

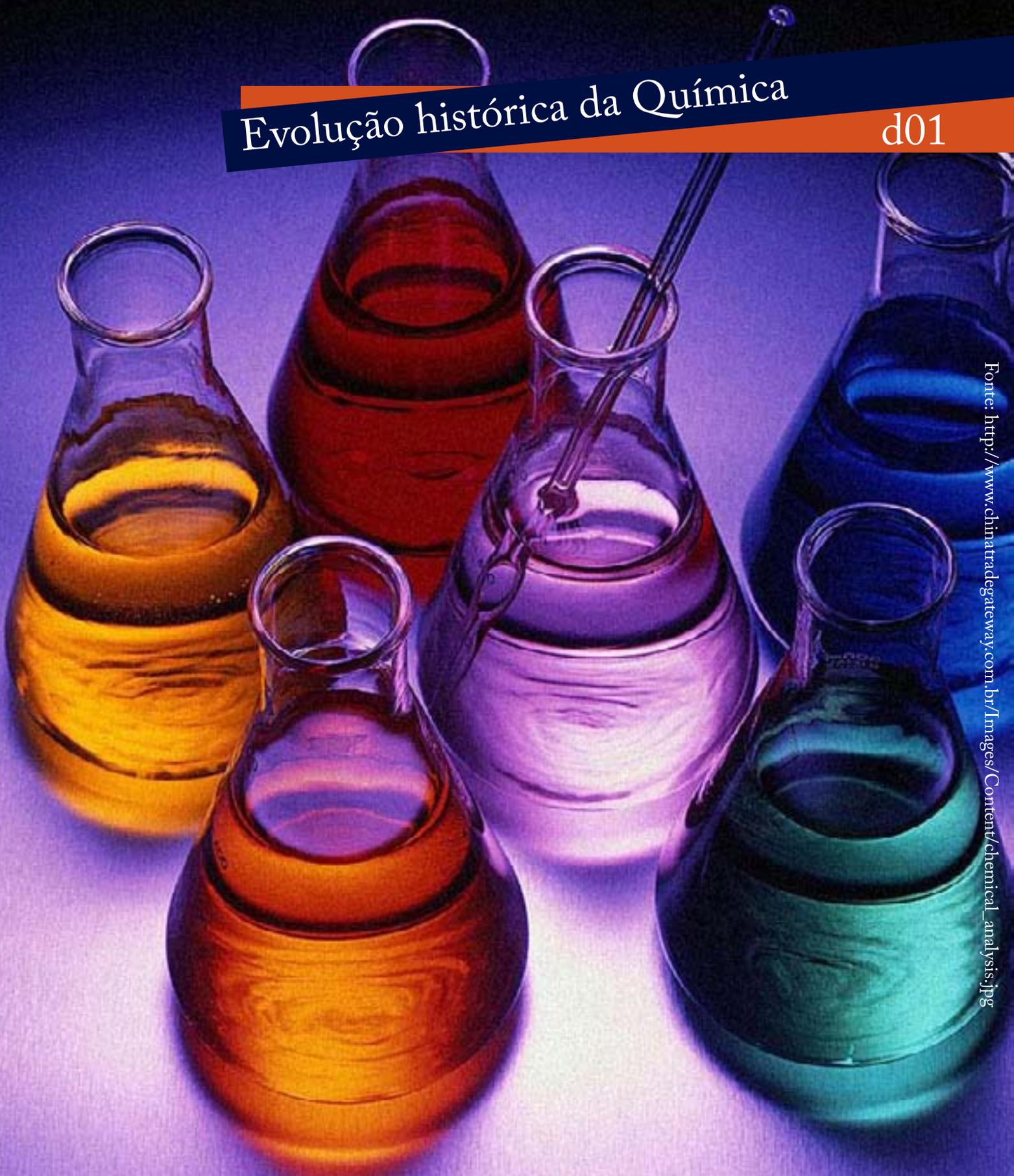
Rede São Paulo de

# Formação Docente

Cursos de Especialização para o quadro do Magistério da SEESP  
Ensino Fundamental II e Ensino Médio

## Evolução histórica da Química

d01



Rede São Paulo de

# *Formação Docente*

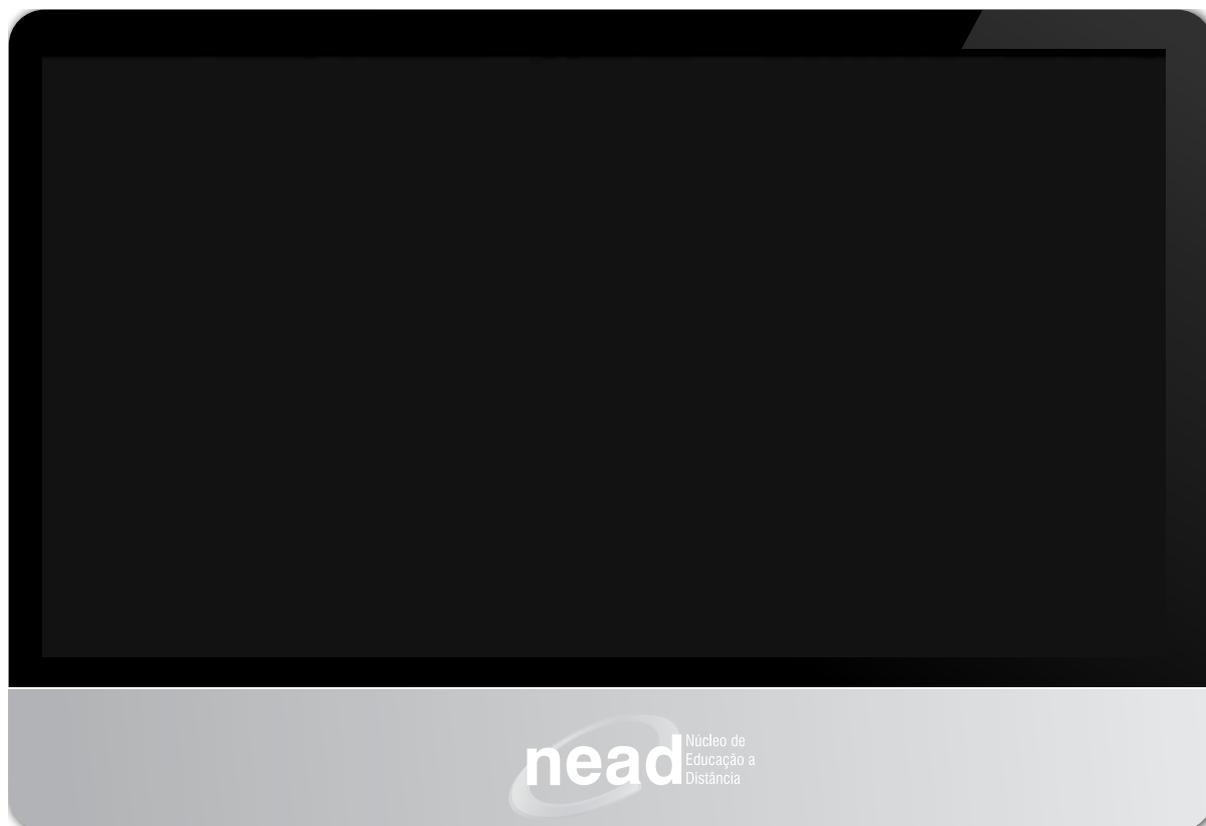
Cursos de Especialização para o quadro do Magistério da SEESP  
Ensino Fundamental II e Ensino Médio

São Paulo  
2011

# Sumário

1. A química no mundo atual e sua influência na qualidade de vida do homem .....	1
2. O conhecimento químico na era pré-científica .....	3
Quadro 1 - Um caso histórico bem documentado .....	6
Quadro 2 - Conhecimento Químico e os Alimentos .....	7
Quadro 3 - O conhecimento químico e as artes .....	8
3. Da alquimia à ciência moderna.....	19
4. A química como ciência moderna.....	25
Referências Consultadas .....	32
Glossário .....	34
Ficha da Disciplina:.....	37

# 1. A química no mundo atual e sua influência na qualidade de vida do homem



Falar da evolução histórica da Química não é tarefa fácil. Sempre que tentamos escrever algo a respeito corremos algum risco. Para nós, o que deve ser priorizado pode ser algo de menor importância para outros. Sempre fazemos um recorte quando somos incumbidos de falar sobre um determinado tema.

Ao preparar esse material, várias questões vieram à tona, “O que é importante ressaltar sobre a evolução histórica da Química?”; “Para professores da Educação Básica, que tipo de informação é necessária a respeito deste tema?”; “Qual linha de pensamento seguir?”.

Sabemos que os aspectos histórico, filosófico e epistemológico da Química são pouco explorados nos cursos de formação inicial de professores, fato que é lamentável. Conhecer tais aspectos citados é de suma importância para nossa compreensão sobre a Química. Entender como a Química evoluiu como ciência, quais paradigmas foram modificados, quais teorias foram refutadas, os contextos políticos, sociais, econômicos, filosóficos, e até religiosos em que emergiram as teorias, faz com que ampliemos nosso entendimento de como uma ciência se constitui e evolui.

1

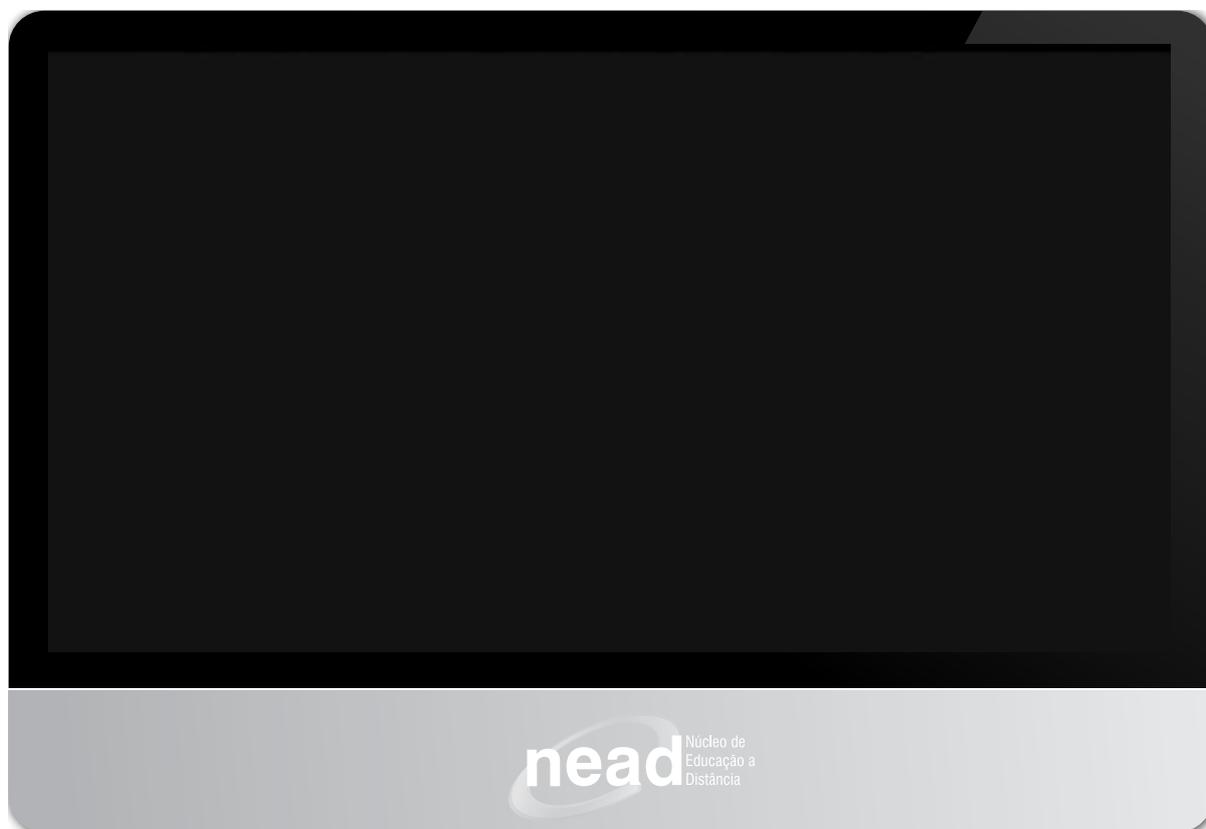
Na literatura encontramos alguns livros e artigos dedicados à Evolução Histórica da Química. A abordagem dada ao assunto varia de material para material, mas alguns fatos retratados e contextualizados costumam aparecer na maioria das obras.

Embora a maior parte das pessoas geralmente não tenha plena consciência, atualmente o conhecimento químico e suas aplicações influem direta e indiretamente em seus cotidianos. Decorrente deste conhecimento, muitas são as contribuições que resultam em melhoria da qualidade de vida, encontradas em produtos de uso diário, como plásticos, tecidos, cosméticos, detergentes, tintas, medicamentos, desinfetantes, alimentos em conserva, bebidas, combustíveis. Já outros, embora também tão importantes quanto os anteriores, não são facilmente associados ao conhecimento químico, como, por exemplo, os materiais semicondutores presentes em dispositivos eletrônicos como transistores, lasers, células solares, essenciais para a produção de produtos como computadores, aparelhos celulares, televisores de alta definição, etc. Obviamente, o mesmo conhecimento e seus produtos, quando, intencionalmente ou não, forem mal utilizados, pode trazer conseqüências desastrosas para o homem, como o que ocorre na poluição de rios por detergentes, produção de armas químicas, entre outros.

Uma pergunta que surge usualmente refere-se a como este conhecimento foi acumulado e aplicado pelo homem ao longo de seu desenvolvimento, desde seu surgimento na Terra até a posição que hoje ocupa no planeta. Uma retrospectiva do desenvolvimento da espécie humana indica que nos primórdios de sua evolução, as descobertas foram provavelmente feitas por acaso, e o conhecimento acumulado lentamente, perpetuado e transmitido através das gerações. Posteriormente, com a afirmação da Química como Ciência Moderna, isto já em pleno Século XVIII, a geração do conhecimento passou a ser feita de maneira mais sistemática, através da observação, da experimentação, do cálculo e do raciocínio. Com isto, a velocidade da construção do conhecimento químico e o desenvolvimento de suas possíveis aplicações práticas acelerou-se consideravelmente.

Nos tópicos a serem abordados a seguir, será elaborado um panorama do desenvolvimento da Química, desde o Período Pré-Científico até seu surgimento como Ciência Moderna no Século XVIII.

## 2. O conhecimento químico na era pré-científica



A Química estuda as transformações da matéria. No início do desenvolvimento humano os primeiros instrumentos que dispunha para atender às necessidades mais prementes de sua existência eram construídos com galhos de árvore, ossos, pedras brutas e trabalhadas, dentes, chifres, todos eles materiais obtidos diretamente da natureza. Deste modo, nesta etapa inicial do desenvolvimento humano, não havia conhecimento químico envolvido.

É difícil afirmar quando o homem realizou a primeira transformação da matéria que pudesse ser entendida como um conhecimento químico. É provável que uma das primeiras transformações químicas realizadas pelo homem, embora não intencional, esteja associada ao uso do fogo, utilizado no fornecimento de calor e luz, e no cozimento de alimentos. Qual não deve ter sido a surpresa do homem primitivo em observar que em decorrência da ação do fogo a madeira se transformava em cinzas, a areia tomava forma de vidro ao ser resfriada e o barro se tornava mais resistente! A partir disso deve ter resultado o surgimento do domínio das técnicas de fabricação de vidro e utensílios de cerâmica.

No tocante ao uso de metais para a produção de utensílios, por técnicas primitivas como o martelamento, provavelmente se iniciou com aqueles metais encontrados em forma pura na natureza, como o ouro e cobre. Por serem relativamente moles, podiam ser moldados pela técnica do martelamento, que além da moldagem, aumentava a dureza e resistência dos utensílios produzidos. Como um dos exemplos mais antigos de objeto obtido por esta técnica, tem-se um colar de cobre encontrado no norte do Iraque, datado de 8700 A.C. Alguns utensílios de ferro produzidos por estas técnicas primitivas, provavelmente utilizavam ferro proveniente de meteoritos, constituídos de ferro praticamente puro, que atingiram e atingem continuamente a superfície do planeta. O domínio destas técnicas primitivas de metalurgia permitiu a substituição gradativa dos instrumentos que o homem desenvolveu ao longo do período.

Posteriormente, o homem deve ter observado que o aquecimento da mistura de certas rochas com o carvão das fogueiras levava à fusão, permitindo o isolamento e obtenção de materiais hoje identificados como chumbo e cobre, dando origem às operações metalúrgicas. Sabe-se hoje que as rochas empregadas inicialmente pelo homem eram minerais, constituídos principalmente por óxidos metálicos. Posteriormente, a observação e a experimentação levaram à incorporação dos sulfetos metálicos como fonte de metais, como no caso do chumbo, obtido a partir de seu sulfeto, mineral conhecido como galena.

Prosseguindo com suas experiências metalúrgicas, ao fundir juntos minerais diferentes encontrados na região em que vivia, o homem descobriu que o produto final tinha propriedades mais interessantes que cada um dos metais isolados. Assim teve início o uso das ligas metálicas na produção de utensílios. Pelos dados obtidos a partir de objetos metálicos antigos, encontrados e datados, provavelmente as primeiras ligas envolviam cobre e arsênio. Posteriormente, verificou-se que a adição de estanho ao cobre dava origem ao bronze, um material facilmente moldável e resistente, utilizado até hoje.

Um passo importante no desenvolvimento do conhecimento do homem na área da metalurgia, fruto de sua inteligência, capacidade de observação e inventividade, foi a utilização de moldes esculpidos em pedra, em cera de abelha e em argila, para receber o metal fundido. Após o resfriamento do material, obtinha-se o objeto com as formas e dimensões desejadas. Nascia assim a técnica de fundição, importante na obtenção de utensílios cada vez mais elaborados. Na cultura ocidental, o objeto mais antigo de que se tem registro é uma rã fundida em cobre, datada de 3200 A.C, encontrada na região da Mesopotâmia.

A descoberta de que temperaturas mais elevadas podiam ser obtidas pelo fornecimento de mais ar ao carvão da fogueira, e a posterior introdução do fole nos fornos das fundições, possibilitou o trabalho com metais com temperaturas de fusão superiores a que se podia atingir num forno comum. Dentre estes metais estava o ferro e, posteriormente o seu derivado mais moldável a quente e mais resistente quando frio, o aço.

A metalurgia, as técnicas de fundição e de moldagem dos diferentes metais e ligas influíram de tal maneira no desenvolvimento da civilização, que até recentemente era usual dividir a História entre 6.000 A.C. e o início da era cristã em períodos associados à utilização predominante de um metal. Hoje esta divisão está praticamente abandonada, por duas razões principais. A primeira delas é que o acesso às informações no período que antecedeu o surgimento da escrita em aproximadamente 5.550 A.C. são baseadas principalmente em informações obtidas através de análise de pinturas primitivas e objetos antigos encontrados em escavações. Tais informações obtidas nem sempre foram possíveis de serem associadas, sem margem de dúvida, à uma época precisa. A segunda, e principal razão, é que os conhecimentos relacionados ao uso de um metal não surgiram ao mesmo tempo entre os diferentes povos da época. Os diferentes estágios de conhecimento/evolução dos povos, aliado à dificuldade de divulgação das informações, fizeram com que o domínio de uma determinada técnica surgisse em diferentes épocas entre os diferentes povos. Apesar disto, por ser útil ter uma idéia aproximada da linha do tempo envolvida no uso dos metais e sua relação com a evolução da humanidade, no Quadro 1 é apresentada a divisão da História em períodos relacionados com o desenvolvimento das operações metalúrgicas.

Nome da Idade	Período Estimado	Conhecimentos e Operações
<b>COBRE</b>	6.000 AC a 3.000 AC	Início das operações metalúrgicas, utilização de ouro e cobre nativos, uso da prata e das ligas de ouro e prata, obtenção de cobre e chumbo a partir de seus minérios, desenvolvimento das técnicas de fundição.
<b>BRONZE</b>	3.000 AC a 1.200 AC	Isolamento de estanho a partir de seus minérios, preparação de diferentes tipos de bronze e sua utilização na produção de utensílios e espelhos, introdução do fole nas operações de fundição.
<b>FERRO</b>	1.200 AC a Início da Era Cristã	Produção de aço, cunhagem de moedas, uso de amálgamas.

Quadro 1: Relação das “Idades” ou “Eras” com o desenvolvimento de conhecimentos.

## Quadro 1 - Um caso histórico bem documentado - o homem do gelo

Em setembro de 1991 um grupo de turistas encontrou o corpo congelado de um homem, perto da fronteira entre a Áustria e a Itália e da localidade de Hauslabjock. O corpo foi encontrado na Geleira Schalstal, na região dos Alpes Otztal, razão pela qual foi apelidado de Ötzi. O corpo estava surpreendentemente bem conservado, com vestimentas, cabelo e equipado com diversos objetos de uso pessoal, como arco, flechas, machadinha de cobre, faca.

A análise posterior do corpo, e a datação pela técnica de carbono-14 mostraram que o corpo era de um homem de aproximadamente 45 anos, que viveu em 3300 A.C., tendo, portanto, 5.300 anos de idade. Mais recentemente, exames por técnicas de tomografia indicaram que a causa de sua morte foi hemorragia interna intensa, causada por uma flecha que o atingiu no lado esquerdo das costas.

A análise de sua machadinha mostrou que ela é constituída de cobre praticamente puro, um utensílio altamente cobiçado na época em que viveu. Análises feitas em seus cabelos mostraram um nível muito elevado de arsênio. Estes dois dados em conjunto sugerem que Ötzi participava ativamente da metalurgia de cobre, obtido a partir da fusão de seus minérios.

Atualmente o corpo está preservado em instalações refrigeradas especiais e exposto no Museo Archeologico Dell'Alta Adige (<http://www.archaeologiemuseum.it/en/oetzi-the-iceman>), localizado em Bolzano, Itália. Quanto ao corpo e objetos encontrados ao seu redor, as pesquisas continuam, visando obter informações que indiquem sobre seu modo de vida, estado de saúde, alimentação, tipos de objetos, vestimentas e tipos de tecidos, entre outros.

## Quadro 2 - Conhecimento Químico e os Alimentos

Sem dúvida, uma das grandes dificuldades enfrentadas pelo homem pré-histórico residia na obtenção e conservação de alimentos. Sem um meio de conservar os alimentos obtidos, geralmente através da caça, o homem se via na necessidade constante de obter mais alimentos. As primeiras informações existentes sobre conservação de alimentos envolve a técnica de salga de carnes com sal marinho obtido diretamente da água do mar. Com este tratamento, o tempo de conservação das carnes foi bastante aumentado, permitindo estocagem de alimentos nas épocas em que eram mais abundantes. Posteriormente, com o uso do fogo, descobriu-se o método de conservação por defumação, método no qual a carne é submetida à fumaça originada pela queima incompleta de madeira de certas árvores. Referência a este tipo de método de conservação é mesmo descrito por Homero, em 99 A.C., em sua Odisséia.

Outro conhecimento químico que teve importância na área de alimentos refere-se às técnicas de fermentação, inicialmente de sucos naturais contendo açúcar, originando os vinhos. Há indícios de que cerveja, obtida a partir da fermentação de grãos de cevada, já era produzida ao redor de 6.000 A.C. na região da Mesopotâmia. O que é certo é que em torno de 4.000 A.C. o homem já dominava as técnicas de produção de vinho e

cerveja. As bebidas alcoólicas, além do papel como alimento, desempenharam diferentes papéis em cada civilização, em algumas atuando como medicamento e em outras tendo papel em cerimônias religiosas.

### .....Quadro 3 - O conhecimento químico e as artes.....

As técnicas de produção de pigmentos para os homens primitivos envolviam geralmente o uso de minerais de diferentes cores, carvão, argila, que depois de moído, eram dispersos em meios como a clara de ovo e goma-arábica (cola de origem vegetal). Aparentemente os pigmentos se destinavam a fins estéticos e pinturas corporais dos homens primitivos. Apesar da aparente simplicidade destes pigmentos, desenhos feitos com eles resistem à ação do tempo há mais de 15.000 anos, permitindo o registro de hábitos do homem primitivo e do meio que o cercava. São exemplos destas pinturas as encontradas em cavernas da França e Espanha, assim como em paredões da região de São Raimundo Nonato, no Piauí.

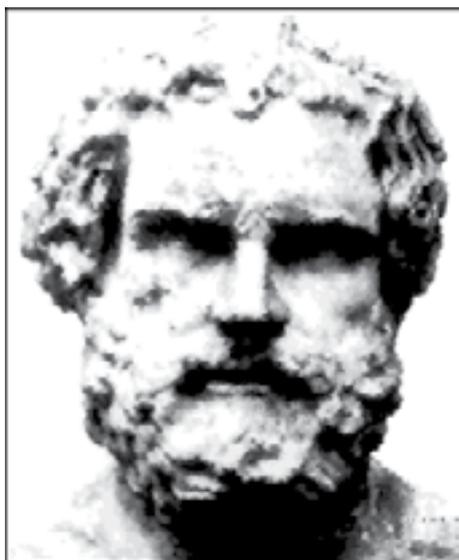
## 2.1 - A concepção sobre o cosmo e a composição da matéria na antiguidade

A preocupação sobre a constituição do **cosmo** e a matéria que o forma é antiga, havendo registros sobre o assunto já entre os povos que habitavam a Mesopotâmia. No entanto, as idéias que tiveram maior impacto sobre o desenvolvimento futuro da ciência moderna estão ligadas aos filósofos gregos antigos, através de duas teorias sobre a constituição da matéria, o Atomismo e a Teoria dos Quatro Elementos. A abordagem empregada nestes dois modos de descrição do mundo natural era baseada no raciocínio, ao invés do **empirismo**, não se preocupando com a verificação prática de suas hipóteses e conclusões.

O Atomismo grego está ligado aos nomes de Leucipo de Mileto (nascido ao redor de 500 A.C.) e Demócrito de Abdera (470/460 – 370/360 AC). Demócrito foi discípulo e depois sucessor de Leucipo. Embora a Demócrito seja atribuída uma produção grande, nenhuma obra sua, ou de Leucipo, chegaram até os dias de hoje. Assim, tudo que se sabe sobre suas obras vem de citações em obras de outros autores.

Leucipo afirmava que o universo é infinito, formado por uma parte **vazia** e uma parte **cheia**. Na parte **cheia** do universo, que representa a matéria, estariam as **partículas fundamentais**, em movimento contínuo no **vazio**, regido pela *razão* e necessidade. Por falta de documentação escrita, e a ligação estreita entre o mestre e o discípulo, torna-se praticamente impossível determinar qual o papel desempenhado por cada um no estabelecimento do Atomismo. Acredita-se que Demócrito tenha sido responsável pela expansão dos conceitos de Leucipo, e tenha postulado que as **partículas fundamentais** de Leucipo são os **átomos** (do grego, a: partícula de negação, e tomos: divisão, com átomo significando não divisível).

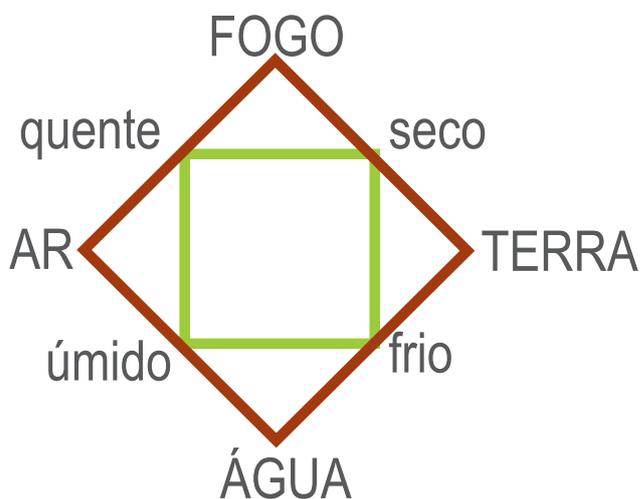
Segundo Demócrito, o cosmo – que inclui o mundo e todas as coisas, inclusive a alma – é formado por um turbilhão de átomos de diferentes formatos em movimento constante, regido pela razão e necessidade, infinitos em número e essência, um para cada tipo de elemento existente. As qualidades que os corpos possuem tais como cor, sabor, odor, forma, são decorrentes de suas propriedades extrínsecas, pois os átomos só têm propriedades geométricas, forma e grandeza. Com os choques entre eles, alguns átomos se unem para formar um corpo diferente, devido às suas características coincidentes. Por vezes, os choques entre os átomos não resultam em transformações, por que suas formas não se encaixam. Dessa maneira, dessas interações entre os átomos ocorreria a formação de todas as coisas que conhecemos, que depois se dissolveriam no mesmo turbilhão de átomos das quais surgiram. Na concepção de Demócrito o cosmo não é determinado por um poder que está acima dele, e que o submetesse a algum plano ou finalidade, tal como deuses. Por esta razão Demócrito é considerado o primeiro filósofo materialista da História.



DEMÓCRITO

Uma análise das idéias de Demócrito indica que o raciocínio que o teria levado a propor a existência do átomo, uma parte da matéria após a qual não poderia mais ocorrer divisão da mesma é o seguinte: o movimento da matéria pressupõe a existência do vazio, no qual a matéria se desloca; se fosse possível dividir a matéria infinitamente em partes cada vez menores no vazio, ela não teria consistência, e nada poderia se formar a partir da diluição cada vez maior da matéria no vazio. Daí, para explicar a existência do cosmo tal como o conhecemos, concluiu que a divisão da matéria não pode ser infinita, e que há um limite indivisível, o átomo.

A outra teoria sobre a constituição do cosmo, a Teoria dos Quatro Elementos, está associada aos nomes de Empédocles e Aristóteles. Empédocles (495/490 – 435/430 A.C.) propôs que a matéria seria constituída por quatro princípios: **água, ar, fogo e terra**. Aristóteles (384-322 AC) se opôs ao Atomismo, e adotou e ampliou a idéia de Empédocles, propondo que existiria uma matéria prima que constituiria a base de formação de todas as substâncias existentes. Esta matéria-prima seria formada pelos quatro elementos propostos por Empédocles. Cada um destes elementos, por sua vez, seria formado por duas de quatro qualidades: **quente, frio, seco e úmido**. As combinações destas quatro qualidades, duas a duas, dariam origem a seis pares distintos, mas dois deles são incompatíveis – *quente/frio, seco/úmido* – pois um corpo não pode ser ao mesmo tempo quente e frio, ou seco e úmido. Estas idéias são representadas pelo esquema abaixo, no qual os elementos e as qualidades são dispostos em pares antagônicos.



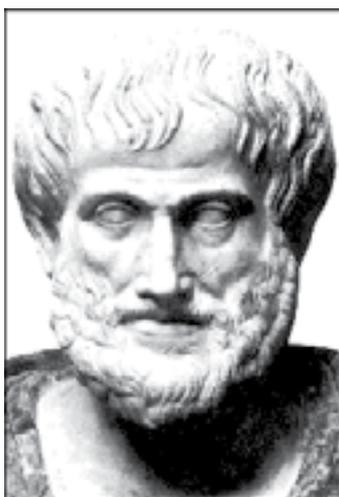
O elemento **fogo**, por exemplo, é caracterizado pelas qualidades *quente* e *seco*, enquanto que o elemento **terra** pelas qualidades *seco* e *frio*. Nesta interpretação, as transformações da matéria são decorrentes das mudanças de suas qualidades e formas, e o elemento **fogo** poderia ser transformado no elemento **terra**, através da mudança da qualidade *quente* para *frio*.

## 2.1.1 - Comentários sobre os dois modelos e suas implicações no desenvolvimento da ciência

Embora o Atomismo de Leucipo/Demócrito tenha um maior apelo junto aos estudiosos por suas semelhanças com o modelo de átomo indivisível proposto por Dalton em 1808, os pressupostos das duas visões de cosmo e matéria dos filósofos gregos antigos não resistem a qualquer verificação prática segundo os métodos da ciência moderna.

Uma pergunta que se poderia fazer a esta altura, é qual seria a razão de se estudar teorias filosóficas antigas, não científicas no sentido moderno do termo. Uma das razões é entender como idéias aparentemente lógicas, mas não científicas, e em especial as de Aristóteles, influíram e dificultaram o desenvolvimento da ciência por mais de 2.000 anos. Uma das razões para que isto tenha ocorrido, foi o fato das idéias de Aristóteles receberem o apoio da Igreja Católica, e o Atomismo ter sido condenado pela mesma instituição. Com o poder que a Igreja Católica exerceu especialmente durante a Idade Média, opor-se às idéias aprovadas por ela, ou a defesa de idéias por ela condenadas, podia representar a condenação pela Inquisição e até a morte.

Uma pergunta que surge naturalmente é sobre as razões das idéias do Atomismo serem condenadas pela Igreja, e as de Aristóteles receberem seu apoio. A causa mais provável está associada à visão de cosmo dos atomistas, totalmente materialista, em que até a percepção e a alma eram explicadas pelos movimentos dos átomos, guiados unicamente pela necessidade e pela razão, e parecia não deixar lugar para os valores espirituais.



ARISTÓTELES

Embora Aristóteles possa ser considerado um bom observador do mundo natural, tendo deixado contribuições significativas em áreas como a física e a biologia, o método envolvendo a proposição de hipóteses sobre as causas de um fenômeno natural observado e o teste de suas validades pela experimentação, típicos do método científico moderno, era desconhecido para Aristóteles e seus contemporâneos, incluindo Demócrito. Por isto não podemos cometer o erro, assim como muitas pessoas dos dias de hoje, de ridicularizar as idéias de Aristóteles, por querer analisá-las utilizando os padrões atuais! Devemos sempre lembrar que o conhecimento é produzido por seres humanos, que sofrem as influências e as limitações da realidade cultural, política e social da época em que vivem!

## 2.2 - Algumas considerações sobre a alquimia

Um período muito citado quando se tenta retratar a evolução histórica da Química diz respeito à Alquimia. Algumas pessoas colocam a Alquimia como início da Química; outros dizem que tratam de coisas diferentes. Se a Alquimia pode ser considerada como parte da Química ou se ela é uma fase anterior a essa, é uma discussão ainda em voga. De qualquer modo, quando buscamos informações sobre o desenvolvimento da Química encontramos referências à Alquimia. E assim, quando vamos analisar as informações que caracterizam a Alquimia encontramos muitos aspectos que podemos considerar sim, como potenciais contribuintes para o desenvolvimento da Química.

É freqüente associar a Alquimia à busca pela “pedra filosofal”, para a transmutação de metais em ouro e do elixir da longa vida. Assim, os alquimistas, nome dado a quem praticava a Alquimia, possuíam como meta transformar metais menos nobres em ouro, desenvolver uma substância que fosse capaz de curar todos os males e prolongar o tempo de vida do homem, ambos poderiam ser alcançados se os alquimistas obtivessem a “pedra filosofal”. Não é possível levar ao pé da letra tais fundamentos, pois se pode considerar também que a busca dos alquimistas não fosse por algo material, mas sim por algo ligado à alma, algo espiritual e místico.

Outro aspecto muito ligado à Alquimia, diz respeito à criação de vida artificial, o que é conhecido como *homunculus*.

Na Alquimia, os aspectos filosóficos eram muito presentes, sendo a composição e a transformação da matéria, discutidos a partir de concepções filosóficas. As discussões transcendiam a matéria, era algo de alma; o misticismo era muito presente.

Encontram-se informações de que a Alquimia foi praticada em diversos locais do mundo, ao longo do período em que se tem registro sobre as práticas que as caracterizava. A Alquimia foi praticada no Egito, Índia, China, Roma, Grécia, Europa.

Muitas das técnicas desenvolvidas e utilizadas pelos alquimistas e o acúmulo de informações do período da Alquimia contribuíram para a constituição da Química como Ciência.

Muitas das vidrarias que hoje utilizamos e também algumas técnicas experimentais são originárias na Alquimia. O trabalho de alguns alquimistas era desenvolvido em laboratórios e a partir de suas experiências puderam dar contribuições para que alguns assuntos fossem melhores compreendidos.

São da época da Alquimia o uso de algumas técnicas como destilação (figura 1), o desenvolvimento de vários aparelhos como fornos e fornalhas especiais, o projeto de diversas vidrarias para processar reações químicas.



*Figura 1: Alquimista em seu laboratório, com seu aparelho de destilação.*

*Gravura de David Teniers (1610-1690).*

A descoberta de diversas substâncias também ocorreu na Alquimia, como por exemplo, a descoberta do ácido acético e do ácido clorídrico.

Muitas técnicas usadas atualmente, já eram presentes na vida dos alquimistas, como por exemplo, a destilação. A forma de se pensar o processo de destilação (figura 1), a essência do pensamento em relação a essa técnica era diferente, do modo como pensamos hoje. Mas os materiais utilizados no processo e a técnica em si, são muito semelhantes.

Para os alquimistas, a destilação estava associada a idéias filosóficas e religiosas e à magia.

## Um exemplo das contribuições da Alquimia para a Química

Como exemplo das contribuições de algumas das técnicas e operações desenvolvidas na época da Alquimia e que deram grandes contribuições para a Química, podemos citar, dentre tantas outras possibilidades, as contribuições dos trabalhos do alquimista europeu, Andreas Libavius (figura 2).



Figura 2: Andreas Libavius (1550-1616).



Figura 3: Capa do livro *Alchemia*, de Andreas Libavius.

Libavius nasceu na Alemanha, foi médico, químico (alquimista) e professor. É de sua autoria o livro *Alchemia* (figura 3), de 1597, que sistematiza muitas informações sobre Química principalmente operações químicas, como por exemplo, o preparo de ácidos.

Esse livro se tornou um marco importante para o desenvolvimento da Química e apresenta características diferentes dos livros produzidos sobre Alquimia, pois traz uma linguagem clara e objetiva.

Nesse livro, a Química era dividida em duas partes, uma que compreendia os aparelhos e procedimentos de laboratório e outra que abordava a análise de metais, minerais e águas minerais.

Libavius possuía um laboratório em sua casa e assim foi possível executar vários procedimentos, adquirindo grande experiência prática. Em seu livro, *Alchemia*, forneceu detalhes do procedimento de preparação de diversas substâncias médicas, o que também serviu de base para a Iatroquímica.

Na Figura 4, que mostra alguns, dos vários aparelhos e utensílios de Andreas Libavius, temos que os utensílios 1 e 2 são fornos, sendo o segundo para fusão; 7 e 8 são vasos, um para análise e o outro para agitação; o utensílio 9 era utilizado para decantação; o 10 para filtração; 11 um arranjo para putrefação; 15 arranjo para calcinação.

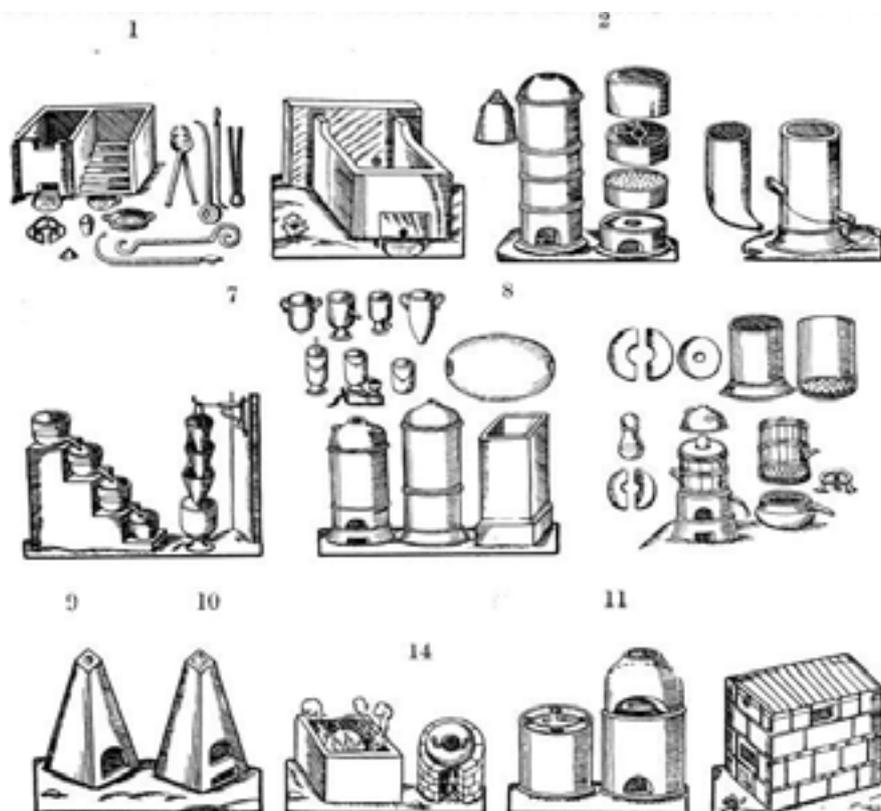


Figura 4: Aparelhos e utensílios de Andreas Libavius.

A constituição da matéria também era o tema das discussões e da vida dos alquimistas. As primeiras idéias sobre a constituição da matéria, apresentadas por Aristóteles, foram complementadas pelos alquimistas.

15

Aos quatro elementos essenciais da matéria de Aristóteles (fogo, água, terra e ar) foram incorporados, pelos alquimistas, o enxofre e o mercúrio. A teoria “**enxofremercúrio**” postulava

que todo tipo de matéria era composta por proporções diferentes de enxofre e mercúrio. O enxofre estaria associado à “combustibilidade” e o mercúrio à “metalicidade”.

Para os alquimistas, a matéria poderia ser obtida a partir da combinação desses elementos. Com base nesse pensamento, os alquimistas tentaram sintetizar vários metais, a partir do enxofre e do mercúrio.

No século XVI, outro princípio foi incorporado ao enxofre e mercúrio, o sal e esse último, acrescentado por Paracelso (Theophrastus von Hohenheim, 1493-1541). Assim, continuaria o enxofre responsável pela combustibilidade; o mercúrio pelo brilho metálico e fluidez; e o sal seria responsável pela estabilidade. Essa teoria dos três princípios perdurou até o surgimento da Química Moderna, quando se passou a discutir a constituição da matéria com base nos diversos e numerosos elementos químicos.



*Figura 5: Van Helmont, pintado por Robert Hooke*

O médico belga, Van Helmont (Joan Baptista Van Helmont, 1579-1644), duvidou que dos três princípios, enxofre, mercúrio e sal, fosse possível obter as demais substâncias. Para Van Helmont (figura 5), apenas um elemento era primordial, a água. As doenças estavam associadas à falta ou excesso dos elementos que constituíam a matéria. Segundo Porto (1997):

A teoria médica mais difundida na época via o corpo humano saudável como o resultado do perfeito equilíbrio entre os quatro humores que o constituiriam. Estes humores estariam relacionados com a clássica doutrina dos quatro elementos e quatro qualidades primárias. Assim, os quatro humores, e as quatro qualidades respectivamente predominantes em cada um deles, seriam: sangue (quente), fleuma (úmido), bÍlis amarela (seco) e bÍlis negra (frio). A doença consistiria num desequilíbrio na proporção ideal entre

esses humores ou qualidades. Para haver cura, seria necessário ministrar a qualidade momentaneamente em falta (geralmente, pela ingestão de misturas de extratos vegetais) ou, então, retirar a qualidade que porventura estivesse em excesso. Por exemplo: um paciente febril, com a testa quente e o pulso acelerado, deveria estar com excesso de humor sangüíneo; um tratamento indicado seria eliminá-lo através de uma sangria. Ou seja, este sistema médico preconizava a “cura pelos contrários”. (PORTO, 1997, p. 569)

A busca pela cura das doenças também era uma prática alquímica. Mas, a forma com que se pensava tal cura e a praticava não estava mais atendendo às demandas, pois muitas doenças começaram a se espalhar rapidamente, a partir de epidemias.

Nesse contexto, surgem as idéias de Paracelso, que rejeitava a idéia da “cura pelos contrários”. Assim, segundo Paracelso:

Seguindo um preceito difundido nas camadas populares do território germânico, Paracelso defendia a “cura pelos semelhantes”. Assim, um envenenamento poderia ser curado por doses adequadas do próprio veneno que o causou - desde que convenientemente “purificado” pela ação (alquímica) do fogo. (PORTO, 1997, p. 569)

As diferentes formas de pensar os constituintes da matéria e a causa das doenças mostram como os aspectos filosóficos estavam presentes. Mas independentemente disso, a busca pela cura das doenças culminou no desenvolvimento de alguns remédios, essa fase, ficou conhecida como Iatroquímica.

### 2.2.1 - A Iatroquímica

A Iatroquímica ficou conhecida como o ramo da Química a serviço da Medicina, o que para nós hoje seria chamado de Química Medicinal.

O preparo de medicamentos e a explicação das doenças são os focos nesse contexto. Uma das maiores contribuições da Iatroquímica para o desenvolvimento da Química foi a aplicação prática dos produtos.

A utilização de conhecimentos químicos para a produção de medicamentos e para a cura de doenças foi o que mais marcou esse período, levando ao desenvolvimento da própria Química e também da Medicina. A ela é relacionado o nome de Philipus Aureolus Theophrastus von Hohenheim, autodenominado Paracelso (figura 6), como seu grande divulgador.



*Figura 6: Paracelso*

Paracelso nasceu na Suíça em 1493 e faleceu em 1541. Ele era um alquimista e também um iatroquímico, contribuiu muito para o aprimoramento das práticas da Medicina, principalmente com seu aspecto farmacológico.

Muitos dos compostos inorgânicos que Paracelso utilizava e pesquisava sobre seus usos, permaneceram nas farmácias modernas, como por exemplo, os sais de zinco e cobre.

À Paracelso é atribuída a primeira menção ao metal cobalto e a descrição das propriedades do bismuto.

Considerando que tudo era constituído pelos três elementos ou princípios: enxofre, mercúrio e sal; acreditava-se que as doenças eram ocasionadas pela falta de um desses elementos.

### 3. Da alquimia à ciência moderna

∴ vídeo não disponibilizado ∴

nead Núcleo de  
Educação a  
Distância

No Século XVI, plena época do Renascimento (aproximadamente entre fins do século XIII e metade do século XVII), os conhecimentos da Química ainda eram fortemente influenciados pela Alquimia. Nesta época a Física não teve grande desenvolvimento, exceto por estudos de mecânica, magnetismo e ótica. A Matemática foi a área da ciência que teve maior desenvolvimento, provavelmente estimulada pela solução de problemas práticos enfrentados nas construções de catedrais e na navegação.

No estudo do desenvolvimento da Química, até sua afirmação como ciência moderna no Século XVIII, torna-se praticamente obrigatório um desvio no caminho para a análise do desenvolvimento da Física, considerada como sendo a primeira ciência moderna a se firmar como tal, isto já no Século XVII.

Neste caminho, além de cientistas da época diretamente envolvidos com o conhecimento físico propriamente dito, alguns dos quais serão abordados a seguir, contribuições não menos importantes foram as dos filósofos Francis Bacon (1561-1626; Figura 7) e René Descartes (1596-1650; Figura 8).

19



Figura 7. Francis Bacon 1561-1626.



Figura 8. Renés Descartes 1596-1650.

Bacon, em sua obra *Novum Organum Scientiarum*, publicada em 1620, começou a aplicar os preceitos do **método indutivo** ao invés dos da **Filosofia Natural**, na abordagem dos problemas científicos. Propôs que, para se conhecer a natureza, é preciso *observar* os fatos (coletar dados), *classificá-los* e *determinar suas causas*.

Descartes, em idéias expressas em obras como o Discurso do Método (1637) e Princípios da Filosofia (1644), publicadas em 1637 e 1644, respectivamente, não procurava a solução dos problemas dos cientistas de então, mas na elaboração de um *sistema completo*, com o qual pretendia substituir a **escolástica**, banindo todas as interpretações baseadas em qualidades e formas substanciais em favor de um mecanismo universal que explicasse os fenômenos deste mundo visível com a ajuda de apenas três conceitos: *extensão*, *figura* e *movimento*.

Como consequência destas mudanças de pensamento resultou uma mudança nos métodos de estudos dos fenômenos naturais, que ao invés de serem simplesmente observados, passaram a serem estudados na busca de relações entre causa e efeito.

A afirmação da Física como ciência moderna está ligada diretamente com a evolução do modelo de cosmo. O modelo dominante até o Século XVI era o Geocêntrico, baseado nas idéias do astrônomo grego Cláudio Ptolemeu (figura 9) ou Ptolomeu (90 a 160) e no *modelo cósmico de Aristóteles* sendo apoiado pela Igreja Católica. Neste modelo o universo era finito, com a Terra imóvel em seu centro, e o Sol e os planetas conhecidos girando em seu redor em esferas perfeitas e imutáveis. Em consequência da aplicação deste modelo, surgiram muitas observações astronômicas que não podiam ser explicadas. Uma delas era o movimento retrógrado dos planetas no céu.



Figura 9. Ptolomeu 1561-1626

Para conciliar esta observação com o modelo de órbitas circulares, Ptolomeu propôs que cada planeta se move ao longo de um pequeno círculo denominado *epiciclo*, cujo centro se move em torno de um ciclo maior ao redor da Terra, denominado *deferente* (Ver simulação do movimento em <http://astro.if.ufrgs.br/p1/p1.htm>). Com este modelo Ptolomeu foi capaz de explicar o movimento retrógrado dos planetas. Por essa razão o seu modelo continuou a ser usado sem mudanças significativas ao longo de 1300 anos.

O acúmulo de ajustes que se foram fazendo necessários para explicar novas observações utilizando o modelo geocêntrico, tornou o quadro tão complexo, que levou finalmente ao seu abandono, e substituição pelo modelo heliocêntrico, num caminho longo e sofrido descrito a seguir.

### 3.1 - A evolução do conceito de universo do modelo geocêntrico para o heliocêntrico.

Neste caminho, estão envolvidos os trabalhos de cientistas da época como Nicolau Copérnico, Giordano Bruno, Tycho Brahe, Johannes Kepler e Galileu Galileu, além de um grande número de outros menos conhecidos ou mesmo anônimos. A seguir vamos fazer um breve relato sobre a contribuição de cada um desses cientistas.

**a) Nicolau Copérnico (1473-1543) – Polonês**

*Figura 10. Nicolau Copérnico 1473 - 1543*

Copérnico (figura 10), baseado em observações cuidadosas sobre o movimento dos planetas, realizadas com os poucos recursos materiais de que dispunha (relógio de sol, triqueto e um astrolábio, mas não um telescópio, descoberto quase um século depois), propôs que o Sol era o centro do universo finito (Modelo heliocêntrico), com a Terra e os planetas girando ao seu redor, preservando a idéia aristotélica de esferas fixas.

**b) Giordano Bruno (1548-1600)**

*Figura 11. Giordano Bruno 1548 - 1600*

Giordano Bruno (figura 11), italiano, inicialmente pertencia à Ordem dos Dominicanos, mas aos 28 anos a abandonou. Embora não fosse astrônomo, matemático ou físico defendia a idéia de um universo infinito, razão pela qual foi perseguido pela Igreja. Foi preso e submetido a julgamento, e como não abandonou suas idéias, foi queimado vivo. Sua idéia de universo infinito é muito próxima da idéia reinante atualmente.

**c) Tycho Brahe (1548-1600)**

*Figura 12. Ticho Brahe 1548 - 1600*

Astrônomo dinamarquês (figura 12), efetuou observações astronômicas precisas com os instrumentos que ele mesmo construiu, fazendo observações importantes e correções das tabelas astronômicas existentes na época. A observação de um cometa em 1577 forneceu-lhe argumentos para questionar as concepções aristotélicas sobre o universo, especialmente o das esferas celestes. Argumentou que, uma vez que o cometa se deslocava através das supostas esferas celestes, então estas não poderiam ter existência real.

**d) Johannes Kepler (1571-1630)**

*Figura 13. Johannes Kepler 1571 - 1630*

Astrônomo dinamarquês (figura 13), foi discípulo de Brahe, tendo sido indicado para ocupar seu posto, após seu falecimento. Com base nos dados reunidos por Brahe, e em seus próprios estudos, aproximou-se da idéia de modelo heliocêntrico de Copérnico. Suas observações de longos anos sobre a órbita de Marte levaram-no a propor que sua órbita era elíptica, e não circular, como proposto pelos gregos e pelo próprio Copérnico. Suas observações levaram ao que hoje se conhece como Leis de Kepler sobre o movimento dos planetas.

### e) Galileu Galilei (1564-1642)



Figura 14. Galileu Galilei 1564 - 1642

Físico italiano (figura 14), é considerado como um dos **fundadores da ciência moderna**. Com base nas idéias de Bruno, e nas contribuições de Copérnico, Brahe e Kepler, somado às observações astronômicas efetuadas utilizando o telescópio, instrumento que aperfeiçoou, Galileu provou que a Terra se move e firmou definitivamente o modelo heliocêntrico. Estudou também a queda dos corpos, através da realização de experimentos que possibilitaram refutar as idéias aristotélicas de diferentes velocidades de quedas para corpos leves e pesados. Este trabalho, com a adoção da observação controlada e a aplicação da matemática para a descrição dos fenômenos naturais, representou o início da Física como uma ciência moderna, e um ponto sem retorno, a partir do qual se tornava impossível o retorno às idéias dos filósofos gregos sobre os fenômenos físicos e cosmológicos.

Por suas idéias sobre o heliocentrismo, em 1633, Galileu foi preso e submetido a julgamento pela Inquisição. Para evitar ser condenado, foi obrigado a negar suas idéias, e condenado ao silêncio pelo resto de sua vida.

Em 1992 o Papa João Paulo II reabilitou oficialmente Galileu da condenação de 359 anos atrás, qualificando-o como “crente sincero” e “físico genial”, reconhecendo a separação entre textos religiosos e científicos.

## 4. A química como ciência moderna

∴ vídeo não disponibilizado ∴



Como dito anteriormente, durante o Século XVII o conhecimento químico era ainda fortemente influenciado pelas idéias da Alquimia. Isto fez com que a afirmação da Química como ciência moderna só ocorresse no Século XVIII, ligada principalmente aos trabalhos de Lavoisier. Neste caminho, como na Física, os trabalhos de muitos cientistas conhecidos da época estão envolvidos, assim como a contribuição de muitos outros, menos famosos e mesmo anônimos. Dentre eles pode-se destacar Boyle, Stahl, Hale, Scheelle, Priestley, Cavendish. Muitos dos cientistas envolvidos no caminho de afirmação da Química como ciência, ao mesmo tempo em que empregavam os procedimentos típicos de uma ciência moderna – experimentação controlada, uso do raciocínio indutivo – continuavam a usar também procedimentos e raciocínios típicos da Alquimia. Um exemplo típico é o de Robert Boyle. Considerado por alguns como o “pai da Química Moderna”, por seus trabalhos e publicação, é considerado por outros como o “ultimo alquimista”. Para a construção da história do conhecimento devemos lembrar a importante atuação, durante os Séculos XVII e XVIII, de cientistas no desenvolvimento da Ciência Química. Dentre eles, destacamos as contribuições de alguns, com caráter de exemplificação.

25

### a) Robert Boyle – (1627- 1691)



Figura 15. Robert Boyle 1627- 1691

Químico inglês (figura 15) que, influenciado pelo pensamento de Francis Bacon, valorizou o papel da experimentação no estudo dos fenômenos químicos. Em 1661 publicou o livro “*The Sceptical Chemist*” (O Químico Cético), no qual ataca a Teoria dos Quatro Elementos de Aristóteles e dos Três Princípios de Paracelso. Atacou também as concepções errôneas existentes na época sobre *elementos*. Embora ele também não fosse capaz de propor um conceito adequado de elemento, já fazia distinção clara entre *mistura e composto*. Sugeriu também que a matéria é constituída por *corpúsculos* de diferentes tipos e tamanhos, num conceito próximo que temos hoje sobre *átomos*.

Talvez o trabalho mais conhecido associado ao nome de Boyle, seja a relação verificada por ele entre a pressão e o volume de uma massa de gás, à temperatura constante, conhecida como Lei de Boyle–Mariotte.

Pelo uso da experimentação e o emprego da dúvida sistemática na análise dos dados, Boyle é considerado por alguns pesquisadores da área como o “Pai da Química Moderna”.

## b) George Ernst Stahl (1659 – 1734)



Figura 16. George Ernst Stahl 1659 - 17364

Médico e químico inglês (figura 16), que entre 1703 e 1731 desenvolveu a **Teoria do Flogisto** (do grego *plogyston*, significando “passado pela chama” ou “queimado”) para explicar a Combustão. Baseado nas idéias de Johann Becker (1635-1682), a teoria dizia que quando uma substância é queimada, ela perde flogisto, um material invisível. Esta idéia vinha dos alquimistas, para os quais ao se observar a chama numa combustão, parecia haver uma perda. Com base na observação da madeira ao sofrer combustão, verificou que as cinzas restantes ao final do processo, denominada “cal”, tinha massa menor que a inicial. Esta observação foi explicada por Stahl como sendo devido à perda de flogístico. Como o carvão queima ao ar praticamente sem deixar resíduo, o carvão era considerado como sendo flogisto praticamente puro.

Ao estudar o aquecimento dos metais ao ar (calcinação), obtinha-se a “cal”, que seria o metal sem flogisto. Segundo Stahl seria possível regenerar o metal, se à “cal” fosse adicionado flogisto. Realmente, ao se aquecer a “cal” do metal com carvão – considerado como flogístico puro por Stahl – é possível obter-se novamente o metal, uma operação comum em metalurgia.

No entanto, apesar do aparente sucesso da teoria do flogisto em explicar a obtenção do metal a partir de sua “cal”, e de sua aparente racionalidade, a mesma se mostrou incapaz de explicar a variação de massa que ocorre quando um metal exposto ao ar é aquecido. Ao final do processo a “cal” obtida tem massa maior que a do metal de partida. Para conciliar o aumento de massa observado no aquecimento do metal, propôs-se então que o flogisto tinha massa negativa.

Apesar das contradições que hoje são óbvias, sendo um exemplo típico de conclusões aparentemente racionais, mas que nunca passaram pelo crivo de experimentos planejados e executados com controle rigoroso, a teoria do flogisto dominou a química por mais de 80 anos, só sendo desbancada definitivamente pelos trabalhos de Lavoisier.

**c) Stephen Hales (1677 – 1761)**



*Figura 17. Stephen Hales 1677 - 1761*

Fisiologista, químico e inventor inglês (figura 17), estudou também a subida de seiva em caules de plantas, e foi o primeiro a medir a pressão sanguínea. O papel importante que desempenhou no desenvolvimento da Química foi a invenção de dispositivos e o domínio das técnicas envolvidos na coleta de gases, essenciais para os trabalhos de Scheele, Priestley, Cavendish e Lavoisier.

**d) Henry Cavendish (1731 – 1810)**



*Figura 18. Henry Cavendish 1731 - 1810*

Físico e químico inglês (figura 18), é provavelmente mais conhecido pela descoberta do “ar inflamável” em 1776, que posteriormente foi denominado gás hidrogênio.

Ele foi a primeira pessoa a perceber que a combustão do hidrogênio, que reconheceu como uma substância distinta, fornece água. Ele explicou a observação dizendo que a água é composta de hidrogênio sem flogisto.

**e) Joseph Priestley (1733 – 1804)**

Figura 19. Joseph Priestley 1733 - 1804

Teólogo e filósofo natural (figura 19), em 1774 descobriu o oxigênio aquecendo óxido de mercúrio, e recolhendo o gás num sistema pneumático de Hale. Isto ocorreu 2 anos após Scheele obter o oxigênio, mas como Priestley publicou primeiro seus resultados, geralmente o crédito da descoberta é atribuído a ele.

Um devoto da teoria do flogístico, denominou o novo gás de “ar desflogisticado”. O nome oxigênio, significando “formador de ácidos” foi dado mais tarde por Lavoisier.

Entre seus outros feitos, Priestley sintetizou o ácido clorídrico, óxido nitroso, óxido nítrico e dióxido de enxofre.

**f) Karl Wilhem Scheele (1742 – 1786)**

Figura 20. Karl Wilhem Scheele 1742 - 1786

Químico e farmacêutico sueco (figura 20), em 1772, dois anos antes de Priestley publicar seus trabalhos, Scheele descobriu o oxigênio. Ele o denominou “ar inflamável”, mas só publicou seus resultados em 1777, no livro “*Chemical Treatise on Air and Fire*”; logo, o crédito da descoberta foi dado para Priestley.

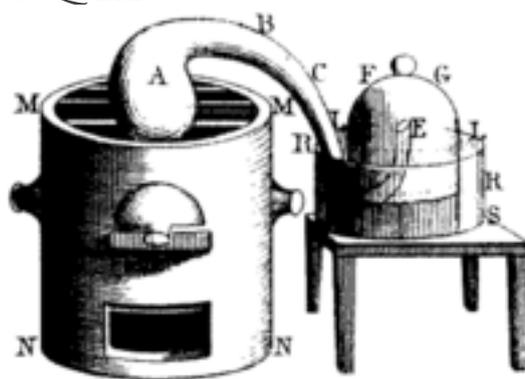
Scheele descobriu também o cloro, o manganês e o bário em 1774, mas não recebeu o crédito de nenhum deles.

**g) Antoine Laurent Lavoisier (1743 – 1794)**



*Figura 21. Antoine Laurent Lavoisier 1743 - 1794*

Químico francês (figura 21), firmemente estabeleceu a Teoria da Combustão como a reação dos corpos com o “ar deflogisticado” de Priestley, que foi renomeado por ele como oxigênio (gerador de ácidos). Os experimentos de combustão e calcinação dos corpos em condições experimentais controladas, em aparelhos representados na figura 22, associado ao uso intensivo da balança analítica, levaram Lavoisier a estabelecer a Lei da Conservação da Matéria, a primeira das leis ponderais da Química.



*Figura 22. Equipamentos de Lavoisier*

Estes resultados, publicados em 1789 no livro “*Traite Elementaire de Chimie*” levou à queda definitiva da Teoria do Flogisto. Neste mesmo texto estabeleceu também uma nova nomenclatura química, essencialmente em uso até hoje.

Pela sua imensa contribuição à Química como ciência experimental e moderna, Lavoisier é considerado por muitos historiadores como o “Pai da Química Moderna”.

Quanto à atribuição do título de “Pai da Química”, cabem algumas considerações. Por alguns, devido à proposição da aplicação do que hoje se conhece como método científico aos problemas químicos, este título é dado à Robert Boyle. Para a maior parte dos historiadores o título é dado à Lavoisier, principalmente pela descoberta da Lei da Conservação da Massa, o uso da balança nas determinações químicas e pelo sistema de nomenclatura. Já os russos reivindicam este título para Mikhail Vasilyevich Lomonosov (1711-1765, figura 23), primeiro químico russo, que em 1760, 13 anos antes de Lavoisier, realizou experimentos de calcinação que levaram às mesmas conclusões que Lavoisier. No entanto, por Lomonosov ter divulgado seus resultados apenas na Rússia, e não no restante da Europa, não levou o crédito da descoberta.



Figura 23. Mikhail Vasilyevich Lomonosov (1711-1765)

## Referências Consultadas

- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Da Alquimia à Química: um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo. São Paulo: Landy Editora, 2001.
- CHAGAS, A. A história e a química do fogo. Campinas, SP: Editora Átomo, 2006. (Coleção ciência & entretenimento)
- CHASSOT, A. I. A ciência através dos tempos. 2 ed. reform. São Paulo: Editora Moderna, 2004. (Coleção polêmica)
- FARIAS, R. F. de. A grande obra: um romance da história da química. São Paulo, SP: EI – Edições Inteligentes, 2005.
- FARIAS, R. F. de. Para gostar de ler a história da química. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005, 2ª ed.
- FARIAS, R. F. de. Para gostar de ler a história da química II. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005.
- FARIAS, R. F. de. Para gostar de ler a história da química III. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005.
- FARIAS, R. F. de. Paracelsus e a alquimia medicinal. São Paulo, SP: Gaia, 2006.
- FARIAS, R. F. de. História da Alquimia. Campinas, SP: Editora Átomo, 2007.
- RONAN, C. A. História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge, volume 1: das origens à Grécia. tradução: Jorge Enéas Fortes; revisão técnica: Yedda Botelho Salles. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001.
- RONAN, C. A. História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge, volume 2: Oriente, Roma e Idade Média. tradução: Jorge Enéas Fortes; revisão técnica: Yedda Botelho Salles. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001.
- RONAN, C. A. História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge, volume 3:

da Renascença à revolução científica. tradução: Jorge Enéas Fortes; revisão técnica: Yedda Botelho Salles. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001.

- RONAN, C. A. História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge, volume 4: a ciência nos séculos XIX e XX. tradução: Jorge Enéas Fortes; revisão técnica: Marcelo Gleiser. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001.
- STRATHERN, P. O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química. Tradução: Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.
- VANIN, J. A. Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro. São Paulo: Editora

Moderna, 1994. (Coleção polêmica)

## Glossário

**Cosmo (do grego *kosmos*)** 1. Palavra grega que significa “ordem”, “universo”,

“beleza” e “harmonia” e que designa, em sua origem, o céu estrelado enquanto podemos nele detectar ordem: as constelações astrais e a esfera das estrelas fixas. Por extensão, designa, na linguagem filosófica, o mundo enquanto é ordenado e se opõe ao caos. 2. **Na física aristotélica** domina o modelo de um cosmo finito, bem ordenado. Tanto a concepção aristotélica quanto a escolástica do mundo valorizam o mundo “supralunar” cujos objetos incorruptíveis (planetas, Sol e estrelas fixas) são organizados numa ordem eterna e perfeita, por oposição ao nosso mundo “sublunar” desordenado, submetido à corrupção e ao “fluxo do devir”. Os movimentos dos objetos do mundo supralunar são uniformes, circulares (o círculo é a figura perfeita) e eternos. Mas os objetos do mundo sublunar traduzem uma “intenção de ordem”, pois uma pedra lançada no ar, por um movimento “violento”, busca seu lugar “natural”, que é a terra. 3. Com a revolução científica e mecanicista do século XVII, já anunciada por Copérnico, altera-se totalmente a imagem aristotélica-ptolomáica de um mundo fechado, eterno e finito, que é substituída pela concepção de uma causalidade cega num espaço geometrizado. Doravante, não é mais a Terra, mas o Sol, que se encontra no centro do mundo.

**Empirismo (do francês *empirisme*)** I. Doutrina ou teoria do conhecimento segundo a qual todo conhecimento humano deriva, direta ou indiretamente, da experiência sensível externa ou interna. Frequentemente fala-se do “empírico” como daquilo que se refere à experiência, às sensações e às percepções, relativamente aos encadeamentos da razão. O empirismo, sobretudo de Locke e de Hume, demonstra que não há outra fonte do conhecimento senão a experiência e a sensação. As idéias só nascem de um enfraquecimento da sensação, e não podem ser inatas. Daí o empirismo rejeitar todas as especulações como vãs e impossíveis de circunscrever. Seu grande argumento: “Nada se encontra no espírito que não tenha, antes, estado nos sentidos.” “A não ser o próprio espírito”, responde Leibniz. Kant tenta resolver o debate: todos os nossos conhecimentos, diz ele, provêm da experiência, mas segundo quadros e formas a priori que são

próprios de nosso espírito. Com isso, tenta evitar o perigo do dogmatismo e do empirismo.

**Escolástica** (do latim *scholasticus*, do gr. *scholastikos*, de *scholazein*: manter uma escola). Termo que significa originariamente “doutrina da escola” e que designa os ensinamentos de filosofia e teologia ministrados nas escolas eclesiásticas e universidades na Europa durante o período medieval, sobretudo entre os séculos IX e XVII. A escolástica caracteriza-se principalmente pela tentativa de conciliar os dogmas da fé cristã e as verdades reveladas nas Sagradas Escrituras com as doutrinas filosóficas clássicas, destacando-se o platonismo e o aristotelismo. O período áureo da escolástica corresponde ao da influência de Aristóteles, cujas obras foram traduzidas para o latim em torno dos séculos XII-XIII, bem como às interpretações da filosofia aristotélica trazidas para o Ocidente pelos filósofos árabes e judeus. O aristotelismo forneceu assim a base de grandes sistemas da filosofia cristã como o de Tomás de Aquino. O período final da escolástica se deu nos séculos XIV a XVII, sendo marcado pelo conflito entre diferentes correntes de pensamento e interpretação doutrinárias, e pelas novas descobertas científicas. A Reforma Protestante e o humanismo renascentista fizeram com que a escolástica, que representava a tradição atacada entrasse em crise. A escolástica sobreviveu, entretanto, mesmo durante o período moderno, representando um pensamento cristão tradicional.

**Filosofia Natural, ou Filosofia da Natureza** : é um termo aplicado ao estudo da natureza e do universo físico que era dominante antes do desenvolvimento da ciência moderna. É considerada ser a precursora das Ciências Naturais como a Física.

**Indução** (do latim *inducto*) 1. Em lógica, forma de raciocínio que vai do particular ao geral. ou seja, que procede à generalização a partir da repetição e da observação de uma regularidade em um certo número de casos. Ex.:

Se A1 tem a propriedade P;

Se A2 tem a propriedade P;

Se An tem a propriedade P;

Então, todo A tem a propriedade P.

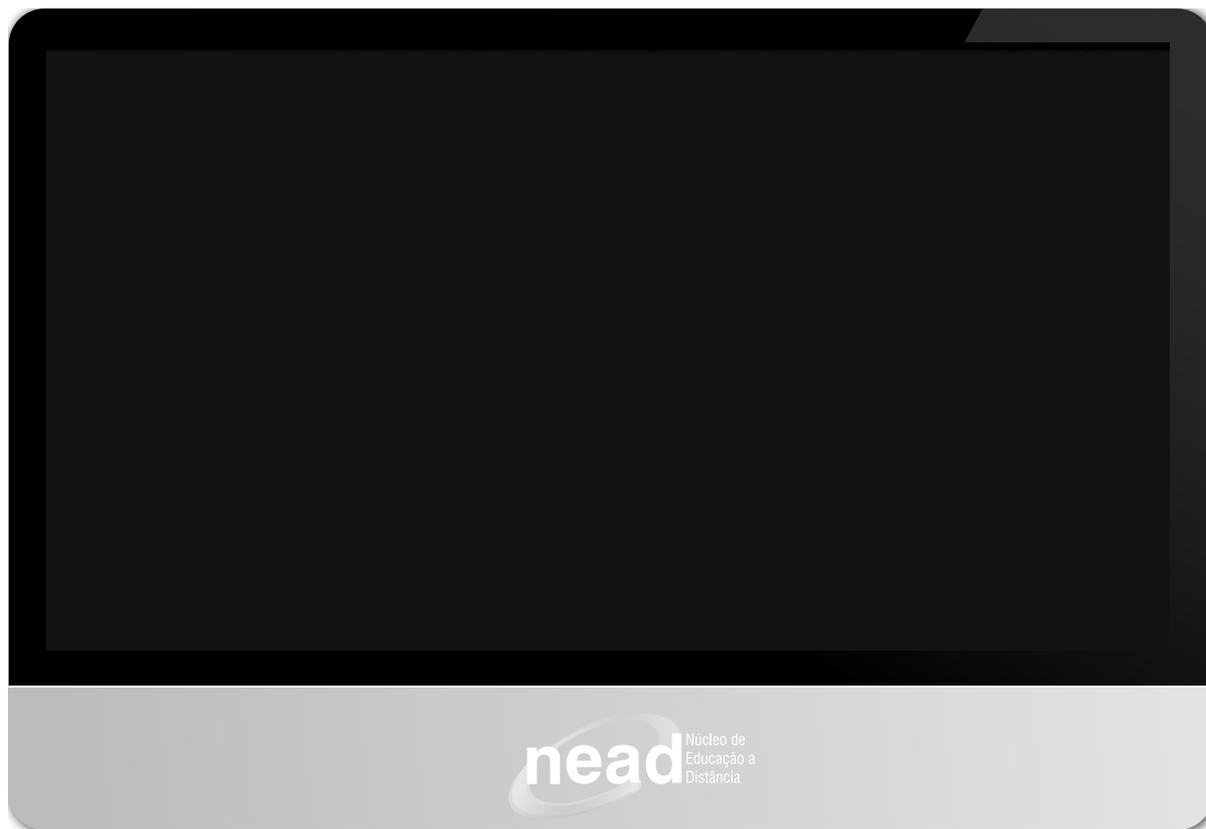
Uma vez que é empiricamente impossível examinar todos os casos de A, a indução é sem-

pre probabilística, seu grau de certeza sendo proporcional ao número de casos examinados. 2. Em filosofia da ciência, discute-se bastante o papel da indução como elemento constitutivo do método científico, permitindo a generalização dos resultados e conclusões dos experimentos científicos. O método indutivo é valorizado sobretudo pelas concepções empiristas. Vários são os problemas relacionados à indução, desde a discussão dos critérios de justificação dos procedimentos indutivos, e sua relação com a probabilidade e a estatística, até o questionamento da racionalidade da indução.

**Método Indutivo:** aquele que usa a indução, segundo o qual uma lei geral é estabelecida a partir da observação e repetição de regularidades em casos particulares. Embora o método indutivo não permita o estabelecimento da verdade da conclusão em caráter definitivo, fornece, no entanto, razões para a sua aceitação, que se tornam mais seguras quanto maior o número de observações realizadas. A indução é assim essencialmente probabilística. Este método se torna importante na ciência experimental, sobretudo a partir de sua defesa por Francis Bacon, sendo posteriormente sistematizado por J. Stuart Mill.

Ficha da Disciplina:

# Evolução histórica da Química



Autoria:



Camila Silveira da Silva



Luiz Antonio Andrade de Oliveira



Olga Maria Mascarenhas de Faria Oliveira

37

Semana 1 (05 a 11 de outubro)	
Temas e Tópicos	Atividades
<p>“Tema 1: A Química no mundo atual e sua influência na qualidade de vida do homem”.</p> <p>“Tema 2: O conhecimento químico na era pré-científica”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★ Atividade 1</li> <li>★ Atividade 2</li> <li>★ Atividade 3 - avaliativa - fórum</li> <li>★ Atividade 4 - avaliativa - portfólio</li> </ul>
Semana 2 (12 a 18 de outubro)	
Temas e Tópicos	Atividades
<p>Tema 2: tópico 2.1: A concepção sobre o cosmo e a composição da matéria na antiguidade.</p> <p>Tema 2: Tópico 2.1.1: Comentários sobre os dois modelos e suas implicações no desenvolvimento da Ciência</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★ Atividade 5</li> <li>★ Atividade 6</li> <li>★ Atividade 7 - avaliativa - portfólio</li> <li>★ Atividade 8 - avaliativa - fórum</li> <li>★ Atividade 9</li> </ul>
Semana 3 (19 a 25 de outubro)	
Temas e Tópicos	Atividades
<p>Tema 2: Tópico 2.2: Algumas considerações sobre a alquimia.</p> <p>Tema 2: Tópico 2.2.1: A Iatroquímica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★ Atividade 10 - avaliativa - portfólio</li> <li>★ Atividade 11</li> <li>★ Atividade 12</li> <li>★ Atividade 13</li> </ul>
Semana 4 (26 a 01 de novembro)	
Temas e Tópicos	Atividades
<p>Tema 3: Da alquimia à ciência Moderna.</p> <p>Tópico 3.1: A evolução do conceito de universo do modelo geocêntrico para o heliocêntrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★ Atividade 14 - avaliativa - fórum</li> <li>★ Atividade 15 - avaliativa - em grupo</li> <li>★ Atividade 16 - avaliativa</li> </ul>
Semana 5 (02 a 08 de novembro)	
Temas e Tópicos	Atividades
<p>Tema 4: A Química como ciência moderna</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★ Atividade 17 - avaliativa - portfólio</li> <li>★ Atividade 18</li> <li>★ Atividade 19</li> </ul>



UNESP – Universidade Estadual Paulista  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação  
Rua Quirino de Andrade, 215  
CEP 01049-010 – São Paulo – SP  
Tel.: (11) 5627-0561  
www.unesp.br



**GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO**

Governo do Estado de São Paulo  
Secretaria de Estado da Educação  
Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas  
Gabinete da Coordenadora  
Praça da República, 53  
CEP 01045-903 – Centro – São Paulo – SP



**SECRETARIA  
DA EDUCAÇÃO**



Pró-Reitora de Pós-graduação

Marilza Vieira Cunha Rudge

Equipe Coordenadora

Elisa Tomoe Moriya Schlünzen

Coordenadora Pedagógica

Ana Maria Martins da Costa Santos

Cláudio José de França e Silva

Rogério Luiz Buccelli

Coordenadores dos Cursos

Arte: Rejane Galvão Coutinho (IA/Unesp)

Filosofia: Lúcio Lourenço Prado (FFC/Marília)

Geografia: Raul Borges Guimarães (FCT/Presidente Prudente)

Antônio Cezar Leal (FCT/Presidente Prudente) - *sub-coordenador*

Inglês: Mariangela Braga Norte (FFC/Marília)

Química: Olga Maria Mascarenhas de Faria Oliveira (IQ Araraquara)

Equipe Técnica - Sistema de Controle Acadêmico

Ari Araldo Xavier de Camargo

Valentim Aparecido Paris

Rosemar Rosa de Carvalho Brena

Secretaria/Administração

Márcio Antônio Teixeira de Carvalho

## NEaD – Núcleo de Educação a Distância

*(equipe Redefor)*

Klaus Schlünzen Junior

Coordenador Geral

Tecnologia e Infraestrutura

Pierre Archag Iskenderian

Coordenador de Grupo

André Luís Rodrigues Ferreira

Guilherme de Andrade Lemeszenski

Marcos Roberto Greiner

Pedro Cássio Bissetti

Rodolfo Mac Kay Martinez Parente

Produção, veiculação e Gestão de material

Elisandra André Maranhe

João Castro Barbosa de Souza

Lia Tiemi Hiratomi

Liliam Lungarezi de Oliveira

Marcos Leonel de Souza

Pamela Gouveia

Rafael Canoletti

Valter Rodrigues da Silva