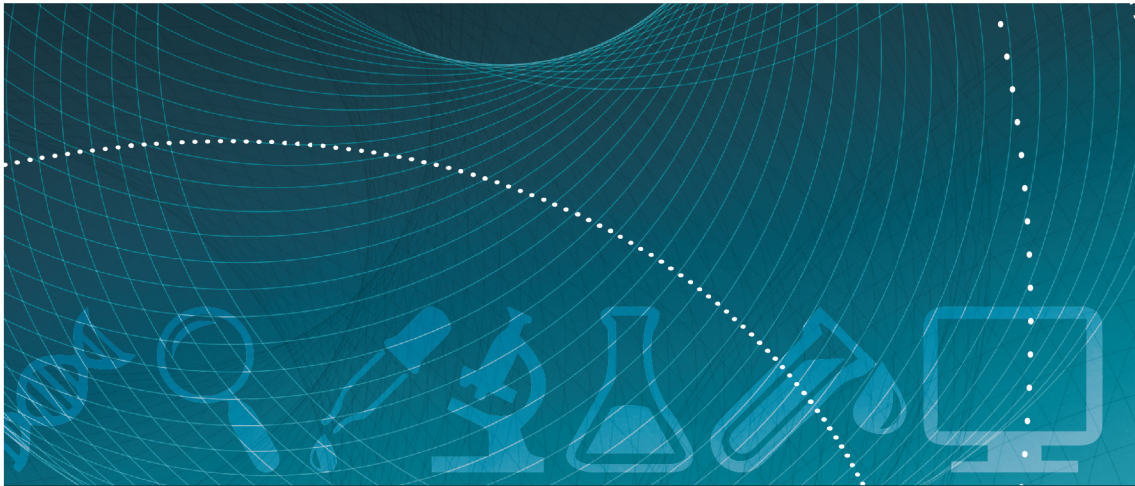
- *Notar-se-á que as questões que têm de ser enfrentadas são, antes de tudo, morais. Do mesmo modo que seremos faltosos por avidez de ganho excessivo e de poder, também o seremos se por temor, indecisão, e, sobretudo, por covardia, formos omissois diante das necessidades urgentes de multidões humanas imersas no subdesenvolvimento. O que está em jogo nas regiões subdesenvolvidas é a dignidade da pessoa humana, é o direito à vida.....” Trechos da Encíclica do Papa João Paulo II - SOLICITUDE REI SOCIALIS.*
- Qualquer alternativa de desenvolvimento só é real se estiver voltada para resolver os problemas da população.
- *“Ciência é conhecimento organizado. Sabedoria é vida organizada”. Kant*
- *Estamos vivendo uma sociedade sem sabedoria. “o aspecto mais triste de nossa sociedade é que a ciência acumula conhecimento mais rápido do que a sociedade acumula sabedoria.”. Isaac Asimov.*
- *“a democracia é um artifício que garante que seremos governados como merecemos”. Bernard Shaw*
- *Ao contrário da informação, a sabedoria não pode ser distribuída via blog e conversas pela internet.*

- *Estamos nos afogando num oceano de informações desconexas. Quando isso acontece fica a sensação de vazio, como se estivéssemos vagando ao léu.* Michio Kaku - A Física do Futuro.

ARTIGOS, RELATÓRIOS E PUBLICAÇÕES CONSULTADOS

1. Os Grandes Nomes da Ciência - Grove Wilson.
2. Gigantes da Física - Richard Brennan
3. O fim da Terra e do Céu - Marcelo Gleiser
4. Science for the XXI Century - Prof. José Israel Vargas.
5. Um Novo Contrato entre Ciência e Sociedade - Relatório Unesco Ano 2000
6. Uma Breve História do Tempo - Stephen Hawking
7. Dicionário de Biografias Científicas - Ed. Contraponto
8. Science for All Americans - American Association for The Advancement of Science - Project 2061.
9. Ciência - Dr. Peter Moore - Cingapura
10. Os 100 Cientistas que Mudaram o Mundo - John Bachin
11. As 100 Maiores Descobertas Científicas - Kendall Haven
12. Os 100 Maiores Cientistas - John Simmons - Ed. Difel
13. As sete Maiores Descobertas Científicas da História - David Eliot Brody
14. Estratégias de Desenvolvimento - Ariosto Holanda
15. Educação Tecnológica no Mundo Globalizado - Professor Waldimir Pirró e Longo
16. Projeto Infovias do Desenvolvimento - Secretaria de Ciência e Tecnologia do Ceará, 1998.
17. Projeto Centro Vocacional Tecnológico - Secretaria de Ci-

- ência e Tecnologia do Ceará, 1997.
18. Relatório da Comissão Permanente de Inquérito que apurou as causas e dimensões do atraso tecnológico do País, presidida pelo Senador Mário Covas, 1993.
 19. Relatório de Comissão do Congresso Nacional que estudou as causas dos desequilíbrios econômicos inter-regionais, presidida pelo Senador Beni Veras, 1993.
 20. História Ilustrada da Ciência - Colin A. Roman
 21. Visões do Futuro – Michio Kaku
 22. A Física do Futuro - Michio Kaku -
 23. Balanço energético nacional – 2013 MME



“o futuro surge como uma escada rolante deslocando-se de cima para baixo, com velocidade crescente, trazendo novos conhecimentos: biotecnologia, nanotecnologia, telecomunicações, engenharia genética, Inteligência artificial, energia e outros; muitos estão tentando subir e desistem dizendo que estão velhos. A esperança está nos jovens, que cheios de energia e vontade, devem dizer: vou subir nessa escada porque ela representa o meu futuro.”

