

## 5 - Teorias Clássicas da Estrutura da Matéria

Tópicos Fundamentais em Teoria Quântica e Física Contemporânea

## Precursosores

## Babilônicos

- caos úmido
- “Quando no alto o céu não era ainda nomeado, nem em baixo a terra tinha nome, Apsu, o primordial, de quem nascerão os deuses, e Tiamat, a genitrix, que os parirá todos, misturaram em um só todas as suas águas, mas não tinham formado as pastagens, nem descobertos os canaviais, quando nenhum dos deuses ainda aparecera, nem era dotado de nome nem provido de destino, então, de seu seio, os deuses foram criados.” (Enuma elish, tablete 1)

## Hermes Trismegistus

- trevas úmidas:
- “Subitamente, tudo se abriu diante de mim num momento, e tive uma visão sem limites, tudo tornou-se luz, serena e alegre, e ao vê-la apaixonei-me por ela. E pouco depois surgiu uma obscuridade dirigindo-se para baixo, em sua natureza assustadora e sombria, enrolando-se em espirais tortuosas, como uma serpente, foi assim que a percebi. Depois esta obscuridade transformou-se numa espécie de natureza úmida, agitada de uma maneira indizível e exalando um vapor, como o que sai do fogo e produzindo uma espécie de som, um gemido indescritível. Depois lançando um grito de apelo, sem articulação, tal que o comparei a uma voz de fogo, e ainda que saindo da luz auto-existente; um Verbo santo veio cobrir a Natureza, e um fogo sem mistura exalta-se da natureza úmida em direção à região sublime, era leve, vivo e ativo ao mesmo tempo, e o ar, sendo leve, seguia ao sopra igneo elevando-se ao fogo, a partir da terra e da água, de forma a parecer preso ao fogo; pela terra e pela água, permaneciam no mesmo lugar, se bem que não se percebesse a terra separada da água: estavam continuamente em movimento sob a ação do sopra do Verbo que colocara-se sobre elas, segundo percebia minha audição.” (Poimandres, 4)

## Velho Testamento

- águas primordiais:
- “A terra estava informe e vazia; as trevas cobriam o abismo e o Espírito de Deus pairava sobre as águas.” (Gênesis 1,2)

## Órficos

- ovo primordial
- “O Poderoso primordial (Protogonos), ouve minha oração, duplo, nascido de ovo e vagueando através do ar, Rugindo glorioso em Suas asas douradas, de quem as raças dos Deuses e dos mortais provêm. Ericapæus de celebrado poder, inefável, oculto, toda brilhante flor. Obscuro aos olhos, Tu eliminas a obscuridade da noite, esplendor que tudo penetra, pura e santa luz. Por isso chamado Fanes (Eros), a glória do céu, em ondulantes asas pelo mundo tu voas. Príapo, esplendor de olhos negros, a Ti eu canto, gentil, todo prudência, sempre abençoado rei, Com alegre face em nosso direito divino e santo sacrifício propício brilha.” (Hino órfico a Protogonus)

## Mitologia grega

- Eurínome e Ofíon (vento norte)
- *"No começo, no imenso caos do mundo, vivia solitária a bela e poderosa deusa Eurínome. Ela adorava dançar mas, não tendo uma base para apoiar seus pés, acabou por separar o céu do mar. Assim, começou a saltar e dançar por sobre as ondas que criara até que encontrou, do lado norte do mundo, um vento forte. Eurínome gostou do vento. Achou o seu frescor agradável e decidiu começar por ele a obra da criação. Apanhou, então, o fluido companheiro e, com as mãos enérgicas, esfregou-o até que se tornasse sólido. O vento se transformou em uma serpente, Ofíon, que se estendeu aos pés de sua criadora. Com frio, Eurínome voltou a dançar para se aquecer. Ao tou a dançar para se aquecer. Ao vê-la dançando, a serpente se apaixonou pela deusa e uniu-se a ela para gerar todas as coisas que hoje existem. Ela, então, transformou-se em pomba, sentou-se sobre as águas do mar e pôs um ovo, que continha a natureza. Então, Ofíon enrolou-se sete vezes ao redor do ovo para chocá-lo. Quando a casca rompeu saíram o Sol, a Lua, os planetas, os outros astros, a Terra, com suas montanhas e rios, as árvores, plantas, animais e os homens"*

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

7/43

## Mitologia grega

- Gaia e Urano
- *"Primeiro que tudo surgiu o Caos  
E depois Gaia, de amplo peito  
Para sempre firme alicerces de todas as coisas  
E o brumoso Tártaro num recesso da Terra de largos caminhos  
E Eros, o mais belo de entre os deuses imortais  
Que amolice os membros  
E, no peito de todos os deuses e de todos os homens, domina o espírito e a vontade ponderada.  
Do Caos nasceu o Érebro e a negra Noite  
Da noite, por sua vez, nasceu o Éter e o Dia  
Que ela concebeu e deu à luz, depois da sua ligação amorosa com Érebro.  
E Gaia gerou primeiro Urano (o céu) constelado, igual a ela própria  
Para a cobrir em toda a volta  
E para ser eternamente a morada segura dos deuses bem-aventurados  
Deu à luz, em seguida, as altas montanhas  
Retiros aprazíveis das ninfas divinas  
Que habitam as montanhas arborescentes  
Também deu à luz o mar estéril  
Que agita com as suas vagas, o Ponto, seu deleitoso amor.  
E seguidamente, tendo partilhado o leito com Urano,  
Gerou o oceano dos redemoinhos profundos,  
E Coo e Crío e Hiperion e Jápelo..." (Hesíodo, Teogonia, 116-130)*

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

8/43

## Os Pré-Socráticos

- Busca de uma unidade, um princípio
  - Tales de Mileto: água
  - Anaximandro de Mileto: ápeiron
  - Anaximandro: ar
  - Xenófones de Cólofon: terra
  - Heráclito de Éfeso: fogo

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

9/43

## Os Pré-Socráticos

- matéria era contínua, não aceitavam o 'vazio' e, portanto, não podia haver 'átomos'
- descrição era sensorialista, baseada em propriedades (macroscópicas)

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

10/43

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



11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

11/43

## Tales

- primeiro a buscar uma explicação naturalística para o mundo
- rejeitou a tradição pela inquirição

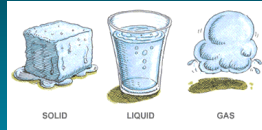
11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

12/43

## Tales

- para Tales, o elemento básico, a partir do qual se tinha formado toda a matéria do Universo, era a **água**, possivelmente
  - porque se manifesta nos três estados da matéria e
  - porque a umidade é essencial à vida
- possível influência do Egito (rio Nilo)



11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

13/43

## Anaximandro (611-547 a.C.)



11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

14/43

## Anaximandro

- como a Natureza é cíclica, nem o fogo, nem a água, nem o ar e nem a terra podiam ser o princípio fundamental
  - este deveria ser informe e conter os elementos antagonistas em forma potencial
- ⇒ *ápeiron*

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

15/43

## “Os Atomistas”

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

16/43

## “Atomistas”

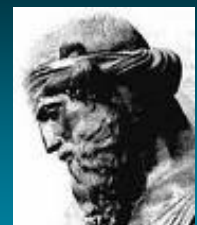
- Introdução do atomismo
  - Anaxágoras de Clazômenas: *homeomerias*
  - Leucipo & Demócrito: ‘átomos’
  - Platão (Timeu): ‘átomos’ geométricos
- átomos ainda com propriedades
- substancialista
- realista (existência real, não modelos)

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

17/43

## Demócrito (460-370 a.C.)



11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

18/43

## Demócrito de Abdera

- Desenvolveu a teoria do **atomismo**.
- Natureza composta por **átomos**, partículas individuais, eternas e imutáveis.
  - água: átomos arredondados e lisos
  - terra: átomos com arestas
  - sólidos: átomos com ganchos
  - óleo: átomos pequenos, penetrantes

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

19/43

## Demócrito

- “Nada nasce do nada” e tudo se encadeia necessariamente em formulações atomistas.
- surgimento por composição de átomos,
- transformação por novos arranjos atômicos,
- destruição e morte por sua separação.

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

20/43

## Demócrito

- Os seres surgiriam por composição destes átomos, transformando-se por novos arranjos atômicos e morrendo por sua separação.
- Somente o pensamento poderia conhecer os átomos, invisíveis às percepções sensoriais ⇒
  - o que se conhece pela percepção e
  - o que se conhece pelo pensamento

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

21/43

## Platão (427-347 a.C.)



11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

22/43

## Platão

- fundou a *Academia*
- Inscrição sobre o portal: “Não entre aqui quem não sabe Matemática”
- escreveu *Diálogos* e *República* (utopia, sociedade ideal)
- teve influência sobre o Cristianismo

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

23/43

## Platão

- em sua teoria das idéias, distingue o mundo sensível dos fenômenos do mundo inteligível das **idéias**, as quais, sendo a única verdade, o mundo dos fenômenos só existe na medida em que participa do mundo das idéias.
- a dialética eleva as almas e as idéias gerais são hierarquizadas, tendo no topo o Bem Supremo, reflexo da suprema beleza.

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

24/43

## Platão

- o exemplo perfeito do conhecimento estaria na Matemática, que não se submete a opiniões subjetivas, sendo o conhecimento matemático preparatório para o pensamento chegar à intuição intelectual das idéias verdadeiras ⇒
  - conhecimento sensível (crença e opinião)
  - conhecimento racional (raciocínio e intuição)
- somente este último alcança o Ser e a verdade.

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

25/43

## Platão

- os sentidos físicos não nos revelam a verdadeira natureza das coisas
- Ex.:
  - branco, reta, ouro (idéias)
  - objetos brancos, retilíneos, feitos de ouro (real)
- ⇒ as únicas coisas de fato permanentes e verdadeiras seriam as **idéias**

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

26/43

## Platão

- o Mundo físico, por sua vez, não passaria de uma cópia imperfeita e mutável.
- observar o Mundo físico tal como a Ciência faz hoje pouco serviria, portanto, para alcançarmos uma compreensão da realidade, embora servisse para reconhecermos, ou recordarmos, as idéias perfeitas que tráfamos dentro de nós.

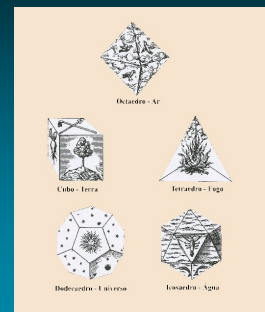
11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

27/43

## Platão

- atomismo geométrico
- fogo - tetraedro (4 faces)
- terra - cubo (6 faces)
- ar - octaedro (8 faces)
- água - icosaedro (20 faces)
- éter - dodecaedro (12 faces)



11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

28/43

## A Recuperação do atomismo

- átomo como modelo
  - Francis Bacon
  - Gassendi
  - Boyle
  - Lémery
  - Newton: deduz a Lei de Boyle
  - Descartes: horror ao vácuo
  - Faraday: vácuo isolante

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

29/43

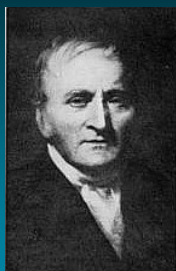
11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

30/43

## Modelo Atômico de Dalton

- Aplicação à Química
  - formação dos compostos a partir dos elementos
  - única propriedade: "peso"
  - "peso relativo" = equivalente-grama
  - molécula: combinação de átomos em proporções simples

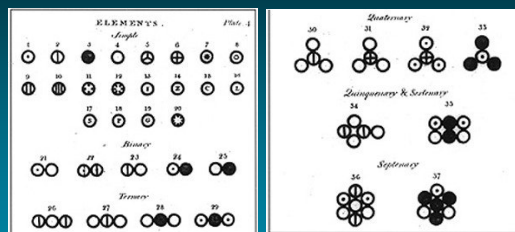


11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

31/43

## Modelo Atômico de Dalton



11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

32/43

## Modelo Atômico de Dalton

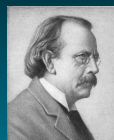
- início do átomo clássico, mecânico
- racionalização dos dados químicos
- conservação da massa

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

33/43

## Modelo Atômico de Thompson



- raios catódicos:  $e/m$  = elétron
- cargas elétricas
- átomo composto
- 'pudim de ameixas'

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

34/43

## Modelo Atômico de Rutherford



- estudante de Thompson
- espalhamento por folha de ouro
  - ⇒ partículas carregadas
  - ⇒ núcleo

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

35/43

## Modelo Atômico de Rutherford

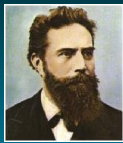
- coroamento do átomo clássico
- propriedades macroscópicas resultantes das interações
- átomo material, com propriedades microscópicas

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

36/43

## Röntgen & Von Laue



- Em 1895 e 1896 Röntgen elabora pesquisas que evidenciam a emissão de uma radiação diferente que chamam de raio X, von Laue confirma em 1912 estes trabalhos.

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

37/43

## Final do séc. XIX

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

38/43

## O Fim da Física

- “Agora, não há mais nada novo para ser descoberto pela Física. Tudo o que nos resta são medições cada vez mais precisas.” (Lord Kelvin, matemático, físico e presidente da *Royal Society* Britânica)

(em palestra para a *British Association for the Advancement of Science* em 1900)

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

39/43

## Referências

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

40/43

## Referências

- HALLIDAY, RESNICK & WALKER, *Fundamentos de Física*, vol. 4, cap. 43, 44 e 45
- MORTIMER, *Linguagem e formação de conceitos no ensino de Ciências*, cap. 3
- PESSOA, Jr., Osvaldo. *Conceitos de Física Quântica*.
- HERBERT, Nick. *A realidade quântica: nos confins da nova física*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

41/43

## Referências

- REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.: Ciência e arte: relações improváveis? *História, Ciências, Saúde - Manguinhos*, out./2006. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v13s0/04.pdf>>
- NUNES, Anderson Lupo. A Física Quântica para Todos. In: Atas do XVII SNEF, São Paulo : SBF, 2007. Disponível em <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0071-1.pdf>>. Acesso em 4 abr. 2008
- GOMBRICH, E.H. *História da Arte*.

11-jun-2011

© www.fisica-interessante.com

42/43

## Referências

- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cosmogonia>
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Mecânica\\_quântica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mecânica_quântica)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Interpretation\\_of\\_quantum\\_mechanics](http://en.wikipedia.org/wiki/Interpretation_of_quantum_mechanics)